

02809

CNR-0385_v8

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA,
VI REGIÓN**

INFORME FINAL

**TOMO VIII
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

SANTIAGO, MARZO DE 2015



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA,
VI REGIÓN**

INFORME FINAL

**TOMO VIII
ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

SANTIAGO, MARZO DE 2015

Estudio Elaborado por:



SMI Ingenieros, Ltda.

Dirección: Galvarino Gallardo 1576, Providencia, Santiago

Fono: +56 2 2235 9094

Email: smi@smi-chile.cl

www.smi-chile.cl

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA**

INFORME FINAL

CONTENIDO GENERAL

- TOMO I RESUMEN EJECUTIVO**

- TOMO II REVISIÓN DE ANTECEDENTES Y DIAGNÓSTICO PRELIMINAR**

- TOMO III EVALUACIÓN SITUACIÓN ACTUAL DEL RIEGO**

- TOMO IV ESTUDIOS BÁSICOS Y TRABAJOS DE TERRENO**

- TOMO V EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO**

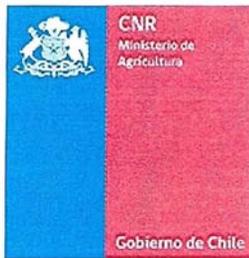
- TOMO VI ASPECTOS DE INGENIERÍA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA**

- TOMO VII ESTUDIO AGRONÓMICO**

- TOMO VIII ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**

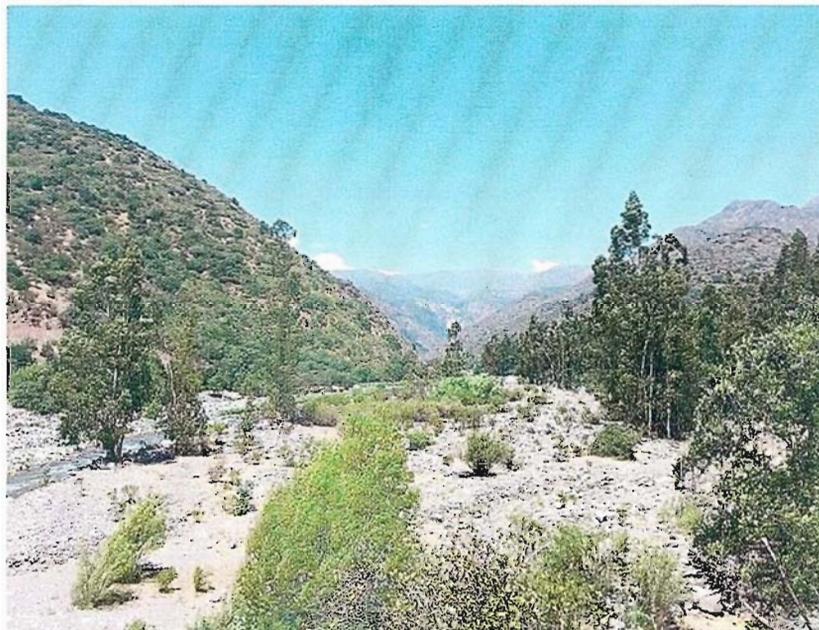
- TOMO IX INFORME FINAL PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

- TOMO X ÁLBUM DE PLANOS**



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL **Informe Final**



**PROYECTO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA**

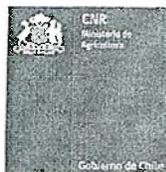
MARZO 2015

**SMI
DEBAR LTDA.**



ÍNDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO	8
2.	INTRODUCCIÓN	16
3.	DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS	18
3.1	ÁREA DE INUNDACIÓN O CUBETA DEL EMBALSE	19
3.1.1	Definición de Cota de Coronamiento	21
3.2	PRESA	22
3.3	ESTUDIO DE YACIMIENTOS	28
3.4	OBRAS DE MEJORAMIENTO EN LA RED DE CANALES	29
3.5	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DERECHOS DE AGUA Y POTENCIALES EXPROPIACIONES	33
3.5.1	Aspectos Legales y Derechos de Aprovechamiento de Agua	33
3.5.2	Organizaciones de Usuarios	33
3.5.3	Distribución de Derechos de Aprovechamiento de Agua en el Estero Codegua	33
3.5.4	Derechos de Agua Regularizados	33
3.5.5	Antecedentes de Expropiación	34
3.6	CAUDAL ECOLÓGICO:	34
4.	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	36
4.1	MEDIO FÍSICO	36
4.1.1	Clima y Meteorología	36
4.1.2	Geomorfología	41
4.1.3	Suelos	43
4.1.4	Hidrografía e Hidrología	46
4.1.5	Calidad de aguas	51
4.2	MEDIO BIÓTICO	58
4.2.1	Flora y Vegetación Terrestre	58
4.2.2	Fauna Terrestre	77
4.2.3	Flora y Fauna Acuática	84
4.2.4	Biodiversidad	110
4.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	113
4.3.1	Asentamientos Humanos	113
4.3.2	Patrimonio Cultural y Arqueológico	116
4.3.3	Otros Proyectos en la Zona	126
4.4	ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL	127
4.4.1	Zona de Protección por Cultivos Agrícolas	127
4.4.2	Zonas de Asentamientos Humanos	127
4.4.3	Zona de restricción por protección de flora y fauna terrestre	128
4.4.4	Zona de restricción por protección de flora y fauna acuática	128
5.	ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL	129
5.1	NORMATIVA AMBIENTAL GENERAL	129



5.1.1	Decreto N°100/05, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Constitución Política de la República de Chile.....	129
5.1.2	Ley 19.300, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Modificada por Ley 20.173/2007 y Ley 20.417/2010), Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	129
5.1.3	D.S. N° 40/2013, Ministerio del Medio Ambiente.....	130
5.2	NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA	132
5.2.1	Aire	132
5.2.2	Ruido	133
5.2.3	Agua	134
5.2.4	Biota	138
5.2.5	Intervención en Cauces Naturales	139
5.2.6	Patrimonio Cultural	139
5.2.7	Higiene y Seguridad.....	140
5.3	PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES	141
6.	ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA.....	145
6.1	ANTECEDENTES LEGALES.....	146
6.2	RESULTADOS	149
7.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	151
7.1	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	151
7.1.1	Impactos en la etapa de construcción.....	151
7.1.2	Impactos en etapa de operación.....	153
7.2	VALORIZACIÓN DE IMPACTOS	155
7.2.1	Método.....	155
7.2.2	Valorización de Impactos en la Etapa de construcción.....	158
7.2.3	Valorización de Impactos en la Etapa de Operación	163
8.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	167
8.1	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	167
8.2	ETAPA DE OPERACIÓN.....	171
9.	PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	173
9.1	ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	173
9.1.1	Etapa de Construcción.....	173
9.1.2	Etapa de Operación.....	177
10.	IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES	180
10.1	ELABORACIÓN DE EAA EN ETAPA DE FACTIBILIDAD. EMBALSE CODEGUA.....	180
10.1.1	Antecedentes de Proyecto de Ingeniería.....	180
10.1.2	Estudios Específicos EAA	181
10.2	ELABORACIÓN DE EAA MEJORAMIENTO DE CANALES.....	182
10.2.1	Contenidos de EAA	182
10.2.2	Estudios Específicos EAA	183
11.	CONCLUSIONES.....	184



12. APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES.....	186
12.1 COSTOS DE ESTUDIOS A REALIZAR EN ETAPA DE FACTIBILIDAD.....	187
12.2 COSTOS DE ESTUDIOS A REALIZAR EN ETAPA DE DISEÑO	187
12.2.1 Estudio de Impacto ambiental (EIA) embalse Codegua.....	187
12.3 ESTUDIOS ADICIONALES.....	188
12.4 COSTOS EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	188
12.4.1 Monitoreo de ruido.....	189
12.4.2 Monitoreo de la calidad de agua.....	189
12.4.3 Plan de Manejo Forestal.....	190
12.4.4 Rescate de fauna terrestre	191
12.4.5 Rescate de fauna Acuática.....	191
12.4.6 Prospección superficial arqueológica.....	191
12.5 COSTOS EN ETAPA DE OPERACIÓN	192
12.5.1 Estimación de Caudal Ecológico.	192
12.5.2 Rescate de fauna Acuática.....	192
12.6 COSTOS PLAN DE SEGUIMIENTO	193
12.7 RESUMEN DE COSTOS	193
13. REVISIÓN DE ANTECEDENTES	195

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Características Principales del embalse.....	8
Tabla 1-2. Permisos sectoriales aplicables al proyecto.....	12
Tabla 3-1 Curva de Embalse, Área Inundada y Volumen de Relleno.....	20
Tabla 3-2 Cotas de Coronamiento de Embalse	21
Tabla 3-3 Altura de Muro de Embalse	21
Tabla 3-4 Características Principales del embalse.....	27
Tabla 3-5 Características Canales Existentes.....	31
Tabla 3-6 Características Canales Existentes.....	32
Tabla 3-7. Predios Considerados para Expropiaciones.	34
Tabla 3-8. Caudal Ecológico según Derechos de Agua Eric Prenzel Leupolt	35
Tabla 3-9. Caudal Ecológico según Decreto N°14	35
Tabla 3-10. Caudal Ecológico según Envolverte Máxima entre Decreto N°14 y Eric Prenzel Leupolt.....	35
Tabla 4-1. Precipitaciones y Temperaturas medias mensuales promedio.....	37
Tabla 4-2: Caudales Medios Mensuales Estero Codegua.....	48
Tabla 4-3. Estaciones de toma de muestras de agua.	52
Tabla 4-4. Resumen de Resultados de Análisis de Calidad del Agua según NCh 1.333. (Elementos químicos, parámetros orgánicos e inorgánicos y agua para riego).....	56
Tabla 4-5. Resumen de Resultados de Análisis de Calidad del Agua según NCh 1.333. (Agua para vida acuática).....	57
Tabla 4-6. Comunidades zonales en el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithrea caustica</i>	60



Tabla 4-7 Comunidades intrazonales en el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Lithrea caustica</i>	61
Tabla 4-8. Formaciones vegetales encontradas en el sitio de estudio.....	61
Tabla 4-9. Inventario florístico en conjunto con la sistemática de cada especie encontrada.....	66
Tabla 4-10. Listado florístico e información de cada especie.....	69
Tabla 4-11. Parcelas de muestreo, junto a sus coordenadas geográficas.....	72
Tabla 4-12. Resumen sistemático de la flora encontrada en el sitio de estudio.....	73
Tabla 4-13. Estado de conservación para las especies catalogadas en alguna categoría.....	75
Tabla 4-14. Coordenadas de las estaciones de muestreo de fauna.....	78
Tabla 4-15. Riqueza y abundancia de las especies registradas por estación de muestreo.....	81
Tabla 4-16. Estado de conservación, criterio de protección, origen y endemismo de las especies registradas.....	83
Tabla 4-17. Sistema de clasificación del tipo de sustrato de ríos, de acuerdo a Bain et al. 1985.....	85
Tabla 4-18. Parámetros de calidad de agua medidos in situ y nivel de cuantificación.....	85
Tabla 4-19. Estaciones de muestreo del estudio de biota acuática.....	89
Tabla 4-20. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A).....	91
Tabla 4-21. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B).....	93
Tabla 4-22. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C).....	95
Tabla 4-23. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D).....	97
Tabla 4-24. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E).....	99
Tabla 4-25. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro (estación F).....	101
Tabla 4-26. Ensamble de peces detectado en el área de influencia del proyecto.....	101
Tabla 4-27. Presencia de peces en el área de influencia del proyecto.....	102
Tabla 4-28. Abundancia de peces (N° de ejemplares capturados y/o avistados, 40 min de esfuerzo de captura) en el área de influencia del proyecto.....	104
Tabla 4-29. Parámetros morfométricos de peces del área de influencia del proyecto.....	104
Tabla 4-30. Factor de condición (K) de los ejemplares de peces del área de influencia del proyecto.....	105
Tabla 4-31. Composición y densidad (ind/m ²) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos).....	106
Tabla 4-32. Composición y densidad (cel/mm ²) de microalgas bentónicas (fitobentos).....	108
Tabla 4-33. Localidades presentes en las comunas de Codegua y Mostazal.....	114
Tabla 4-34. Resumen de hallazgos registrados. PAT: Período Alfarero Temprano.....	120
Tabla 4-35. Listado de proyectos relacionados con el estudio.....	127
Tabla 5-1. Permisos Ambientales Sectoriales Aplicables.....	142
Tabla 6-1. Obras del embalse.....	145



Tabla 6-2. Obras de mejoramiento de los canales analizados	145
Tabla 7-1. Criterios de Valoración de Impactos	155
Tabla 7-2 Rangos de Niveles	157
Tabla 7-3 Valoración de Impactos	157
Tabla 7-4. Escala de Evaluación de Impactos	157
Tabla 7-5 Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Construcción	161
Tabla 7-6 Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Construcción	162
Tabla 7-7. Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Operación	165
Tabla 7-8 Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Operación.....	166
Tabla 9-1 Resumen del Plan de Seguimiento Ambiental	178
Tabla 12-1. Estimación de costos Monitoreo de Ruido	189
Tabla 12-2 Costos monitoreo de calidad de aguas	190
Tabla 12-3. Estimación de costos rescate fauna terrestre.....	191
Tabla 12-4. Estimación de costos caudal ecológico.....	192
Tabla 12-5 Resumen de costos ambientales del proyecto.....	193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Ubicación del Proyecto	18
Figura 3-2. Ubicación Eje de Presa y Área de Inundación.....	19
Figura 3-3. Planta del muro y obras anexas	23
Figura 3-4 Rellenos en Presa Tipo CFGD	24
Figura 3-5 Sección Evacuador Típica 1	25
Figura 3-6 Sección Evacuador Típica 2	26
Figura 3-7 Sección Túnel Típica 1	26
Figura 3-8 Sección Túnel Típica 2	27
Figura 3-9 Ubicación de área de yacimiento en lecho de Estero Codegua	28
Figura 3-10 Red de Canales Matrices Estero Codegua y Afluentes.....	30
Figura 4-1. Ubicación del proyecto, dentro de la distribución de Isotermas en la Región de O`Higgins.	39
Figura 4-2. Ubicación del proyecto, dentro de la distribución de Isoyetas en la Región de O`Higgins.	40
Figura 4-3. Ubicación del Proyecto, en el contexto geomorfológico local.....	43
Figura 4-4. Caracterización de Suelos, según su capacidad de uso.....	45
Figura 4-5. Distribución de peces en el Área de Influencia del proyecto.	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1. Curva de capacidad/ Área embalse (ha)	21
Gráfico 4-1. Rosa de los vientos	38
Gráfico 4-2. Caudales Medios Anuales Estero Codegua	50
Gráfico 4-3. Origen biogeográfico de las especies en el sitio de estudio.....	74
Gráfico 4-4. Formas de crecimiento respecto al origen de las especies encontradas.	75



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 4-1. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo muro (estación A).	90
Fotografía 4-2. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo muro (estación B).	92
Fotografía 4-3. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro del embalse (estación C).	94
Fotografía 4-4. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro del embalse (estación D).	96
Fotografía 4-5. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro del embalse (estación E).	98
Fotografía 4-6. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro del embalse (estación F).	100
Fotografía 4-7. Ejemplar de la especie nativa <i>Trichomycterus areolatus</i> (Bagrecito) capturado en el área de influencia del proyecto.	101
Fotografía 4-8. Taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio.	107
Fotografía 4-9. Vista de terraza ubicada en la ribera norte del río Codegua con buena visibilidad y accesibilidad.	119
Fotografía 4-10. Vista general del sitio COD-01.	120
Fotografía 4-11. Detalle de placa conmemorativa.	121
Fotografía 4-12. Vista general del emplazamiento del sitio COD-02. Se aprecian rastros de antiguos surcos para cultivo.	122
Fotografía 4-13. Detalle de material cerámico.	122
Fotografía 4-14. Detalle de material primas líticas de buena calidad, incluyendo preforma de punta de proyectil bifacial.	123
Fotografía 4-15. Emplazamiento del sitio COD-03.	124
Fotografía 4-16. Detalle de materiales culturales identificados.	124
Fotografía 4-17. Lasca primaria de basalto (probablemente)	125
Fotografía 4-18. Material cultural registrado en el sitio COD-05.	126

ANEXOS

- ANEXO 1: Cartografía.
- ANEXO 2: Informes de Laboratorio calidad del Agua.
- ANEXO 3: Informes de Biota
- ANEXO 4: Informe Arqueológico.



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe Ambiental del Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto “Mejoramiento del sistema de riego estero Codegua”, corresponde al Informe Final de Etapa 7, considerando los antecedentes disponibles del proyecto de ingeniería, por lo que podrá ser objeto de futuras modificaciones, considerando la posibilidad de ajustes de acuerdo a nuevas definiciones que pudiera experimentar el proyecto. Los contenidos del mismo se basan fundamentalmente en la revisión y análisis de antecedentes bibliográficos, así como en los resultados de las campañas de terreno.

En cuanto a las actividades realizadas a la fecha, se cuenta con visitas del equipo ambiental al lugar del proyecto, como asimismo la realización de las campañas de verano y otoño para la toma de muestras de agua.

En lo que respecta al proyecto y la línea de base se resume a continuación los contenidos de este informe.

- **Definición de las partes, acciones y obras físicas**

A continuación se presenta una tabla resumen de las características técnicas de la presa, considerando un embalse de capacidad total 17.50 Hm³.

Tabla 1-1 Características Principales del embalse.

OBRA		Dimensiones
Presa Tipo CFGD	Altura Nominal del Muro (m)	64.5
Talud Aguas Arriba 1.5:1 (H:V)	Cota de Coronamiento (msnm)	846.50
Talud Aguas Abajo 1.6:1 (H:V)	Longitud de Coronamiento (m)	385
	Volumen de Relleno (m ³)	1,441,157
Evacuador de Crecidas		Tipo Frontal Longitud =20m
Túnel de Desvío		Sección de Medio Punto D _{sección} = 5m

Fuente: Proyecto de Ingeniería.

Las obras a realizar en la red de canales existentes son las siguientes:

- Rectificación de la geometría de 8 canales, con elección de sección trapezoidal revestida de hormigón H20 elaborado in situ en los siguientes canales:
 - Ribera Norte: Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria.
 - Ribera Sur: El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera.
- Construcción de nuevas bocatomas en el río, las que contemplan las siguientes partes:
 - Obra de Toma,
 - Canal de Aducción,



- Bocatoma.

Estas están contempladas para los siguientes canales en ambas riberas del río:

- Ribera Norte: Tronco Ribera Norte.
- Ribera Sur: El Peumal y Tronco Ribera Sur.
- Sustitución de las siguientes obras en mal estado: obras de cruce, tuberías de hormigón, marcos partidores de hormigón y compuertas de entrega y/o devolución. Estas obras están contempladas para los siguientes canales:
 - Ribera Norte: Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria.
 - Ribera Sur: El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera
- Situación de potenciales expropiaciones

Según el Informe de Expropiaciones, se recopilaron los antecedentes requeridos según la ubicación del embalse, considerando de forma preliminar el área de la presa y la zona de inundación. Dicha información permitió establecer seis predios cuya expropiación resulta necesaria; cinco de ellos en la comuna de Codegua y uno en la comuna de Mostazal.

- **Caracterización ambiental del área de Influencia**

- Clima y Meteorología

Desde el punto de vista del recurso clima, el área presenta una aptitud favorable, ya que sus condiciones de precipitaciones invernales y deshielos estivales permitirán el llenado del embalse. Con este aprovisionamiento, más la regulación de las aguas embalsadas, se podrá proveer de agua de riego a los cultivos en la estación estival.

Dadas las condiciones que posee el Clima, que favorece el desarrollo de diversos cultivos y plantaciones, sumado a la posibilidad de mejores condiciones de riego, el Proyecto permite generar una agricultura más diversificada y con mejor y mayor aptitud de adaptabilidad ante los eventos de sequía.

- Geomorfología

El área del proyecto, presenta geofomas propias de ambientes de baja y media montaña asociado a acciones fluviales, zonas de sedimentación, movimientos gravitacionales y tectónicos.



➤ Suelos

Respecto al análisis de estos antecedentes, se concluye que los suelos presentes en el área de influencia del embalse, presentan una nula capacidad agrícola, debido a que se encuentran en una categoría Clase VII.

➤ Hidrografía e Hidrología

Hidrográficamente, el Estero Codegua pertenece a la hoya del río Maipo. Su altitud media es de 1.850 m y la hoya hidrográfica es de 275 km². La longitud total es de 45 Km. El régimen de alimentación es nivopluvial.

➤ Calidad de Aguas

Se presentan los resultados de las campañas de Verano y Otoño de la caracterización de la calidad del agua en el sector del embalse, en las que se tomaron 3 muestras de agua superficial.

➤ Flora y Vegetación Terrestre

Se encontraron 9 formaciones vegetacionales en el área de influencia, de los cuales 3 corresponden a bosques (Bosque de Peumo y Litre, Bosque de Lingue y Bosque de Eucalipto) y 6 a formación matorral.

Se encontraron 124 especies de plantas vasculares. La mayoría corresponden a la Clase Magnoliopsida, seguida de la Clase Liliopsida.

Se encontraron 6 especies con algún tipo de categoría de conservación, correspondientes a *Persea lingue*, *Haplopappus taeda* (ambas Vulnerables), *Citronella mucronata* (Casi Amenazada), *Blechnum hastatum* (Preocupación Menor), *Adiantum chilense* y *Echinopsis chiloensis* (Fuera de Peligro).

➤ Fauna Terrestre

En cuanto a la fauna, destacan un dominio y gran riqueza de aves dentro del área del proyecto, siendo en general un sitio con escasa intervención artificial.

Se identificaron 30 especies de vertebrados terrestres: 1 anfibio, 2 reptiles, 26 aves y un mamífero. De éstas, una especie es introducida, tres son endémicas y seis están clasificados en alguna categoría de conservación.

La especie de mayor amenaza es la torcaza (*Patagioenas araucana*), catalogada como en peligro de extinción. El hábitat de la torcaza no debería verse afectado de forma importante por el presente proyecto.



Respecto al loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus*), especie considerada vulnerable, resultó ser la especie más abundante del sector, con 120 ejemplares avistados.

Otros vertebrados que podrían verse eventualmente afectados por las obras del proyecto son los herpetozoos, principalmente por su baja movilidad y en el caso del sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), por su alta dependencia de los cursos de agua.

➤ Flora y Fauna Acuática

La especie con mayor abundancia es la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Se distribuye ampliamente en el territorio nacional y se encuentra clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES.

➤ Asentamiento Humanos

Desde el punto de vista Político-Administrativo el área del proyecto pertenece a la Región de O'Higgins, comunas de Codegua y Mostazal. La superficie territorial de la comuna de Codegua alcanza los 284,7 km², mientras que para la comuna de Mostazal se cuenta con una superficie de 524 km². De acuerdo al Censo INE, la Población total para el año 2002, alcanza para Codegua 10.796 hab., mientras que para Mostazal corresponde a 21.866 hab., de estos totales el 48,66% y 81,88 % es población urbana mientras el 51,34 y 18,12% es población rural, respectivamente.

De acuerdo a visitas a terreno y antecedentes de Población y Vivienda, INE 2002, no existe población permanente en el área de inundación. La población más cercana al proyecto, se encuentra en el Hotel La Leonera, distante 1,3 Km.

➤ Patrimonio Cultural y Arqueológico

La bibliografía indica que los sitios arqueológicos en el área son escasos. La influencia incaica en la zona es evidente por la presencia del conocido sitio del *Cerro Grande de la Compañía*, ubicado en la comuna de Codegua. Se trata de una extensa fortaleza o pukara compuesto por a lo menos cinco líneas de muros defensivos confeccionados con la técnica de doble hilada con relleno. En la parte superior de éste se ubica una explanada natural a modo de plaza, donde se identifican a lo menos once recintos de distintas dimensiones. Un poco más abajo se registran estructuras de planta circular con dataciones preincaicas, correspondientes al período intermedio tardío (Stehberg 1995). Otros sitios incaicos en la región son Tren Tren, cerca de Doñihue, desde donde se recuperaron algunos contextos funerarios (Stehberg y Rodríguez 1989).

Según prospección arqueológica pedestre se registran un total de cuatro evidencias prehispánicas, tres sitios, una concentración y un sitio conmemorativo subactual. Todos los sitios se ubican en terrazas fluviales de distinta altura que reúnen condiciones óptimas para el cultivo. Tentativamente son asignados al período alfarero temprano.



➤ Otros Proyectos en la zona

En las cercanías del área del proyecto existen los siguientes estudios de proyectos de ingeniería:

Comuna	Descripción Proyecto	Año y Etapa a Financiar o Evaluación
Codegua	Mejoramiento Ruta H-189 Y H-191, La Leonera Baja, Comuna de Codegua.	2013
	Proyecto de enrocado del Río Codegua (defensa fluvial) en sectores puntuales de alto riesgo en la comuna. Estudio de Encauzamiento del Estero Codegua desde el sector Las Marcas (La Leonera) hasta sector de Estancilla, comuna de Codegua	2008-2013

❖ ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL

Se establecieron 4 zonas de restricción ambiental, por cultivos agrícolas (ZRAus), por Asentamientos Humanos (ZRAah); por protección de flora y fauna terrestre (ZRAveg/ZRAft); por protección de flora y fauna acuática (ZRAfloraac/ZRAfaunaac). Las dos primeras zonas de restricción se encuentran en las cercanías del sector de La Leonera, mientras que las dos últimas se encuentran en el área del Embalse.

• ANALISIS DE LA LEGISLACION AMBIENTAL

El capítulo de análisis de la legislación ambiental, identifica y analiza el régimen jurídico aplicable en materia medio ambiental al proyecto con la finalidad de proponer un plan que permita dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

Se analizó el marco legal general y específico aplicable al proyecto, incluyendo la identificación de los permisos ambientales sectoriales. A modo de resumen, se listan a continuación los permisos sectoriales aplicables a este proyecto, según el D.S 40/12:

Tabla 1-2. Permisos sectoriales aplicables al proyecto

Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
De los permisos ambientales sectoriales mixtos.		
136	Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral.	Si
140	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.	Si
142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.	Si
146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.	Si
148	Permiso para corta de bosque nativo.	Si



Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
150	Permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N° 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat.	Si
152	Permiso para el manejo de bosque nativo de preservación que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país.	Si
155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.	Si
156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce.	Si
157	Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.	Si
159	Permiso para extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros.	Si

• ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA

El embalse, corresponde a un tipo de obra catalogada dentro del art. 3 del Reglamento del SEIA, más específicamente a la letra a), literal a.1. Por consiguiente el proyecto debiera ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental. La forma de ingreso debiera ser Estudio de Impacto Ambiental debido a que afectará la calidad y cantidad de recursos naturales renovables, tales como la pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes y afectará la superficie con plantas, algas, hongos, animales silvestres y biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el impacto generado en dicha superficie, Art 6, letras a) y b) y a sitios arqueológicos Art 10 letra c) del mismo Reglamento.

En cuanto a las obras de mejoramiento de los canales, se puede afirmar que éstas no requieren el ingreso al SEIA.

• IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

❖ ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Se identificaron 14 impactos para la etapa de construcción del proyecto, 2 positivos y 12 negativos:

- Generación de Ruidos
- Emisión de gases y material particulado
- Contaminación de suelo agrícola
- Posible contaminación de aguas en los canales
- Posible alteración de la calidad de agua del Estero Codegua
- Corte de vegetación nativa
- Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre
- Afectación de hábitat de flora y fauna acuática
- Alteración de transporte en ruta H-189
- Generación de empleo
- Demanda de servicios
- Posibilidad de afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.
- Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos.



- Intervención infraestructura pública o privada

❖ ETAPA DE OPERACIÓN

Se identificaron 8 impactos para la etapa de operación del proyecto, 2 positivos y 6 negativos:

- Pérdida de suelos para ganadería
- Modificación del régimen de escurrimiento
- Alteración de hábitat de fauna terrestre
- Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática
- Afectación de actividades económicas actuales
- Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas
- Aumento en demanda de mano de obra agrícola
- Modificación del paisaje

• PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Las medidas se proponen en función de los diferentes componentes ambientales afectados. Para el caso del Ruido, se exigirá la maquinaria apropiada, horarios de faenas y distanciamiento mínimo hacia las viviendas cercanas. Para el caso de la emisión de gases y material particulado; se deberán humedecer caminos de circulación y recubrimientos de tolva en camiones, reducción de la velocidad en caminos de tierra a un máximo de 40 Km/h; emplear vehículos con sus permisos y revisiones técnicas al día. Para los otros componentes ambientales, se disponen medidas para la contaminación de suelos agrícolas, aguas del Estero Codegua y sus tributarios, Pérdida de vegetación, Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre, Afectación de hábitat de flora y fauna acuática, Alteración de transporte en ruta H-189 y Sitios Arqueológicos.

• PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto tiene por finalidad asegurar en todo momento que las medidas ambientales sean las adecuadas y suficientes. Asimismo, busca demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.

• IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

El conocimiento disponible tras los estudios realizados en esta Consultoría acerca del área y de las características del proyecto, así como la identificación y análisis de impactos permiten señalar que los estudios ambientales a desarrollar serían bastante similares al que se presenta en este informe.



- Elaboración de EAA en Etapa de Factibilidad. Embalse Codegua.
- Elaboración de EAA Mejoramiento de Canales.

• APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES

Se entregan los resultados de las estimaciones de costos para las medidas de mitigación y estudios en las etapas de Diseño, Construcción y Operación, su resumen en es el siguiente:

Resumen de Costos Ambientales del proyecto		
Etapas de Diseño		
Estimación de costos EIA Embalse Codegua	99.600.000	4.131
Subtotal	99.600.000	4.131
Medidas ambientales en Etapa de Construcción		
Estimación de costos Monitoreo de Ruido	4.800.227	199.1
Estimación de costos calidad de agua	1.735.893	72
Estimación de costos Plan de Manejo Forestal	301.500.000	12.505
Estimación de costos Rescate Fauna Terrestre	13.115.639	544
Estimación costo Rescate Fauna Acuática	\$ 5.304.119	220
Estimación Prospección Arqueológica	\$ 1.109.060	46
Subtotal	327.555.844,14	13.586,01
Medidas ambientales en Etapa de Operación		
Estimación Caudal Ecológico	10.825.223,80	449
Estimación costo Rescate Fauna Acuática	\$ 5.304.119	220
Subtotal	16.129.342,47	669
Total de Ambas Etapas	343.779.552	14.255,01
Total	443.279.898,5	18.386,01
[1] UF de 04.09.2014: \$24.109,63		

Los costos ambientales equivalentes de ser sujetos a incorporar en la evaluación económica se corresponden con el total de costos en la etapa de diseño, construcción y operación.

2. INTRODUCCIÓN

El presente Informe Final del Estudio de Análisis Ambiental, en adelante “EAA”, se enmarca dentro del Proyecto Estudio de Prefactibilidad “Mejoramiento del sistema de riego estero Codegua”.

Los contenidos del EAA corresponden a los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Resumen Ejecutivo. En el que se presenta una síntesis de los contenidos del informe.

Capítulo 2: Introducción. Corresponde al presente capítulo.

Capítulo 3: “Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas”. Se refiere a las características del proyecto de ingeniería con que se cuenta hasta el momento de esta entrega.

Capítulo 4: “Caracterización del Área de Influencia”, describe los diferentes elementos del medio ambiente en el área de influencia incluyendo medio físico, biótico, socioeconómico, cultural y aspectos territoriales.

Capítulo 5: “Análisis de Legislación Ambiental”. Se presenta el marco legal aplicable al proyecto, con un análisis de la normativa ambiental general y específica, incluyendo la identificación de los permisos ambientales sectoriales.

Capítulo 6: “Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA”. Se presenta un análisis de tipo jurídico, en el cual se revisa lo estipulado en la Ley N° 19.300 y sus Modificaciones en la Ley 20.417, que aprueba la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el DS MMA N° 40/13.

Capítulo 7: “Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales”. En este capítulo se identifican y analizan los impactos positivos y negativos que podrían producir las obras de embalse tanto en las etapas de construcción como en la de operación. En este capítulo se determinan metodológicamente y se aplican los criterios para valorizar los impactos identificados en el capítulo anterior.

Capítulo 8: “Plan de Manejo Ambiental”. Se presentan las medidas ambientales para los impactos descritos en el ítem anterior, corresponde a una propuesta de medidas de control ambiental que permitan prevenir, minimizar, eliminar, compensar o restaurar efectos adversos detectados en la evaluación de impactos.

Capítulo 9: “Plan de Seguimiento Ambiental”. El Plan de Seguimiento de las variables ambientales relevantes, tiene como objetivo planificar la recolección sistemática de datos que permitan estudiar la evolución de los impactos ambientales del proyecto, de los componentes y elementos ambientales involucrados y comprobar la eficacia de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

Capítulo 10: “Identificación de Estudios Ambientales”. Corresponde a los estudios ambientales que se deberían desarrollar en la etapa de Factibilidad del proyecto.

Capítulo 11: “Conclusiones”. Corresponde a los principales alcances de acuerdo a la línea de base y las recomendaciones posteriores.

Capítulo 12: “Aproximación de Costos Ambientales Asociados al Proyecto”. Incluye un análisis de los costos económicos de los estudios en etapas posteriores.

Capítulo 13: “Revisión de antecedentes”. Corresponde al listado completo de información bibliográfica utilizada en este informe.

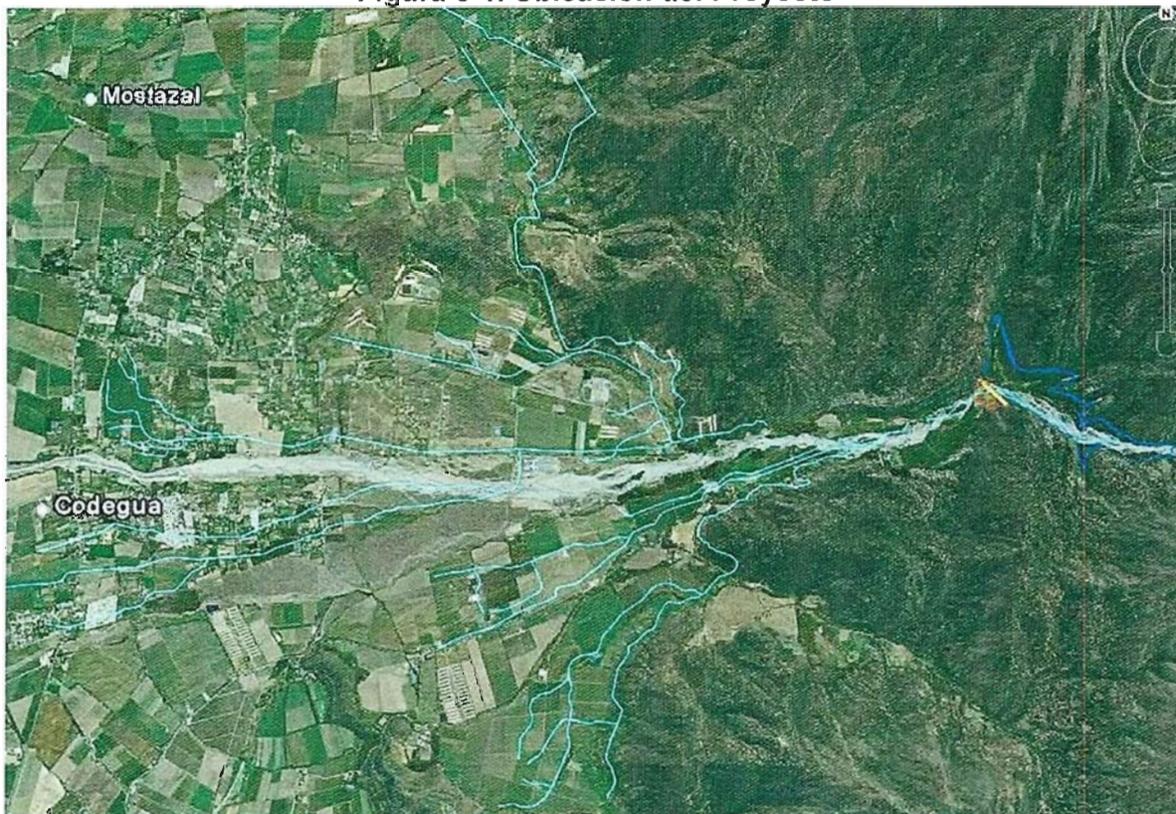
3. DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS

El proyecto corresponde al mejoramiento del sistema de riego del Estero Codegua cuyas obras contemplan la construcción de un nuevo embalse y diversas obras de mejoramiento a los canales ya existentes.

El proyecto se localiza en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, específicamente entre las comunas de Codegua y Mostazal. Geográficamente se localiza en las coordenadas 33° 55' y los 34° 08' de latitud sur; y entre los 70° 19' y los 70° 41' de longitud oeste.

En la siguiente figura se observa la ubicación del proyecto del nuevo embalse y la red de canales existentes.

Figura 3-1. Ubicación del Proyecto

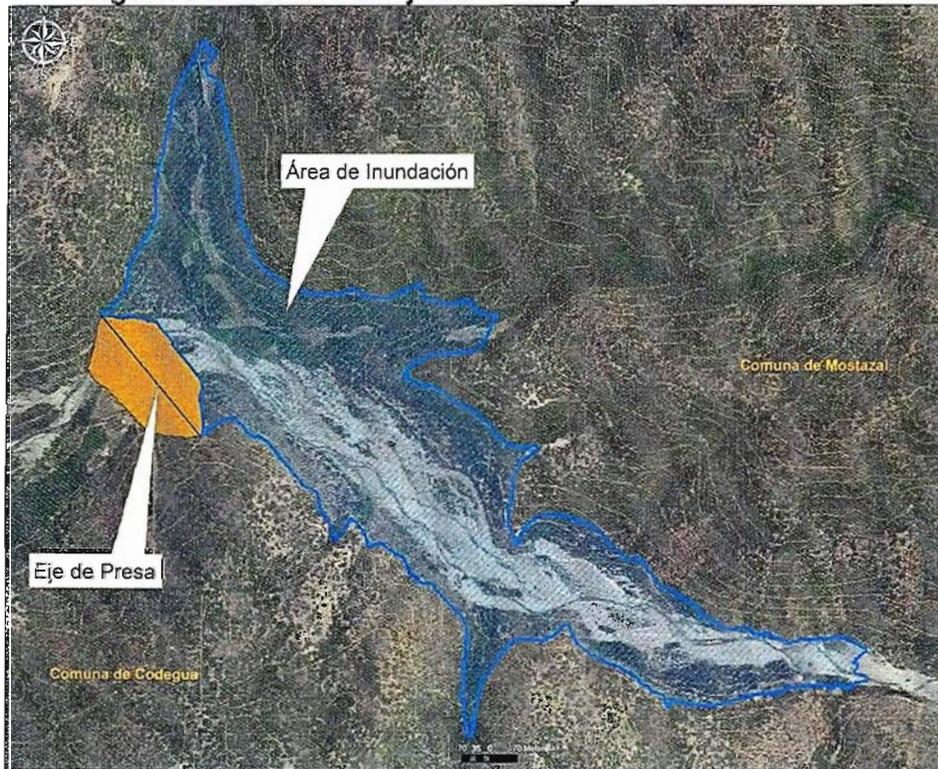


Fuente: Elaboración propia.

3.1 Área de inundación o cubeta del embalse

En la siguiente figura se muestra la planta del muro y el área de inundación resultante para un volumen de almacenamiento de 17,50 millones de metros cúbicos:

Figura 3-2. Ubicación Eje de Presa y Área de Inundación.



Fuente: Proyecto Ingeniería.

Los valores obtenidos para área de inundación, volumen embalsado y volumen de relleno del muro se muestran en la siguiente Tabla.

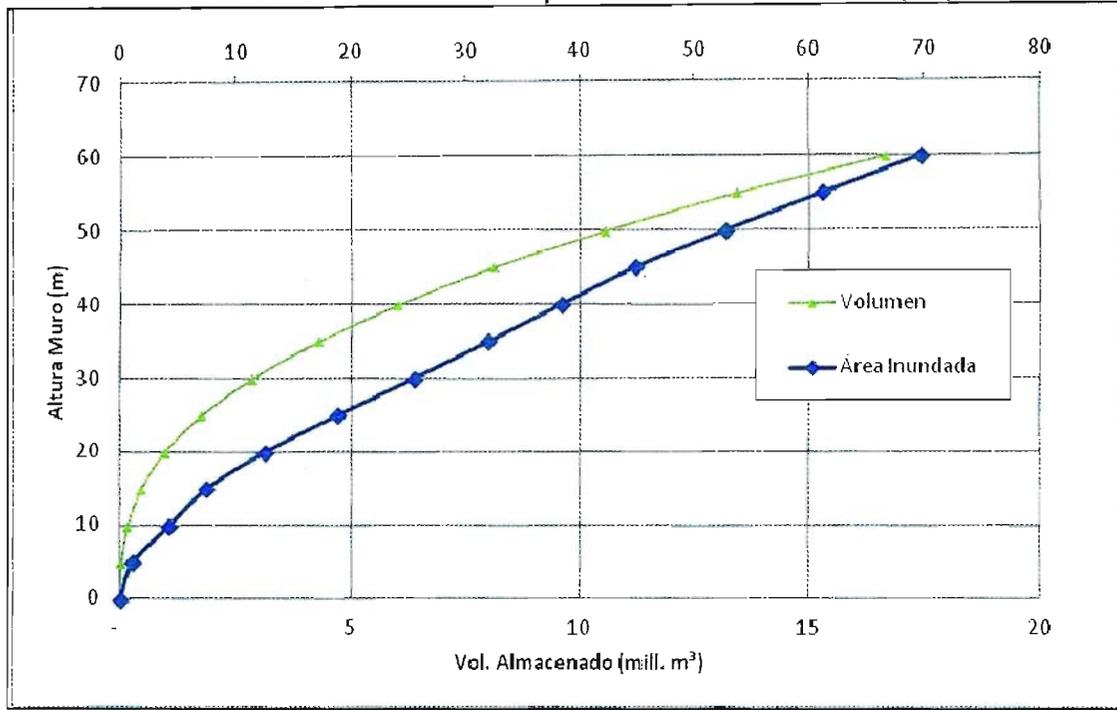
Tabla 3-1 Curva de Embalse, Área Inundada y Volumen de Relleno.

Cota (msnm)	Altura Muro (m)	Área Inundada (m ²)	Volumen embalsado (m ³)	Volumen Relleno muro (m ³)	Ve/Vm
780	0	0	0	0	
785	5	11,308	28,270	4,057	7.0
790	10	42,254	162,175	22,531	7.2
795	15	73,983	452,768	58,284	7.8
800	20	124,779	949,674	113,119	8.4
805	25	187,306	1,729,888	188,120	9.2
810	30	254,686	2,834,869	284,387	10.0
815	35	320,720	4,273,384	403,233	10.6
820	40	384,379	6,036,131	546,196	11.1
825	45	449,342	8,120,434	714,631	11.4
830	50	527,484	10,562,499	909,379	11.6
835	55	611,950	13,411,084	1,131,105	11.9
840	60	697,707	16,685,227	1,380,005	12.1
845	65	780,940	20,381,846	1,657,450	12.3
850	70	872,750	24,516,071	1,965,958	12.5
855	75	965,073	29,110,628	2,307,242	12.6
860	80	1,067,578	34,192,256	2,682,928	12.7
865	85	1,167,708	39,780,470	3,094,433	12.9
870	90	1,279,346	45,898,105	3,542,507	13.0
875	95	1,381,448	52,550,089	4,028,339	13.0

Fuente: Proyecto de ingeniería.

Se observa que la relación volumen embalsado v/s volumen de relleno del muro para una capacidad de 17,50 millones de metros cúbicos es del orden de 11.6. En el Gráfico 3-1 muestra el volumen almacenado y el área inundada en función de la altura del embalse.

Gráfico 3-1. Curva de capacidad/ Área embalse (ha)



Fuente: Proyecto de ingeniería.

3.1.1 Definición de Cota de Coronamiento

La cota de coronamiento se calculó mediante la suma de los valores de la cota de las aguas de la crecida de diseño y las revanchas respectivas. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 3-2 Cotas de Coronamiento de Embalse

Capacidad Embalse (Hm ³)	Nivel Operación Normal (msnm)	Carga del Vertedero (m)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	R ₃ (m)	Cota Coronamiento adoptada (msnm)
17.50	841.30	3.40	0.66	0.25	0.80	846.50

Fuente: Proyecto de Ingeniería.

La tabla muestra la altura de muro:

Tabla 3-3 Altura de Muro de Embalse

Capacidad Embalse (Hm ³)	Nivel Operación Normal (msnm)	Nivel Base Presa (msnm)	Cota Coronamiento adoptada (msnm)	Altura Muro (m)	Vol. Relleno (m ³)	Relación Vol. Emb./Vol. Rell.
17.50	841,3	782.00	846.50	64.5	1,441,157	12.14

Fuente: Proyecto de ingeniería.

3.2 Presa

En base a las características de la zona del emplazamiento y la presencia de gravas de buena calidad en el lecho del estero Codegua, el tipo de presa que más se adecua corresponde a una presa CFGD (Concrete Face Gravel Dam), descartándose las presas rígidas como son las de hormigón rodillado (RCC) y las presas zonadas con núcleo de arcilla fundamentalmente por razones económicas.

La zonificación comúnmente adoptada en presas tipo CFGD se muestra en la siguiente figura, cuyas características se definen a continuación:

Figura 3-3. Planta del muro y obras anexas

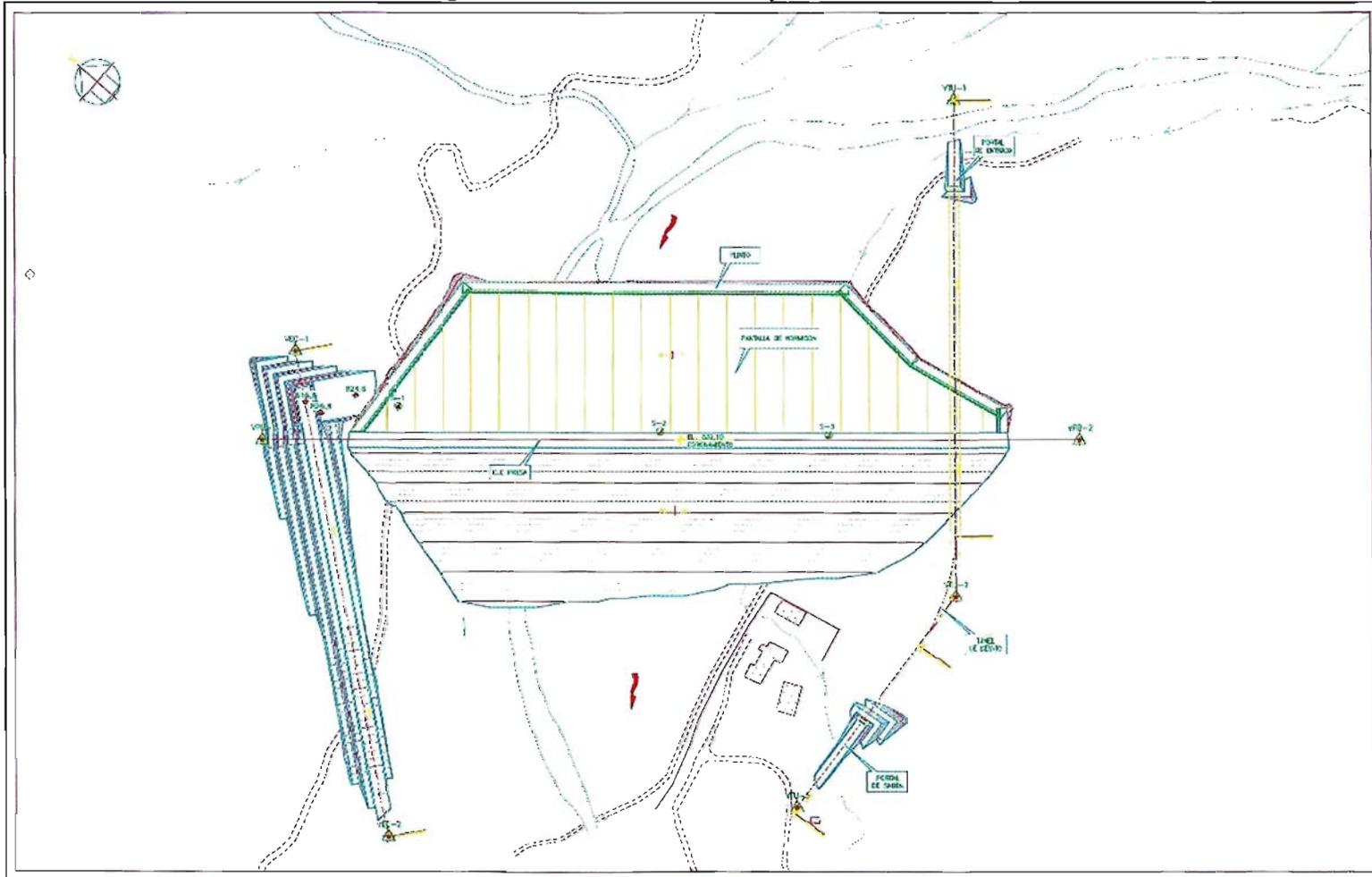
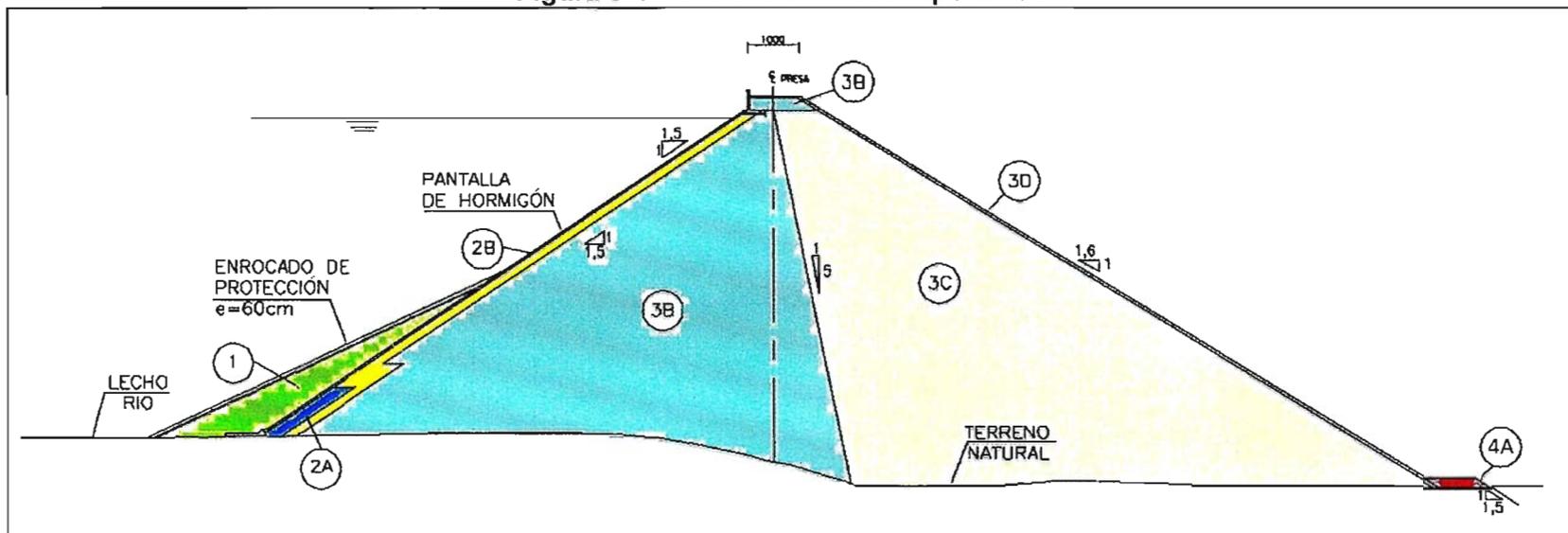


Figura 3-4 Rellenos en Presa Tipo CFGD

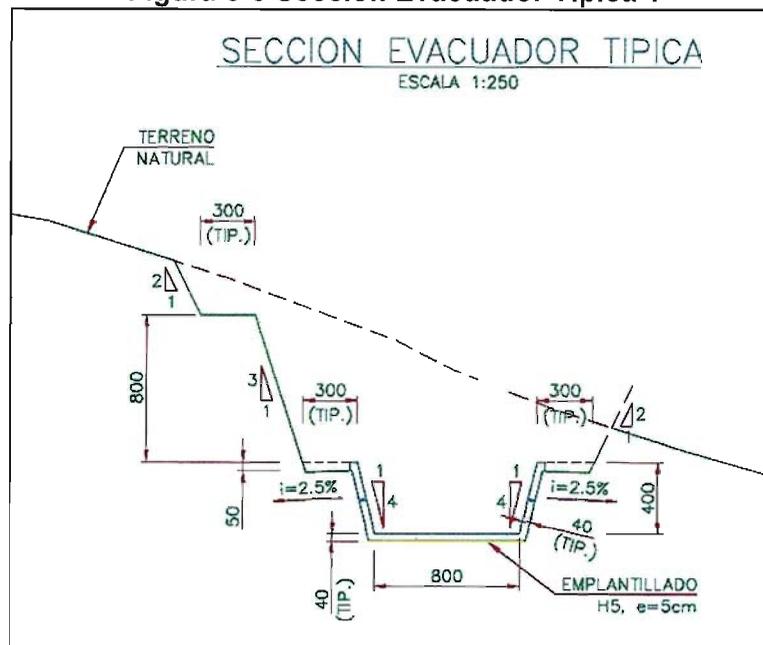


Fuente: Proyecto de Ingeniería.

- **Relleno tipo 1:** Estos rellenos deben contener un porcentaje de finos importante, y tienen por finalidad sellar cualquier tipo de falla en la pantalla de hormigón y en el plinto. Debe contener el menor porcentaje de grava y el índice de plasticidad más bajo posible.
- **Relleno tipo 2A:** Material que se ubica en contacto a lo largo de la cara de concreto del plinto, especialmente en la parte inferior. Se utilizan materiales procesados, obtenidos en los depósitos aluviales cercanos. Las partículas deben ser duras, durables, libres de materia orgánica, arcilla o cualquier otro material susceptible de descomposición o inadecuado por cualquier razón.
- **Relleno tipo 2B:** Material donde se apoya la cara de concreto y que debe permitir una adecuada compactación con el propósito de eliminar asentamientos. Se deberá utilizar una mezcla procesada de grava y arena de baja permeabilidad, procedente de los depósitos aluviales.
- **Relleno tipo 3B y 3C:** Material que constituye el paramento de aguas arriba, que en definitiva sostiene la cara de concreto. Se utilizan gravas naturales provenientes de depósitos aluviales cercanos.
- **Rellenos tipo 3D o 4A:** Material que conforma la cara de aguas abajo de la presa.

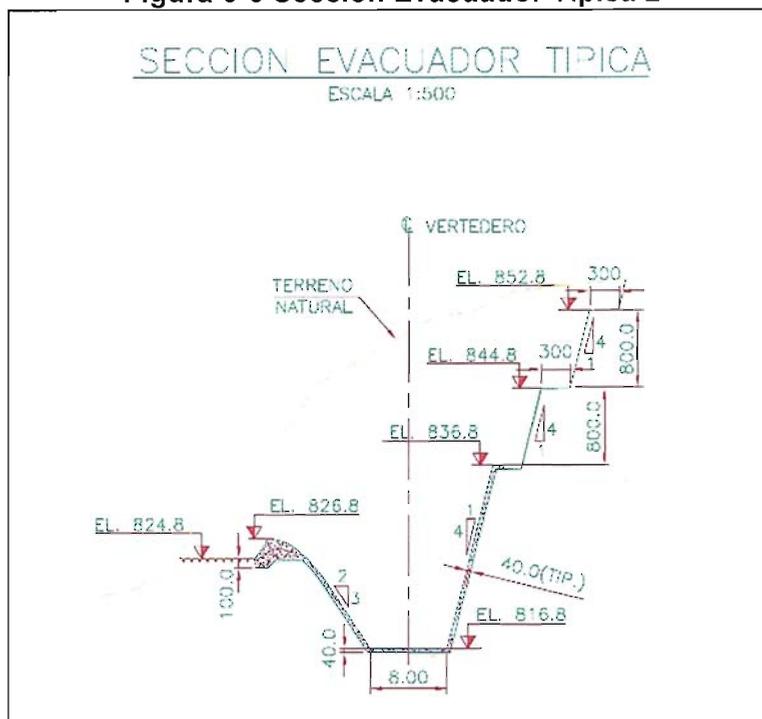
A continuación se presentan las características de las secciones típicas del evacuador y del túnel de la presa:

Figura 3-5 Sección Evacuador Típica 1



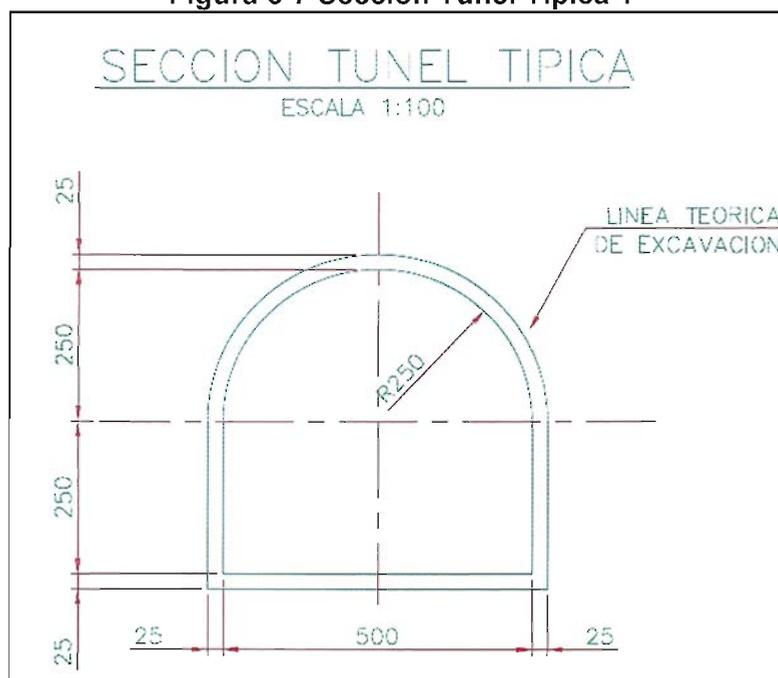
Fuente: Proyecto de Ingeniería.

Figura 3-6 Sección Evacuador Típica 2



Fuente: Proyecto de Ingeniería.

Figura 3-7 Sección Túnel Típica 1

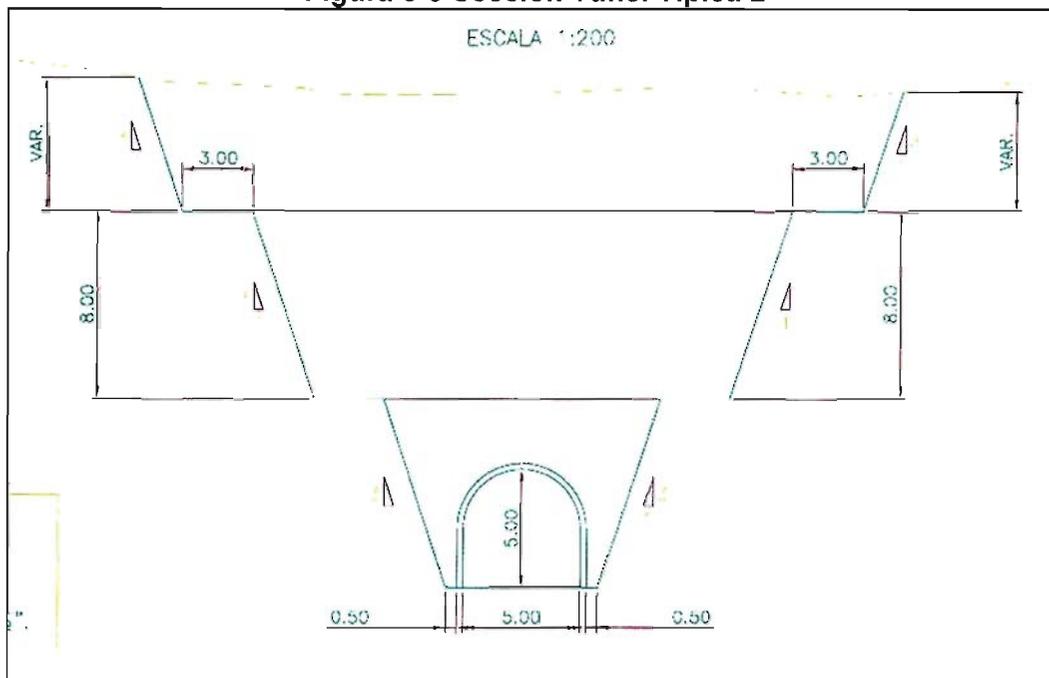


Fuente: Proyecto de Ingeniería.

Se diseñó el túnel de evacuación para desviar la crecida de periodo de retorno de 20 años, la cual corresponde a un caudal de $145\text{m}^3/\text{s}$. Se considera una sección de 5m de diámetro.

Se utilizó una pendiente de 2% y una rugosidad $n=0,015$, equivalente a todo el perímetro mojado en hormigón. Para una crecida de $T=20$ con un caudal de $145\text{m}^3/\text{s}$ y una sección de medio punto con diámetro de 5m, se obtuvo una velocidad de $10,63\text{m}/\text{s}$, la cual permite el escurrimiento sin entrar en presión y cumple con el límite máximo de velocidad para el hormigón estimada en $20\text{m}/\text{s}$.

Figura 3-8 Sección Túnel Típica 2



Fuente: Proyecto de Ingeniería.

A continuación se presenta una tabla resumen de las características técnicas de la presa, considerando un embalse de capacidad total 17.50Hm^3 .

Tabla 3-4 Características Principales del embalse

OBRA		Dimensiones
Presa Tipo CFGD	Altura Nominal del Muro (m)	64.50
Talud Aguas Arriba 1.5:1 (H:V)	Cota de Coronamiento (msnm)	846.50
	Longitud de Coronamiento (m)	385
Talud Aguas Abajo 1.6:1 (H:V)	Volumen de Relleno (m^3)	1,441,157
Evacuador de Crecidas		Tipo Frontal Longitud =20m
Túnel de Desvío		Sección de Medio Punto $D_{\text{sección}} = 5\text{m}$

Fuente: Proyecto de Ingeniería.

3.3 Estudio de yacimientos

A partir de la información obtenida por el estudio de ingeniería, la determinación de la calidad y cantidad de los materiales disponibles, en la zona proyectada como yacimientos, es un factor determinante para continuar el desarrollo del proyecto.

En este sentido, la zona elegida para los yacimientos se localizaría dentro del área de inundación del embalse proyectado. A grandes rasgos, esta área estaría acotada dentro de los márgenes de la caja del Estero Codegua, logrando de esta forma que la explotación del yacimiento se circunscriba a extraer el material depositado en el lecho del río. Este suelo cumple con las características necesarias de transformarse en fuente de material apta para la tipología de presa CFGD (“Concrete Face Gravel Dam”).

Asimismo, desde el punto de vista medioambiental, la situación planteada generará una menor afectación al ecosistema del Estero Codegua, puesto que el escenario de proyección estará condicionado por la generación de un lago artificial que cambiará la morfología del área de yacimientos, y consecuentemente el biotopo existente en la zona de estudio.

El sector planteado como yacimiento en el estudio se presenta de manera ilustrativa en la siguiente figura.

Figura 3-9 Ubicación de área de yacimiento en lecho de Estero Codegua



Fuente: Estudio de ingeniería, Julio 2014.

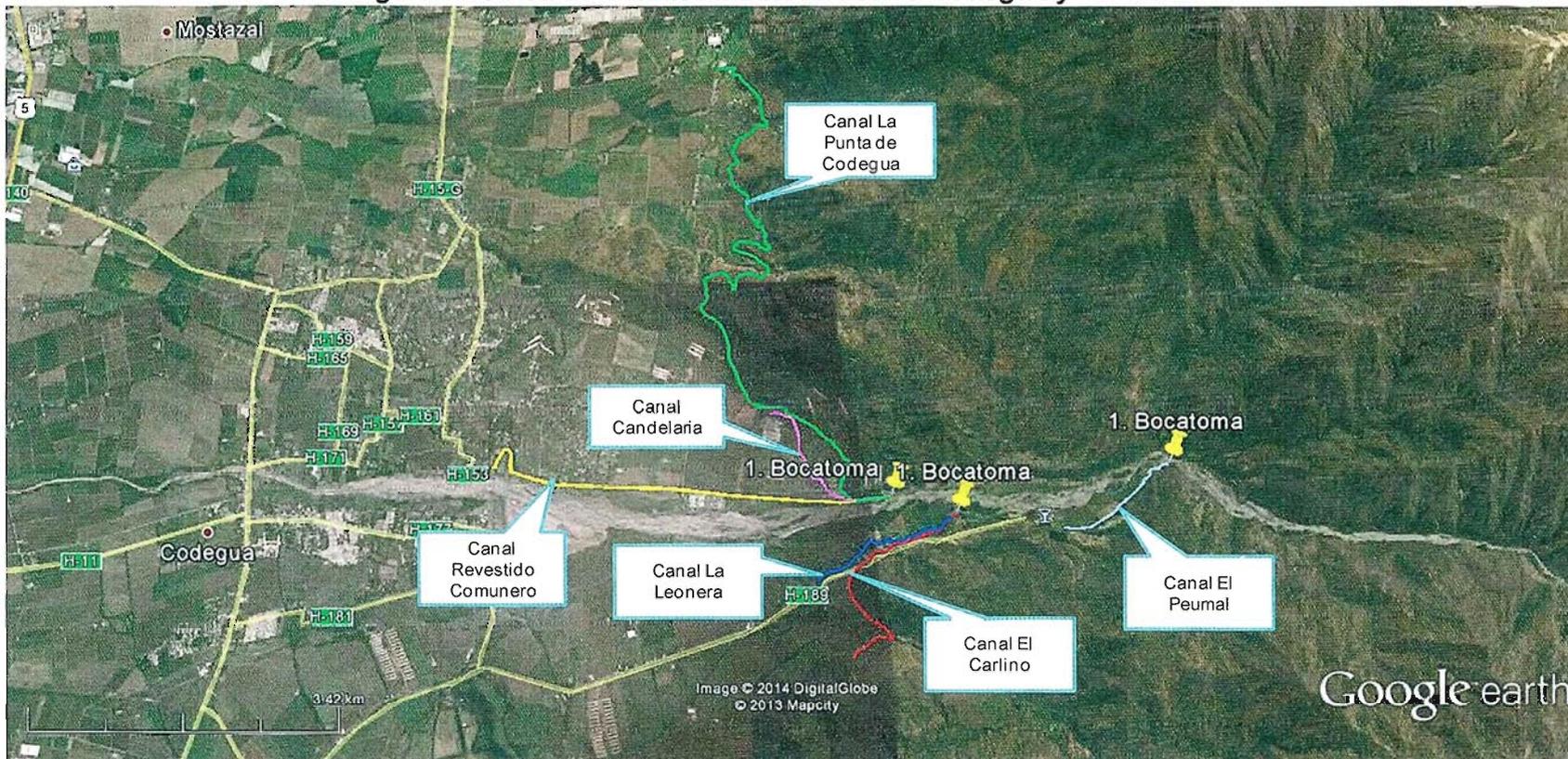
La superficie delimitada por el contorno de color lima que correspondería al área física de los yacimientos asciende a un total de 261.393 m². La longitud total aproximada contemplada por esta intervención es de 2 km.

3.4 Obras de mejoramiento en la Red de canales

Las secciones de los canales existentes son irregulares y en su gran mayoría no presentan revestimientos. Los canales son propensos a filtraciones y predomina la presencia de vegetación. Los revestimientos en hormigón presentes en los canales Tronco Ribera Norte y Revestido Comunero se encuentran deteriorados y con desprendimientos.

La ubicación de la red canales matrices en la zona en estudio puede apreciarse en la siguiente imagen:

Figura 3-10 Red de Canales Matrices Estero Codegua y Afluentes



A continuación se presentan las principales características de los canales existentes:

Tabla 3-5 Características Canales Existentes

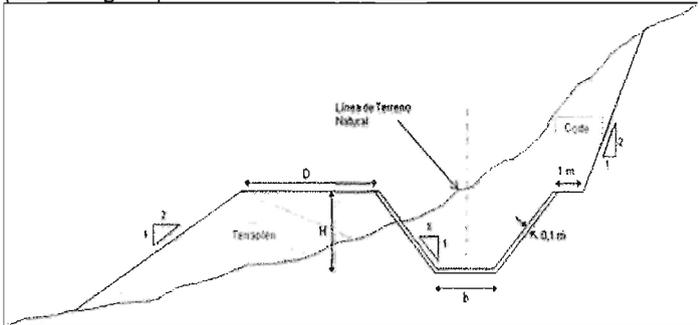
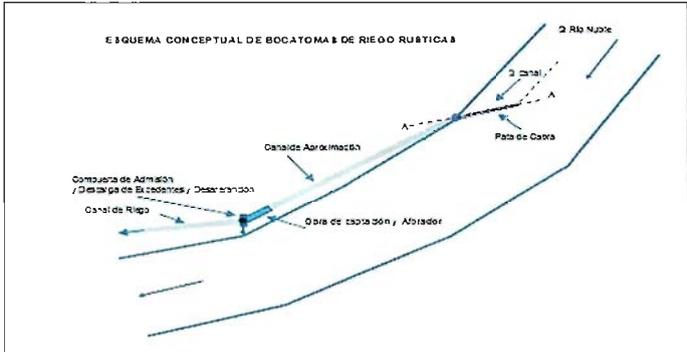
CANAL	RIBERA	LONGITUD (m)	CAPACIDAD (m ³ /s) (*)	TIPO DE REVESTIMIENTO
Tronco Ribera Sur	Sur	570	1.38	Sin revestimiento
Carlino	Sur	571	0.75	Sin revestimiento
Leonera	Sur	2460	0.63	Sin revestimiento
Peumal	Sur	591	0.05	Sin revestimiento
Tronco Ribera Norte	Norte	773	1.43	Revestimiento en hormigón
La Punta de Codegua	Norte	5118	0.29	Sin revestimiento
Candelaria	Norte	4530	0.43	Sin revestimiento
Revestido Comunero	Norte	1971	0.72	Revestimiento en hormigón

Fuente: Proyecto de ingeniería

(*) Capacidad de los canales estimada en base a las acciones de cada ribera y su equivalencia histórica en l/s.

A continuación se presentan las principales obras de mejoramiento que se proyectan en los canales existentes.

Tabla 3-6 Características Canales Existentes

Ítem	Descripción	Canales
<p>Revestimiento de Canales</p>	<p>Rectificación de las geometría de los canales, con elección de sección trapezoidal revestida de hormigón H20 elaborado in situ (véase figura)</p> 	<p>Ribera Norte: Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria.</p> <p>Ribera Sur: El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera.</p>
<p>Bocatomas</p>	<p>Construcción de nuevas bocatomas de río, consistentes en: 1) Obra de Toma, 2) Canal de Aducción, 3) Bocatoma (véase figura)</p> 	<p>Ribera Norte: Tronco Ribera Norte.</p> <p>Ribera Sur: El Peumal y Tronco Ribera Sur</p>
<p>Obras de Arte y Singularidades</p>	<p>Sustitución de las siguientes obras en mal estado: obras de cruce, tuberías de hormigón, marcos partidores de hormigón y compuertas de entrega y/o devolución</p>	<p>Ribera Norte: Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria.</p> <p>Ribera Sur: El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera.</p>

3.5 Situación actual de los derechos de agua y potenciales expropiaciones¹

3.5.1 Aspectos Legales y Derechos de Aprovechamiento de Agua

En relación con los derechos de aprovechamiento de aguas, los estudios realizados dentro de la Consultoría, han determinado que en su mayoría no se encuentran regularizados ni perfeccionados. Se tiene conocimiento de las cantidades de acciones por canal; sin embargo no existe una conversión de dichas acciones a caudal en litros por segundo de forma regularizada.

3.5.2 Organizaciones de Usuarios

La Junta de Vigilancia del Estero Codegua y sus Afluentes (JVECA), es el ente que ejerce jurisdicción en toda la cuenca del Estero Codegua. La autoridad de la JVECA otorgada por sus estatutos comprende la administración y distribución de las aguas entres sus miembros y/o accionistas, sin embargo su constitución como organización de usuarios es relativamente nueva, su directorio es provisional y aún se están realizando trámites ante la DGA, por lo que no existe un catastro de usuarios actualizado, especialmente del sector norte del estero.

3.5.3 Distribución de Derechos de Aprovechamiento de Agua en el Estero Codegua

De acuerdo a los estatutos de la JVECA, la distribución de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales de tipo consuntivo, permanente y continuo es la siguiente:

- Asociación de Canalistas del Canal La Leonera
- Asociación de Canalistas del Canal Codegua

En el caso de los regantes ubicados en la ribera sur del Estero Codegua conformado por la Asociación de Canalistas del Canal La Leonera, los derechos de aprovechamiento están conformados por 1.148.936 acciones o 10 partes distribuidas en dos tomas principales denominadas: Los Arrayanes y El Peumal.

Los regantes ubicados en la ribera Norte realizan la distribución del recurso hídrico a través de una toma única denominada: Tronco Ribera Norte.

3.5.4 Derechos de Agua Regularizados

En la zona de estudio, se presentan un total de 14 derechos del tipo Consuntivo.

¹ Informe de Etapa 1 Proyecto de Ingeniería, Octubre 2013. Ortofotos digitales del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) con predios y roles de extracto Agrícola de la comuna de Codegua.

Debido a que la gran mayoría de los regantes no tiene perfeccionado sus derechos de aguas consuntivos permanentes y tomando sólo como antecedente las conversiones históricas que han utilizado cada una de las asociaciones de canalistas, no se tiene claro cuánto es la disponibilidad de derechos de agua para almacenar en el proyecto, considerando que el embalse deberá ser respaldado con los derechos de los regantes.

3.5.5 Antecedentes de Expropiación

Se recopilaron los antecedentes de las expropiaciones requeridas considerando de forma preliminar el área de la presa y la zona de inundación. Para ello se solicitaron ortofotos digitales al Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) con los predios y roles de extracto Agrícola de la comuna de Codegua.

A continuación se presenta el detalle de los predios cuya expropiación es requerida:

Tabla 3-7. Predios Considerados para Expropiaciones.

Rol	Propietario SII	Dirección o nombre propiedad	Comuna	Tipo de suelo	Observación
138-001	Venegas Donoso Francisco y Otros	Cerros La Punta	Mostazal	-	Rol en estado de subdivisión total
153-036	Sociedad Agrícola Brito Limitada	El Peral	Codegua	-	-
153-046	Comunidad de 13 Hnos. Lavín	HJ 41b Aguas Claras Ex Hacienda Ltda.	Codegua	-	-
153-043	Larraín Cotapos Horacio	El Peumal	Codegua	Séptima y Octava de Secano	-
153-054	Cruzat de la Concha Wenceslao	El Peñasco	Codegua	Séptima y Octava de Secano	-
153-110	Langevin Valverde Sebastián Ricardo	LT-A Chacra Charito	Codegua	-	Rol en estado de subdivisión parcial

Fuente: Proyecto de Ingeniería, Octubre 2013. Informe de Expropiaciones.

3.6 Caudal Ecológico:

Según información proporcionada por ingeniería, se requiere el ingreso al modelo, del caudal ecológico que es requerido preservar en cada mes, el cual se debe dejar escurrir en la medida que éste se encuentre disponible. Para efectos de implementar la simulación se considerará como caudal ecológico, el caudal determinado por la envolvente de caudales máximos, comparados mes a mes, entre la curva obtenida en base los criterios establecidos en el Decreto N°14. Reglamento para la determinación del caudal ecológico (Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 30 de Julio de 2013, Artículo 3º, Puntos a. y b); y la curva de caudales ecológicos definidos para el derecho de tipo no consuntivo otorgado al Sr. Eric Prenzel Leupolt.

Tabla 3-8. Caudal Ecológico según Derechos de Agua Eric Prenzel Leupolt

Mes	Caudal (m ³ /s)
Abr	0,34
May	0,34
Jun	0,34
Jul	0,34
Ago	0,34
Sep	0,34
Oct	0,34
Nov	0,34
Dic	0,34
Ene	0,34
Feb	0,34
Mar	0,34

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3-9. Caudal Ecológico según Decreto N°14

Mes	Caudal (m ³ /s)
Abr	0,35
May	0,42
Jun	0,60
Jul	0,62
Ago	0,64
Sep	0,65
Oct	0,65
Nov	0,65
Dic	0,65
Ene	0,61
Feb	0,39
Mar	0,31

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3-10. Caudal Ecológico según Envoltente Máxima entre Decreto N°14 y Eric Prenzel Leupolt

Mes	Caudal (m ³ /s)
Abr	0,35
May	0,42
Jun	0,60
Jul	0,62
Ago	0,64
Sep	0,65
Oct	0,65
Nov	0,65
Dic	0,65
Ene	0,61
Feb	0,39
Mar	0,34

Fuente: Elaboración Propia.



4. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

4.1 MEDIO FÍSICO

4.1.1 Clima y Meteorología

a) Antecedentes Generales

El clima y la meteorología corresponden a componentes geográficos, cuyo comportamiento depende de los elementos físicos existentes, de su alteración y procesos actuantes. Para este estudio, se considera un análisis a nivel regional y local (topoclimático), conformado por una dimensión de clima regional y registros de parámetros de temperatura y precipitación de los distritos agroclimáticos ubicados en el área de estudio.

b) Área de Influencia

Área de Influencia Directa (AID): definida como el entorno agroclimático del área de inundación del embalse.

Área de Influencia Indirecta (AII): definida como la unidad territorial regional del área de estudio, conformada por la Depresión Intermedia y precordillera de origen Fluvio-Glacio-Volcánico de la Región de O'Higgins, con el objeto de tener una visión generalizada de este componente.

c) Metodología

El clima se relaciona con el proyecto en cuanto establece los requerimientos de riego para el desarrollo de las actividades agropecuarias del área. Por ello se utilizó un enfoque agroclimático para la caracterización del clima del área de estudio, a base de información existente en centros de documentación técnica de organismos como CIREN o DGA.

Con la información recabada y analizada se elabora el acápite descriptivo del clima, enfatizando respecto al clima y meteorología regional y local, de manera de establecer las características de este componente que permitan caracterizar el área de influencia y de este modo identificar los efectos sobre otros componentes ambientales. La presentación de la información se sintetiza en tablas y figuras.

Se procederá a clasificar climática y/o agroclimáticamente el área del proyecto y el comportamiento promedio histórico de las variables meteorológicas tales como precipitación, temperatura, entre otras, para el análisis y caracterización de los períodos estacionales.



d) Resultados

De acuerdo a la clasificación de Köppen, el área del proyecto se inserta en el clima de tipo "Cs" o "Mediterráneo", el cual se extiende desde la Cuenca del Río Aconcagua por el norte, hasta la Cuenca del Río Toltén por el Sur. Este clima está determinado por un verano seco, con fuerte radiación solar y un invierno húmedo, cubierto de nubes, lluvioso y frío. La primavera y el otoño adquieren un carácter de transición.

El régimen térmico se caracteriza por tener una temperatura media anual del 13,7°C. La máxima media del mes más cálido (Enero) registra 28,10°C y la mínima media del mes más frío (Julio) es de 2,9°. Las precipitaciones anuales se producen en su mayoría desde mayo hasta agosto alcanzando, en este período, entre 400 y 500 mm, registrándose históricamente, el mayor volumen de agua caída en el mes de junio.

A continuación, se detallan los elementos climáticos que caracterizan el comportamiento meteorológico del área del proyecto. Para ello, se analizan los datos aportados por la estación meteorológica de Graneros, ubicada en la cuenca de Rancagua y cuyos registros son válidos para la cuenca del estero Codegua.

La dinámica de las temperaturas y precipitaciones se observa en los registros del año 2001 de la estación meteorológica de Graneros, ubicada a 14 km del proyecto, localizada en los 342.125 / 6.229.991 (UTM WGS 84), a una altitud de 500 m.s.n.m. La siguiente tabla detalla los parámetros de precipitación y temperatura para un año promedio.

Tabla 4-1. Precipitaciones y Temperaturas medias mensuales promedio.

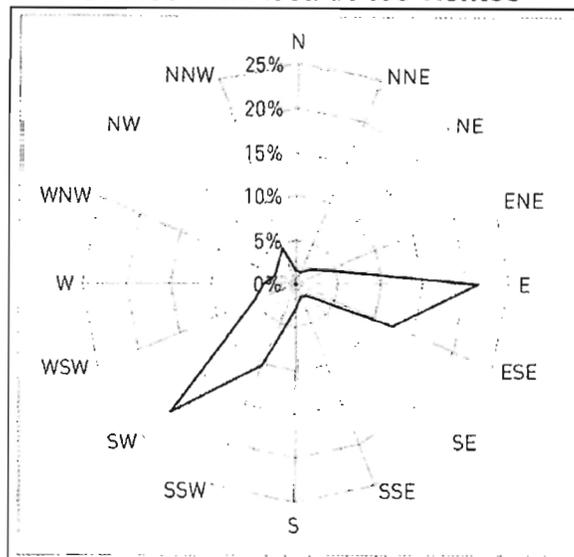
Mes	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Promedio
Precipitación milímetros	73.5	91.9	98.5	97.8	37.1	10.1	2.3	0	0	0	6.4	31.2	448.8
Temperatura Media ° C	11.7	9.1	7.9	10.1	11.1	14.8	17.2	20	19.6	19.2	17.2	13.8	14.3

Fuente: Estación Graneros. Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2001.

Según el Estudio Hidrológico del Proyecto de Ingeniería la cuenca de Codegua tiene una precipitación media anual sobre los 600 mm.

En relación a los vientos, según la estación meteorológica de Graneros, la mayor dirección representada es la del Este (E), con el 21% de ocurrencia, seguida de la dirección Sur Oeste (SW) con 20.7%. La siguiente figura indica la Rosa de los vientos para el área del proyecto.

Gráfico 4-1. Rosa de los vientos

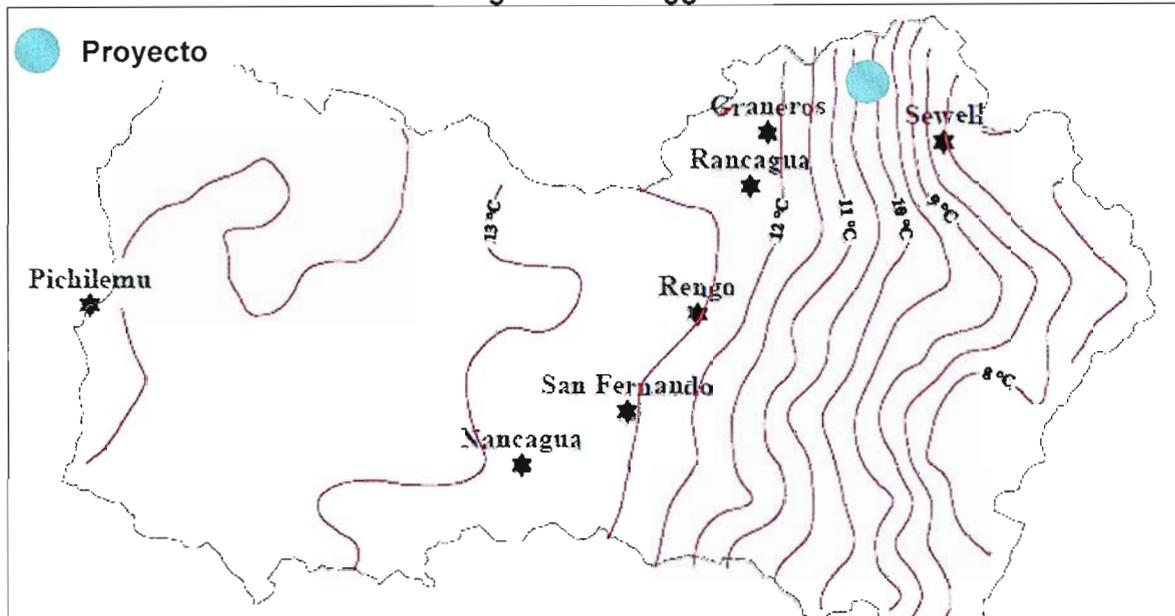


Fuente: Ampliación Modelo CTDM Plus en el entorno de Central Termoeléctrica, La Candelaria, COLBÚN S.A.

Según los registros de la estación meteorológica de Graneros, la velocidad media anual del viento alcanza los 8,1 km/hr; siendo más veloz en verano (8,2 km/hr) que en invierno (7,4 km/hr). De acuerdo a la clasificación de vientos, esta velocidad no provoca problemas en las actividades agrícolas, pecuarias o forestales.

De acuerdo a la Dirección Meteorológica, las isotermas indican que el proyecto se encuentra dentro de los 10 a 11 °C. La siguiente figura ilustra la distribución de las Isotermas en relación a la ubicación del proyecto.

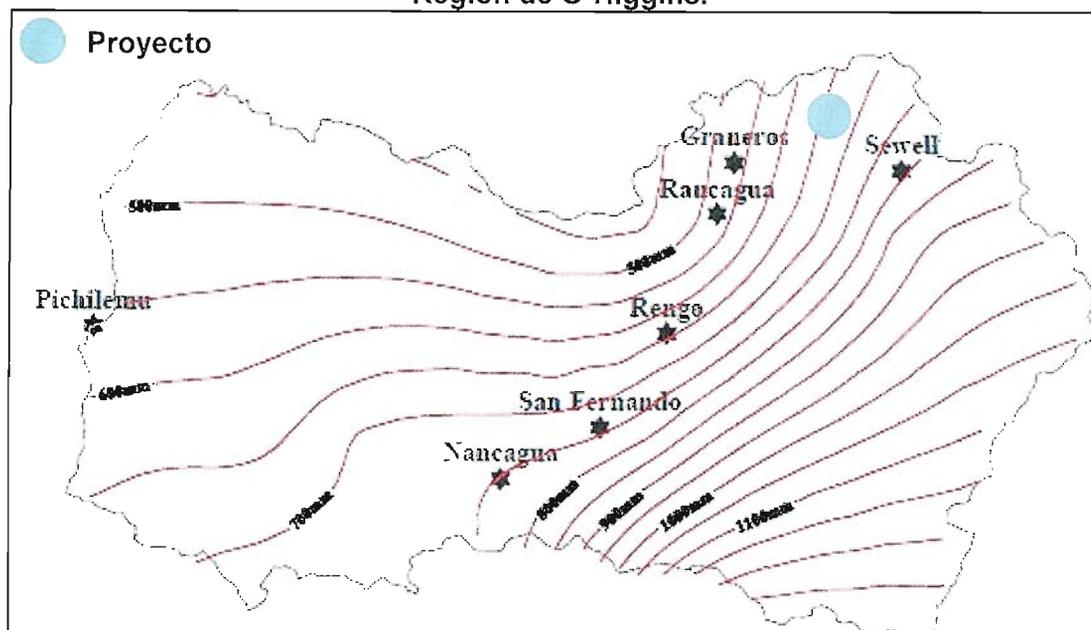
Figura 4-1. Ubicación del proyecto, dentro de la distribución de Isotermas en la Región de O'Higgins.



Fuente; Dirección Meteorológica de Chile: Departamento de Climatología

Respecto de las Isoyetas, indican que el proyecto se encuentra dentro de los 650 mm de precipitación anual. La siguiente figura ilustra la distribución de las Isoyetas en relación a la ubicación del proyecto.

Figura 4-2. Ubicación del proyecto, dentro de la distribución de Isoyetas en la Región de O'Higgins.



Fuente; Dirección Meteorológica de Chile: Departamento de Climatología

Desde el punto de vista topoclimático, el proyecto está regulado por la dinámica de dos flujos de vientos. Los vientos valle – montaña. Durante el día la dirección del flujo de vientos es hacia el interior del valle del estero Codegua (vientos anabáticos) y viceversa durante la noche (Vientos catabáticos).

Desde el punto de vista agroclimático, el proyecto se encuentra según el Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile (1994), en el Distrito Agroclimático "Templado mesotermal inferior estenotérmico Mediterráneo semiárido".

El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían en promedio, entre una máxima de Enero de 27.9°C y una mínima de Julio de 4.1°C. El período libre de heladas es de 225 días, con un promedio de 12 heladas por año. Registra anualmente 1.586 días-grado y 1.276 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 495 mm, un déficit hídrico de 962 mm y un período seco de 8 meses. La influencia oceánica es relativamente escasa, produciendo veranos cálidos e inviernos con régimen de heladas moderado.

En condiciones de secano, este distrito presenta limitaciones moderadas a severas al desarrollo de trigo, cebada y arveja grano; y se encuentran excluidos el resto de los cultivos. En condiciones de riego, son aptos sin limitaciones cultivos como trigo y cebada; y con limitaciones moderadas a severas el desarrollo del resto de los cultivos.

e) Conclusiones

Desde el punto de vista del recurso clima, el área presenta una aptitud favorable, ya que presenta condiciones de precipitaciones invernales y deshielos estivales que permitirán el llenado del embalse. Con este aprovisionamiento, más la regulación de las aguas embalsadas, se podrá proveer de agua de riego a los cultivos en la estación estival.

Dadas las condiciones que posee el Clima, que favorece el desarrollo de diversos cultivos y plantaciones, sumado a la posibilidad de mejores condiciones de riego, el Proyecto permite generar una agricultura más diversificada y con mejor y mayor aptitud de adaptabilidad ante los eventos de sequía.

4.1.2 Geomorfología

a) Antecedentes Generales

La materia fundamental a considerar de este componente, es analizar la localización del proyecto y su relación con el medio geomorfológico y topográfico.

A escala regional, desde el punto de vista geomorfológico, se distinguen tres relieves: Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes, la cual supera los 4.000 m.s.n.m. Estas geoformas se originaron hace 2 o 3 millones de años, por actividad volcánica asociada a movimientos de la corteza. El relieve formado en el Terciario, con fuerte erosión fluvio-glacial, ha formado valles de laderas abruptas. Los valles de las cuencas de la Región de O'Higgins son en gran parte llanuras de relleno aluvial, localizándose aquí los mejores suelos para agricultura. Hacia el Oeste, la Cordillera de la Costa, compuesta por maicillo (permitiendo infiltración y acumulación de agua subterránea), no sobrepasa los 2.000 m.s.n.m.

b) Área de Influencia

El área de influencia directa está determinada por el entorno geográfico inmediato de la superficie inundada por el espejo de agua del Embalse, así como el área del Embalse propiamente tal.

El área de influencia indirecta, corresponde al valle fluvial del Estero Codegua.

c) Metodología

Este componente ambiental se desarrolla utilizando información bibliográfica, cartográfica y observación en terreno.

En primer lugar, se realiza una revisión de la información disponible en los estudios de Ingeniería, lo que se complementan con el análisis Cartas topográficas IGM 1:50.000, además de Fotointerpretación de Imágenes Google Earth. Se otorga énfasis a la

identificación de geformas que tengan características de inestabilidad o representen riesgo y que puedan dar lugar a la generación de posibles efectos ambientales.

En terreno se verificó la información analizada en gabinete. Esta verificación se realizó teniendo como base las cartas IGM, con las cuales se determinaron puntos de control de la interpretación de gabinete.

El análisis se centra en la descripción general de la morfología y en la identificación de procesos de la geodinámica superficial. Con estos resultados, se identifican los posibles efectos de las obras y en especial del embalse, sobre la geomorfología de las áreas de emplazamiento de las obras.

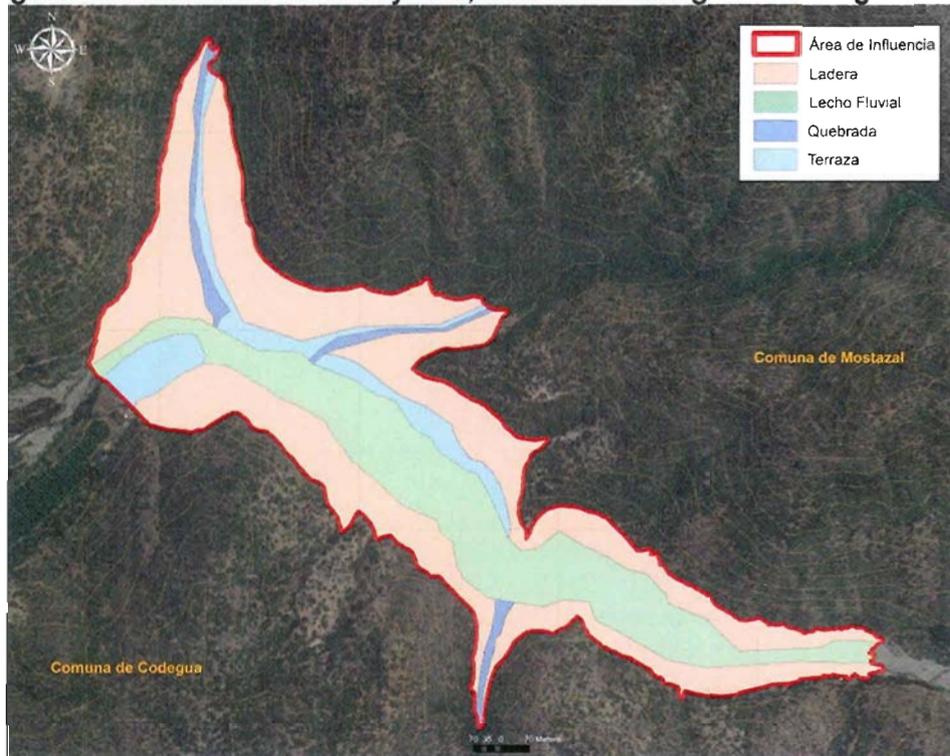
d) Resultados

El proyecto del embalse se inserta en lo que se denomina ***Precordillera Andina***. Esta unidad está compuesta por sedimentos que se asientan sobre rocas cristalinas del batolito andino, especialmente rocas graníticas las que se presenta como una acumulación caótica de materiales glaciales, volcánicos y fluviales dispuestos en el piedemonte andino. Los materiales formativos de la precordillera andina se estructuran por una fracción de material consolidado que se compone de rocas graníticas, volcanitas, lacolitos, tobas y brechas volcánicas. Existen además, intercalaciones de fracciones sedimentarias del tipo silíceo que incluyen areniscas, lutitas, limonitas y conglomerados. Las cumbres de la precordillera andina en esta zona central posee elevaciones variables, que van desde los 1.000 m.s.n.m. hasta los 3.500 m.s.n.m.

Específicamente en el área del proyecto, las unidades geomorfológicas identificadas corresponden a Laderas, Terrazas, lecho fluvial y quebradas. Elementos de relieve asociados a acciones propias de la geodinámica fluvial. Se encuentran Depósitos Gravitacionales, dada las pendientes de las laderas adyacentes y áreas de sedimentación fluvial del Estero Codegua, asociadas a formas de meandrización. Ver Lámina 1 en Anexo 1 Cartografía.

En la siguiente figura se observan las unidades geomorfológicas presentes en el área del proyecto.

Figura 4-3. Ubicación del Proyecto, en el contexto geomorfológico local



Fuente: Carta IGM Rancagua, 1:50.000

e) Conclusiones

El área del proyecto, presenta geformas propias de ambientes de baja y media montaña asociado a acciones fluviales, zonas de sedimentación, movimientos gravitacionales y tectónicos.

4.1.3 Suelos

a) Antecedentes Generales

El componente suelo en líneas generales presenta las características propias de la cuenca de Rancagua, es decir, existen influencias fluvioglaciovolcánicas que explican sus características de relleno, por lo que se descarta una aptitud agrícola en la caja del estero por la excesiva presencia de bloques sedimentarios.

No obstante lo anterior, en algunos sectores puntuales de terraza se observan procesos pedogenéticos, debido principalmente a la depositación de material orgánico de vegetación, flora y fauna que habita en la zona y por depositación de material de las laderas.

b) Área de Influencia

Conforman el Área de influencia directa la superficie inundada por la cota máxima de llenado del embalse; la superficie destinada a la construcción y operación del muro del Embalse.

Cabe señalar que dentro de ésta área, quedan definidos los espacios ocupados por el sitio de explotación de empréstitos, ubicado al interior del área de inundación.

El AII, queda definida como los suelos adyacentes al área del embalse.

c) Metodología

Se realiza una descripción y análisis general respecto al recurso suelo, de forma de contar con los datos que permitan establecer con la mayor precisión posible el impacto sobre la pérdida de suelos destinados a uso productivo, como también a formaciones boscosas.

La descripción de las características de suelos se basa en información de ortofotos CIREN, escala 1:20.000 considerando capacidad de uso de suelo. Esta información será utilizada directamente para describir el recurso suelo en el área de embalse.

La información será representada en cartografía a escala adecuada para su interpretación.

d) Resultados

Como síntesis regional se define esta zona como área mediterránea, donde se encuentran precipitaciones superiores a los 400 mm y T° medias entre los 13° y 17°C aproximadamente, asociado a una vegetación mesófito. Estas condiciones implican un desarrollo más potente de los procesos formadores de suelo, siendo éstos, la intemperización química y el ciclo orgánico. En general el clima imperante en la zona del proyecto, permite el desarrollo de suelos tipo alfisoles cuya característica es que su régimen de humedad es tal que son suelos capaces de suministrar agua a las plantas durante más de la mitad del año o por lo menos durante más de tres meses consecutivos a lo largo de la estación de crecimiento.

Por el lado de la distribución de este recurso, un tercio de los suelos de Codegua y Mostazal, corresponden a terrenos planos cultivables, ubicados en el denominado valle longitudinal de la zona central. El resto de los suelos se localizan en sectores Pre-cordilleranos y Cordilleranos.

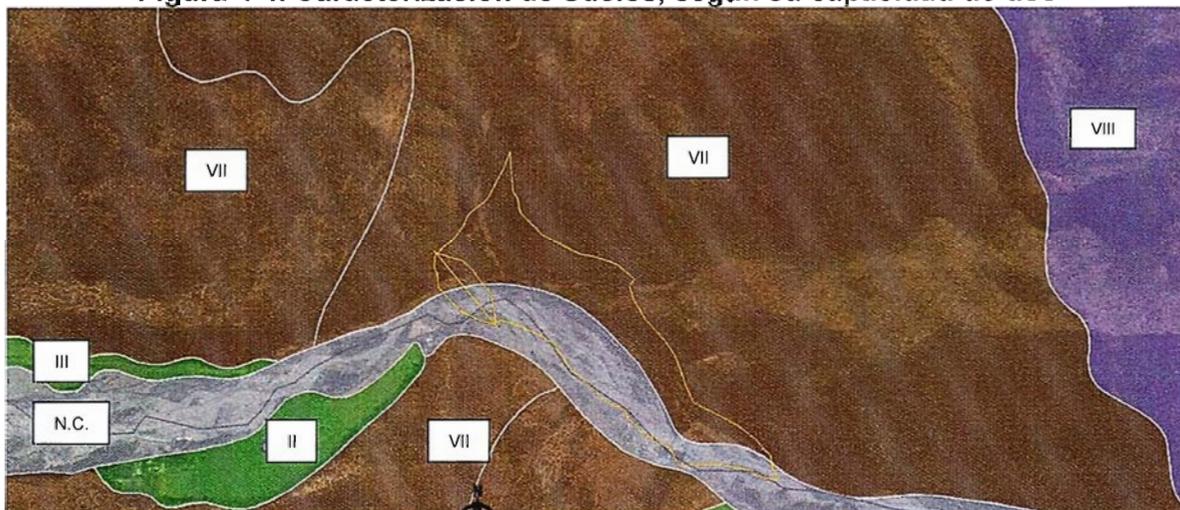
De acuerdo a la ubicación del embalse, éste ocupa suelos Clase VII. Estos son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es para pastoreo y para explotación forestal. Estos suelos Clase VII, se

disponen preferentemente en la Precordillera andina y presentan serias limitaciones para cultivos agrícolas.

De acuerdo a la información que dispone CIREN para el área del embalse, el suelo se encuentra dentro de la Asociación Sierra Bellavista (SRB); Franco arenoso. Las características generales de estos suelos, es que están compuestos de materiales volcánicos básicos (andesita) que constituye la roca predominante de la precordillera de Los Andes; en posición de cerros con 30 a 50% de pendiente. De color pardo oscuro en el tono 10YR y de textura franco arenosa en superficie y de color pardo amarillento en el tono YR, de textura franco gravosa en profundidad; descansando sobre el material generador consolidado.

La siguiente figura indica el panorama general de distribución de capacidad de uso de los suelos, en el área del embalse. Ver Lámina 1 en Anexo 1 Cartografía.

Figura 4-4. Caracterización de Suelos, según su capacidad de uso



Fuente: Infraestructura de Datos espaciales. Geoportal Ministerio de Agricultura.

e) Conclusiones

Respecto al análisis de estos antecedentes, se concluye que los suelos presentes en el Área de influencia directa del embalse, presentan una nula capacidad agrícola, debido a que se encuentran en una categoría Clase VII.



4.1.4 Hidrografía e Hidrología

a) Antecedentes Generales

Dentro de las zonas Hidrográficas de Chile, el proyecto se ubica en una zona donde prevalece un clima típicamente mediterráneo, con precipitaciones en invierno y prolongado periodo de sequía en verano. A consecuencia de esto, los ríos poseen escurrimientos permanentes marcándose dos periodos de crecidas en relación con las lluvias de invierno y los deshielos de primavera y verano.

b) Área de Influencia

El Área de influencia directa corresponde al tramo del estero en que se instala el muro y el embalse.

El Área de influencia indirecta queda definido dentro del curso del estero Codegua aguas abajo del muro hasta confluencia con Quebrada Loma Pelada y aguas arriba de la cola del embalse.

c) Metodología

Esta materia se desarrolla fundamentalmente a partir de los datos y resultados que proporcione el equipo de ingeniería, que se elaboran dentro del estudio Hidrológico del proyecto, además de información disponible en la Dirección General de Aguas.

La presentación y análisis de la información tiene como base física la descripción de la red hidrográfica de los cauces naturales y artificiales que estén relacionados con las obras del proyecto y que se encuentren asociados directamente con la red hidrográfica que se proyecta intervenir, en aspectos de calidad y caudales, tomando en cuenta su disponibilidad y fuente de abastecimiento local.

El análisis de la información se realiza desde la perspectiva ambiental, en el sentido de obtener resultados que aporten elementos de juicio respecto a la relación del proyecto con la modificación del escurrimiento.

d) Resultados

El estero Codegua posee una altitud media de 1.850 m, una hoya hidrográfica de 275 km², una longitud de 45 Km. y un régimen de alimentación del caudal nivopluvial. El estero surge en las serranías de la precordillera andina a 2.750 m de altitud. En su nacimiento recibe el aporte de cuatro quebradas, las cuales nacen de pequeñas lagunas. Desde ese sitio, recorre aproximadamente 9 Km. hasta su unión con el estero El Maqui a 1.800 m.s.n.m. (tributario principal de la precordillera).

Después de la confluencia de ambos cursos de agua, el estero Codegua recorre 30 Km. antes de su llegada a la localidad homónima. Desde Codegua, sigue un trayecto de 6 Km.



en dirección hacia al norponiente hasta su confluencia con el estero Tronco, en el sector centro-poniente de la localidad de San Francisco de Mostazal, dando origen al río San Francisco.

El comportamiento torrencial del estero Codegua provoca perturbaciones sobre la caja del río y sus sectores adyacentes. A pesar del débil gasto de sus aguas, durante las crecidas invernales tiene una alta capacidad de transporte de materiales, provocando potentes depósitos fluvioaluviales a su llegada a la Cuenca de Rancagua. La divagación constante del lecho, originada por sus acumulaciones sedimentarias y por la extracción de áridos, sumado a eventos pluviales intensos, genera ocasionalmente inundaciones y daños a la infraestructura vial y propiedad privada.

Dentro del área de la red hidrográfica local en torno al proyecto, se encuentran una serie de quebradas menores que drenan hacia el estero Codegua, con activación principalmente en invierno. Entre ellas se encuentran; Quebrada El Bolsón, Quebrada Los Quebrachos, Quebrada La Mendoza y Quebrada Ñipas. Entre ellas una importante sub-cuenca es la Quebrada El Bolsón. Dentro de las variables a considerar, prevalece el aporte que realiza esta sub-cuenca al embalse. Ver Lámina 1 en Anexo 1 Cartografía.

Según Estudio Hidrológico del proyecto de Ingeniería el caudal medio del Estero Codegua es de $3,326 \text{ m}^3$, el caudal máximo es de $22,276 \text{ m}^3$ y el caudal mínimo es de $0,459 \text{ m}^3$.

En la siguiente tabla se presentan los caudales medios mensuales del Estero Codegua.



Tabla 4-2: Caudales Medios Mensuales Estero Codegua

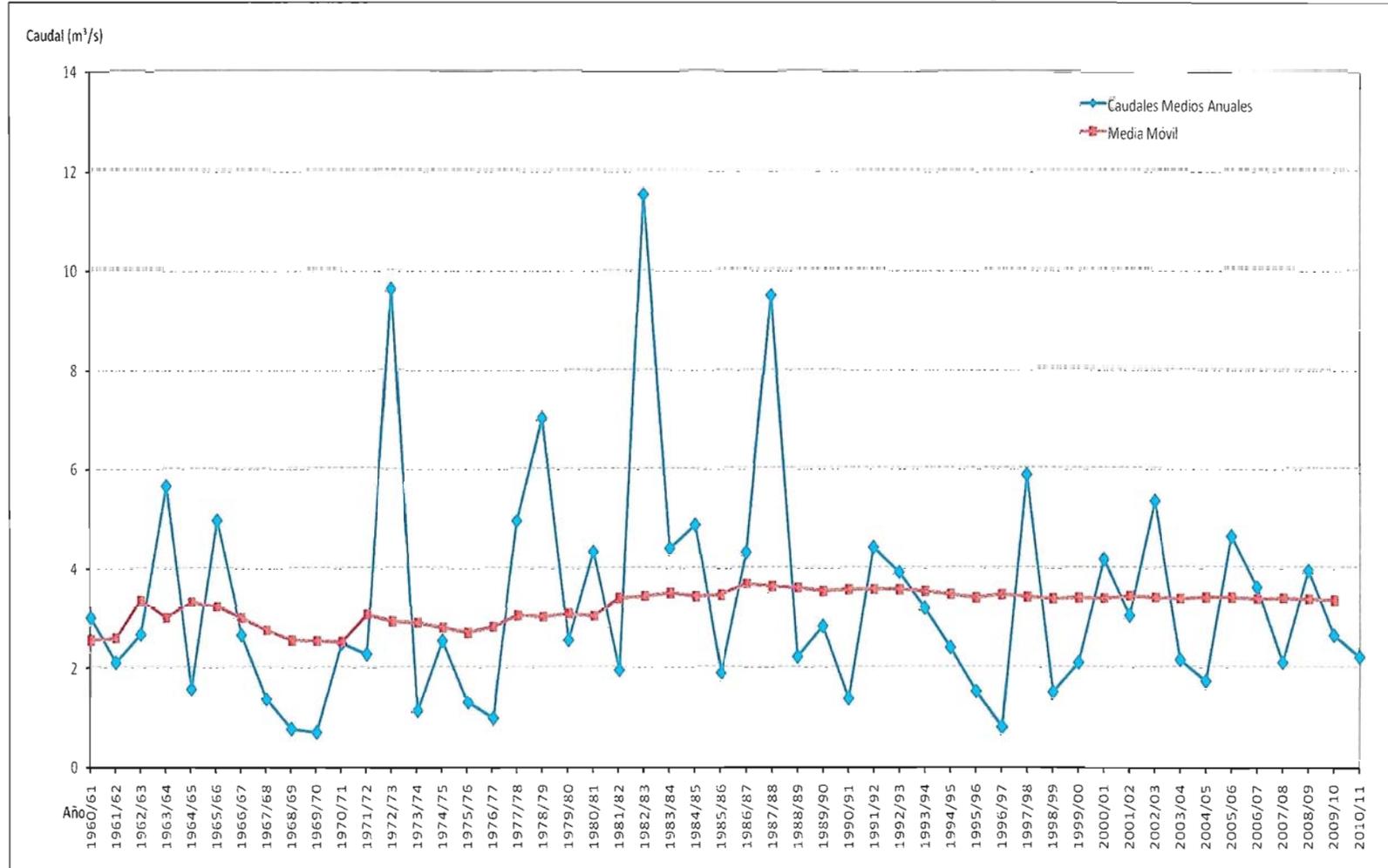
Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Promedio	Media Móvil
1960/61	1,438	1,525	3,486	2,702	2,571	2,506	4,497	7,349	4,382	1,952	1,454	1,722	2,966	-
1961/62	1,569	1,460	2,549	1,721	2,201	1,961	2,392	3,560	2,584	1,454	1,703	1,761	2,076	2,521
1962/63	1,678	1,743	2,593	2,005	1,918	1,765	3,483	6,315	4,095	2,641	1,837	1,569	2,637	2,560
1963/64	2,110	2,084	2,137	2,538	5,129	6,198	8,903	8,423	17,338	7,954	2,182	2,557	5,629	3,327
1964/65	1,983	2,005	1,939	1,939	1,896	1,874	1,608	1,627	1,588	1,225	0,555	0,459	1,558	2,973
1965/66	1,395	1,743	1,656	1,177	8,411	8,803	7,291	12,765	7,291	4,382	2,488	1,933	4,945	3,302
1966/67	1,569	1,351	1,678	1,482	1,721	2,419	3,961	9,205	3,961	1,665	1,340	1,033	2,615	3,204
1967/68	1,264	1,286	2,092	2,005	1,482	1,482	1,435	1,263	1,053	0,899	0,938	0,861	1,338	2,971
1968/69	0,872	0,850	0,893	0,872	0,850	0,850	0,689	0,632	0,708	0,593	0,536	0,536	0,740	2,723
1969/70	0,588	0,697	0,806	0,545	0,675	0,697	0,498	1,014	0,919	0,670	0,517	0,536	0,680	2,518
1970/71	0,990	1,173	1,246	1,210	1,576	1,723	3,090	6,213	3,927	3,594	2,569	2,241	2,463	2,513
1971/72	1,626	1,746	2,214	2,165	2,166	2,352	2,836	4,121	3,244	1,900	1,358	1,185	2,243	2,491
1972/73	6,969	7,482	9,486	9,277	9,280	10,077	12,153	17,660	13,899	8,141	5,820	5,076	9,610	3,038
1973/74	0,808	0,867	1,100	1,076	1,076	1,168	1,409	2,048	1,612	0,944	0,675	0,589	1,114	2,901
1974/75	1,812	1,946	2,467	2,413	2,413	2,621	3,161	4,593	3,615	2,117	1,514	1,320	2,499	2,874
1975/76	0,921	0,989	1,254	1,226	1,227	1,332	1,606	2,334	1,837	1,076	0,769	0,671	1,270	2,774
1976/77	0,698	0,750	0,951	0,930	0,930	1,010	1,218	1,770	1,393	0,816	0,583	0,509	0,963	2,667
1977/78	3,587	3,851	4,883	4,776	4,777	5,187	6,256	9,091	7,155	4,191	2,996	2,613	4,947	2,794
1978/79	5,080	5,454	6,915	6,763	6,765	7,346	8,859	12,873	10,132	5,934	4,243	3,700	7,005	3,016
1979/80	1,833	1,968	2,496	2,441	2,441	2,651	3,197	4,646	3,657	2,142	1,531	1,335	2,528	2,991
1980/81	3,127	3,357	4,256	4,163	4,164	4,522	5,453	7,924	6,237	3,653	2,612	2,278	4,312	3,054
1981/82	1,617	1,736	2,201	2,153	2,457	2,153	2,314	3,093	2,003	1,424	0,979	1,113	1,937	3,003
1982/83	1,264	1,896	20,178	23,838	8,062	8,999	10,660	16,496	22,276	13,970	6,641	3,904	11,515	3,374
1983/84	3,530	3,072	2,876	4,293	3,595	3,617	6,851	8,861	7,464	3,617	2,622	2,220	4,385	3,416
1984/85	2,244	2,244	2,157	5,513	3,508	4,750	7,942	8,114	11,023	5,684	2,584	2,526	4,858	3,473
1985/86	2,484	2,266	2,092	2,375	2,179	1,787	1,952	2,813	1,742	1,091	0,880	0,823	1,874	3,412
1986/87	0,959	1,177	9,827	3,486	2,571	3,181	5,225	8,306	9,473	3,215	1,742	2,296	4,288	3,444
1987/88	1,961	2,157	4,750	17,606	13,902	8,041	8,995	17,874	18,353	10,927	5,435	3,694	9,475	3,660
1988/89	3,421	3,051	2,637	2,462	2,571	2,179	2,373	2,526	1,742	1,340	1,206	0,746	2,188	3,609
1989/90	1,395	1,634	1,416	1,373	3,857	3,704	4,536	7,062	3,789	2,009	1,588	1,263	2,802	3,582
1990/91	1,416	1,373	1,133	1,133	1,046	1,765	2,239	2,296	1,397	0,938	0,804	0,765	1,359	3,510
1991/92	0,937	2,332	2,440	5,796	3,269	6,014	5,320	9,760	7,846	4,650	2,526	1,742	4,386	3,538



Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Promedio	Media Móvil
1992/93	1,896	2,724	4,489	3,704	3,247	3,988	6,047	7,827	5,626	3,311	2,124	1,761	3,895	3,548
1993/94	2,462	6,929	3,791	2,985	2,506	2,658	3,521	4,478	3,540	2,143	1,569	1,320	3,159	3,537
1994/95	1,504	1,569	1,525	2,179	2,353	2,898	3,464	5,416	3,177	1,818	1,359	1,148	2,367	3,504
1995/96	1,286	1,351	1,460	1,307	1,329	2,005	2,220	2,871	1,608	1,053	0,804	0,842	1,511	3,448
1996/97	1,111	1,024	0,893	1,002	0,784	0,806	0,842	0,746	0,536	0,517	0,517	0,574	0,779	3,376
1997/98	0,610	0,763	4,968	3,203	5,317	7,387	6,411	10,181	14,908	9,875	4,746	1,761	5,844	3,441
1998/99	2,310	2,244	2,244	1,809	1,525	1,482	0,976	1,187	0,861	0,861	1,263	1,129	1,491	3,391
1999/00	1,416	1,002	0,588	0,610	1,612	3,160	4,095	4,746	2,507	2,086	1,722	1,435	2,082	3,358
2000/01	1,678	1,438	3,748	4,511	2,680	3,595	6,698	8,727	9,703	3,521	2,067	1,378	4,145	3,378
2001/02	0,719	1,351	1,307	2,789	3,356	3,051	4,708	6,832	6,602	2,239	1,665	1,493	3,009	3,369
2002/03	1,743	2,920	7,016	2,462	6,450	4,641	6,067	10,449	9,779	6,143	3,808	2,411	5,324	3,414
2003/04	3,225	2,092	2,484	2,310	1,460	1,460	2,832	4,019	2,143	1,340	1,148	1,053	2,130	3,385
2004/05	1,142	1,222	1,062	1,322	1,623	2,083	1,970	3,255	2,375	1,566	1,302	1,460	1,699	3,348
2005/06	1,830	1,896	4,532	2,244	4,314	5,295	5,397	10,315	9,301	5,339	2,641	2,029	4,594	3,375
2006/07	2,179	2,157	2,179	5,186	2,658	2,506	4,727	8,248	6,392	3,139	1,914	1,627	3,576	3,379
2007/08	2,026	1,961	1,874	1,721	2,375	2,397	2,584	3,196	2,335	1,608	1,435	1,531	2,087	3,352
2008/09	1,700	4,009	4,554	2,288	4,685	3,617	4,861	9,262	5,282	2,641	2,163	2,067	3,927	3,364
2009/10	1,961	1,830	1,874	1,809	1,896	3,595	2,928	4,382	4,497	2,411	2,067	2,220	2,623	3,349
2010/11	2,310	2,288	2,332	2,419	2,353	2,375	2,392	3,100	2,220	1,742	1,454	1,340	2,194	3,326
Promedio	1,887	2,118	3,171	3,320	3,200	3,407	4,218	6,311	5,512	3,140	1,980	1,650	3,326	
Máximo	6,969	7,482	20,178	23,838	13,902	10,077	12,153	17,874	22,276	13,970	6,641	5,076	13,370	
Mínimo	0,588	0,697	0,588	0,545	0,675	0,697	0,498	0,632	0,536	0,517	0,517	0,459	0,579	

Fuente: proyecto de Ingeniería.

Gráfico 4-2. Caudales Medios Anuales Estero Codegua



Fuente: Estudio Hidrológico. Proyecto de Ingeniería.

e) Conclusiones

El estero Codegua posee un régimen de escurrimiento fundamentalmente nivo pluvial, de manera que posee dos periodos de crecidas, siendo uno en invierno (mes de julio) y otro en primavera – verano (mes de Diciembre). Este régimen hidrológico, junto con la regulación que proveerá el embalse, permitirá abastecer con agua de riego durante la época estival.

Además la captación de la sub-cuenca (alrededor de 2.000 ha), de la Quebrada El Bolsón, permitirá una mayor disponibilidad de recurso hídrico para el llenado del embalse.

4.1.5 Calidad de aguas

a) Antecedentes Generales

De acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia y en la propuesta aprobada de Campañas de Terreno y de Estaciones de Muestreo, en Noviembre del año 2013 se determinaron 3 puntos de monitoreo. Ver tabla 4-3.

En función de ello, se realizó la toma de muestras de la primera campaña, correspondiente a la estación de verano el día 19.12.2013 y posteriormente la segunda campaña de la estación de otoño el día 08.04.2014. El análisis de las muestras se realizó considerando los parámetros de uso de agua en riego y vida acuática de acuerdo a lo que establece la normativa NCh1333/Of. 78, para estos mismos componentes.

b) Área de Influencia

Área de influencia directa: Se establece como el área de inundación en el tramo de Estero Codegua en que se instala el embalse.

Área de influencia indirecta: El área del Estero Codegua, aguas abajo del embalse, hasta confluencia con quebrada Loma Pelada.

c) Metodología

Para la caracterización de la calidad de aguas, se tomaron muestras de agua superficial con el objetivo evaluar su calidad en laboratorio. Mientras que algunos de los parámetros son medidos in situ, mediante el uso de un medidor digital multiparámetro o multítester.

Se analizaron los aspectos físico-químicos y microbiológicos señalados en la Norma Chilena 1333/Of.78 para todos los parámetros de los usos en Riego y Vida Acuática.

A continuación, se indica la ubicación de las estaciones de muestreo:



Tabla 4-3. Estaciones de toma de muestras de agua.

Lugar de Muestreo Superficial	Referencia	Coordenadas UTM, WGS84 H19	
		Este	Norte
Punto A: Estero Codegua, Aguas bajo del muro	Frente a Hotel La Leonera.	354.863	6.232.957
Punto B: Estero Codegua, Área de inundación	1,3 Km aguas arriba desde Hotel La Leonera.	356.062	6.233.497
Punto C: Estero Codegua, Aguas arriba Cola de Embalse	3.14 Km aguas arriba desde Hotel La Leonera.	357.645	6.232.674

La ubicación de estos puntos se encuentra en lámina 2 de Anexo 1.

d) Resultados

El detalle de los resultados se observan en Anexo 2.

i. Campaña de Verano.

• Agua para Riego

- **pH:** El pH indica el balance entre ácidos y bases del agua. Todos los valores medidos se encuentran dentro del rango recomendable para uso de regadío donde el pH puede oscilar entre 5,5 y 9,0 de acuerdo a la NCh 1333. Los valores más altos se presentaron en la muestra de Punto A con un pH 6.5.
- **Conductividad:** La conductividad mide la capacidad del agua de transportar corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la naturaleza y la concentración de los iones disueltos, la movilidad y valencia de los iones disueltos y la temperatura a la que se efectúa la medición.

Los valores oscilan entre 250-251 $\mu\text{C}/\text{cm}$, siendo clasificado según NCh 1333 como "Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales".

➤ **Parámetros Orgánicos e Inorgánicos:**

- **Coliformes fecales:** son un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común y que utilizan como indicadores de contaminación.

Los valores oscilan entre los 2 y 7.8 NMP/100ml, resultados que corresponden a cantidades muy bajas que no superan la norma, 1000 NMP/100ml.

- **Sólidos Totales Disueltos:** representan la combinación de todas las sustancias orgánicas e inorgánicas que se encuentran en suspensión, dentro del cuerpo de agua.

Los valores oscilan entre los 138 y 188 mg/l, siendo clasificado según NCh 1333 como “Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales”.

➤ **Elementos Químicos:**

Se midieron las concentraciones de los siguientes compuestos.

- **Metales:** aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, vanadio, cinc.
- **No Metales:** selenio.
- **Aniones:** cianuro, cloruro, fluoruro, sulfato y sodio porcentual.

Los análisis químicos del laboratorio, indican que se sobrepasa la norma de la concentración de mercurio con 0.0096 (mg/ml).

• **Agua para Vida Acuática**

- **pH:** La totalidad de las muestras entregan resultados que se sitúan dentro de los parámetros que contempla la NCh 1333 para aguas destinadas a vida acuática. Su valor se encuentra dentro de 7.81 y 7.87.
- **Temperatura:** Las temperaturas presentan un mínimo de 19.2 °C en la muestra 1 y el máximo lo presenta la muestra 2 con 23.4 °C. Las muestras fueron tomadas en pleno verano de 2013.
- **Oxígeno disuelto:** En todas las muestras de la campaña, las concentraciones se encuentran por sobre los 5 mg/l que establece la norma de referencia NCh 1333. Sus concentraciones oscilan entre los 6.8 y 7.3 mg/l.
- **Alcalinidad Total:** Tanto las concentraciones de la muestra B y C, se encuentran dentro de la norma, no obstante la concentración de la muestra A presenta una magnitud de 15 mg/l frente al mínimo que establece de 20 mg/l.
- **Turbiedad:** Equivale a la falta de transparencia de agua a causa de la concentración partículas en suspensión.

Los valores oscilan entre 0.92 y 3.90 NTU.

- **Sólidos Sedimentables:** representan la combinación de todas las sustancias orgánicas e inorgánicas contenidas en el cuerpo de agua que pueden precipitar.

Los resultados en las tres campañas, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental < 0.5 mg/ml.

- **Color:** se origina por la presencia de materia orgánica, generalmente del suelo u otros contaminantes.

Los resultados de las tres campañas, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental < 5 Pt/Co.

- **Sólidos Flotantes Visibles y Espumas no Naturales:** durante la etapa de muestreo, no se visualizó ningún tipo de estos componentes.
- **Petróleo o cualquier tipo de Hidrocarburo:** durante la etapa de muestreo, no se visualizó ningún tipo de estos componentes, tanto en su superficie, orilla, fondo y ribera. Tampoco se detectaron olores en sus inmediaciones.

ii. Campaña de Otoño.

- **Agua para Riego**

- **pH:** La totalidad de los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de 7.0 y 7.3, por lo tanto estarían cumpliendo con lo establecidos en la norma de referencia.
- **Conductividad:** Según los datos obtenidos en laboratorio, nos indican que las concentraciones de las 3 muestras oscilan entre 460-467 $\mu\text{C}/\text{cm}$, siendo clasificado según NCh 1333 como "Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales".
- **Parámetros Orgánicos e Inorgánicos:**
 - **Coliformes fecales:** las concentraciones obtenidas no fueron muy homogéneas, teniendo la menor en el punto C, una magnitud de 13 NMP/100 mL y la mayor en el punto A una magnitud de 33 NMP/100 mL. No obstante en ninguno de los casos se superó la norma.
 - **Sólidos Totales Disueltos:** Según los datos obtenidos en laboratorio, nos indican que las concentraciones de las 3 muestras oscilan entre 312-317 $\mu\text{C}/\text{cm}$, siendo clasificado según NCh 1333 como "Agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales".
- **Elementos Químicos:** Se procedió a medir los mismos elementos que se encuentran mencionados en la Campaña de Verano. Ninguno de ellos sobrepasa la concentración máxima, establecida por la NCh 1333.

Por lo tanto, debido a que los parámetros medidos en la Campaña de Otoño no se encuentran excedidos, el agua del Estero de Codegua se encuentra apta para Riego.

- **Agua para Vida Acuática**

- **pH:** La totalidad de las muestras entregan resultados que se sitúan dentro de los parámetros que contempla la NCh 1333 para aguas destinadas a vida acuática.
- **Temperatura:** Las temperaturas presentan un mínimo de 10.2 °C en la muestra A y el máximo lo presenta la muestra B con 14.9 °C.
- **Oxígeno disuelto:** En todas las muestras de la campaña, las concentraciones se encuentran por sobre los 5 mg/l que establece la norma de referencia NCh 1333. Sus valores se encuentran entre los 8.3 y 10.01 mg/l.
- **Alcalinidad Total CaCO₃:** En base a los resultados obtenidos en laboratorio, las concentraciones de CaCO₃ de las 3 muestras, estarían dentro de lo estipulado por la norma de referencia. Su concentración oscila entre los 22.0 y 24.0 ml/l.
- **Turbiedad:** Las muestras realizadas presentaron valores que oscilan entre 3.24 y 5.10 NTU.
- **Sólidos Sedimentables:** Los resultados de las tres campañas se encuentran por debajo del límite de detección instrumental < 0.5 mg/l.
- **Color:** Los resultados de las tres campañas, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental < 5 Pt/Co.
- **Sólidos Flotantes Visibles y Espumas no Naturales:** durante la etapa de muestreo, no se visualizó ningún tipo de estos componentes.
- **Petróleo o cualquier tipo de Hidrocarburo:** durante la etapa de muestreo, no se visualizó ningún tipo de estos componentes, tanto en su superficie, orilla, fondo y ribera. Tampoco se detectó olores en sus inmediaciones.

Tabla 4-4. Resumen de Resultados de Análisis de Calidad del Agua según NCh 1.333. (Elementos químicos, parámetros orgánicos e inorgánicos y agua para riego).

PARÁMETRO	UNIDAD	MAXIMO PERMITIDO NCh 1333	LD LÍMITE DE DETECCIÓN	VERANO			OTOÑO		
				PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C	PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C
% Sodio	ml/L	35	*	12	12	12	22	22	21
Aluminio	ml/L	5,0	0,5	0,8	0,9	1	1,3	1,5	1,6
Arsénico	ml/L	0,1	0,001	0,008	0,01	0,01	0,015	0,02	0,003
Bario	ml/L	4,0	0,1	< LD					
Berilio	ml/L	0,1	0,01	< LD					
Boro	ml/L	0,75	0,01	0,07	0,06	0,06	0,06	0,1	0,07
Cadmio	ml/L	0,01	0,01	< LD					
Cianuro	ml/L	0,20	0,02	< LD					
Cloruro	ml/L	200	5	9	9	9	14	13	15
Cobalto	ml/L	0,05	0,05	< LD					
Cobre	Mg/L	0.2	0,01	< LD					
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1000	1,8	2	7,8	4	33	22	13
Conductividad a 25°C	us/Cm	<= 750	1	250	250	251	460	465	467
Cromo	ml/L	0,1	0,05	< LD					
Fluoruro	ml/L	1,0	0,5	< LD					
Hierro	ml/L	5,0	0,01	0,41	0,5	0,51	0,57	0,65	0,68
Litio	ml/L	2,5	0,01	< LD					
Litio (citrícos)	ml/L	0,075	*	< LD	< LD	< LD	*	*	*
Manganeso	ml/L	0,2	0,01	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,06
Mercurio	ml/L	<0,001	0,0005	< LD	0,0096	< LD	< LD	< LD	< LD
Molibdeno	ml/L	0,01	0,005	< LD					
Níquel	ml/L	0,2	0,05	< LD					
pH a 25°C Laboratorio	UpH	5,5 a 9,0	0,1	6,5	6,4	6,3	7	7	7,3
Plata	UpH	0,2	0,01	< LD					
Plomo	ml/L	5,0	0,05	< LD					
Razón Adsorción Na (RAS)	ml/L	*	*	0,0	*	*	0,8	0,8	0,8
Selenio	ml/L	0,02	0,001	< LD					
Sólidos Disueltos Totales	ml/L	<=500	5	154	138	188	312	313	317



PARÁMETRO	UNIDAD	MAXIMO PERMITIDO NCh 1333	LD LÍMITE DE DETECCIÓN	VERANO			OTOÑO		
				PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C	PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C
Sulfato	ml/L	250	10	88	88	88	194	185	186
Vanadio	ml/L	0,1	0,1	< LD					
Zinc	ml/L	2,0	0,01	0,04	0,03	0,05	< LD	< LD	< LD

Tabla 4-5. Resumen de Resultados de Análisis de Calidad del Agua según NCh 1.333. (Agua para vida acuática)

PARÁMETRO	UNIDAD	MAXIMO PERMITIDO NCh 1333	LD LÍMITE DE DETECCIÓN	VERANO			OTOÑO		
				PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C	PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C
Alcalinidad Total	ml/L	≥ 20	0,2	15,0000	23,0000	23,0000	24,0000	22,0000	22,0000
Color Verdadero	Pt/Co	≤ 100	5	<5,000	<5,0000	<5,0000	<5,000	<5,0000	<5,0000
Hidrocarburos	*	No debe haber detección visual, cubrimiento de fondo, orilla o ribera, olor perceptible	*	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥ 5	*	7,300	7,0000	6,8000	10,0100	8,3000	9,9900
pH	UpH	5,5 – 9,0	0,1	7,8700	7,8100	7,8300	7,6800	7,6900	7,7200
Sólidos Flotantes y Espumas	*	Ausentes	*	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables	ml/L	No exceder valor natural	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Temperatura	°C	No debe aumentar valor natural en más de 3°C	*	19,2000	23,4000	21,4000	10,2000	14,9000	12,3000
Turbiedad	NTU	≤ 50	0,05	0,9200	2,9500	3,9000	3,240	4,630	5,100



e) Conclusiones

El análisis realizado en laboratorio y su posterior comparación con la norma de referencia NCh 1333 Requisitos de Calidad de Agua, determina que la calidad del agua para riego y vida acuática cumple los estándares en la Campaña de Otoño. La Campaña de Verano sobrepasa la norma en dos parámetros tanto en las Normas para Vida Acuática y para Riego.

Los valores obtenidos en la Campaña de Verano, determinan que el cauce de agua no se encuentra dentro de los rangos aceptables, en cuanto a Requisitos del Agua para Riego y Vida Acuática que establece la norma de referencia. Los parámetros para el mercurio obtienen un resultado de 0.0096 mg/l versus los 0.001 mg/l que la norma indica; mientras que la alcalinidad total posee una concentración de 15 mg/l frente a los 20 mg/ml que exige la norma.

4.2 MEDIO BIÓTICO

4.2.1 Flora y Vegetación Terrestre

a) Antecedentes Generales

Según la clasificación dada por Gajardo (1994), el área de estudio se inserta en la Región del matorral y del bosque esclerófilo, más específicamente en la Sub-región del Bosque esclerófilo. La formación del sitio de estudio corresponde al Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina, la cual Gajardo (1994) describe como:

“Su distribución se encuentra limitada por las altas pendientes de las laderas bajas y medias de la Cordillera de los Andes, lo que provoca la estratificación altitudinal súbita; al mismo tiempo presenta gran influencia el hecho de que ocupa un ambiente de carácter muy árido en el verano y frío en invierno, sin la influencia reguladora del océano. El patrón de distribución de las comunidades vegetales se debe principalmente a la variación en altitud y la exposición a la radiación solar, aunque también es importante el relieve”.

El paisaje vegetal corresponde al de un bosque esclerófilo, que a menudo se encuentra muy intervenido, con matorral en las laderas de exposición al norte. Sobre su composición florística hay pocos antecedentes, pero es una formación que señala el límite de distribución más austral de varias especies.

b) Área de Influencia

El área de influencia directa está determinada por la superficie inundada por el Embalse.

El área de influencia indirecta, corresponde al área adyacente al embalse.

c) Metodología

A continuación se presenta la metodología que se ocupó para la obtención de los antecedentes de Flora y Vegetación Terrestre en el área de estudio.



i. Objetivos específicos

- Revisión bibliográfica de los estudios de flora y vegetación que se han realizado en la zona del proyecto, y que describan las regiones y sub-regiones ecológicas del área. La revisión considera básicamente el Sistema de Clasificación de la Vegetación Natural Chilena (Gajardo, 1994) y el esquema de pisos de vegetación propuesto por Luebert y Pliscoff (2007).
- Elaboración de una lista taxonómica de las especies de flora vascular terrestre presentes en el área.
- Identificación y ubicación espacial de las especies en categorías de conservación existentes en el área. La asignación de categorías de conservación de las especies se realizó de acuerdo con las especies clasificadas por la autoridad en sus procesos oficiales (con Decretos Supremos publicados en el Diario Oficial).
- Clasificación de la vegetación y elaboración de una cartografía temática con las formaciones vegetales y sus especies características y dominantes. Dicha cartografía será elaborada en terreno utilizando la metodología de Carta de Ocupación de Tierras (COT, Etienne y Prado, 1982).

ii. Trabajo de Campo

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos se realizó una campaña de terreno, en la que se recogieron los siguientes antecedentes.

- Flora

Se estableció la riqueza y la composición de la flora del área definida como de influencia directa del proyecto. Con ese fin se visitó el terreno y se realizaron inventarios de especies con base en parcelas de área mínima por comunidad en cada uno de los tipos más generales de vegetación obtenido mediante la clasificación que entrega la aplicación de la Cartografía de Ocupación de Tierras (COT).

La identificación de las plantas se realizó con apoyo en la literatura de especialidad y en la medida de la necesidad, comparando el material colectado con material conservado en los herbarios del Museo Nacional de Historia Natural y de la Universidad de Concepción. La nomenclatura de las especies seguirá a Marticorena & Quezada (1985), Marticorena et al. (1998) y Zuloaga et al (2008, en adelante).

Respecto de las especies detectadas, para cada una se indicó familia a la que pertenece, el nombre vulgar, el origen geográfico (nativa o alóctona), la forma de crecimiento (árbol, arbusto, hierbas, suculentas) y sus categorías de conservación.

Las categorías de conservación se asignaron de acuerdo con las definiciones oficiales pertinentes.



- Vegetación

La clasificación de las comunidades vegetales, su descripción básica (tipos biológicos-cobertura-especies dominantes) y su cartografía se hizo con base en la metodología de la Cartografía de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982). A fin de complementar la información y obtener una mejor descripción de las comunidades y de las abundancias de las especies que las componen, en cada tipo homogéneo de vegetación se levantaron parcelas, de área mínima por tipo de vegetación, aplicando la metodología de la escuela de Zurich y Montpellier para obtener la composición y la cobertura (abundancia).

d) Resultados

Según la clasificación dada por Luebert y Plissock (2006), el área de estudio correspondería al Bosque esclerófilo, específicamente el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*. Los autores definen este piso vegetacional como:

“Bosque esclerófilo, típicamente dominado por *Lithrea caustica*, *Quillaja saponaria* y *Kageneckia oblonga*; *Cryptocarya alba* es localmente abundante en los sectores de mayor humedad. La estrata arbustiva es muy diversa, destacando la presencia de *Escallonia pulverulenta*, *Proustia cuneifolia*, *Colliguaja odorifera*, *Satureja gilliesii* y *Teucrium bicolor*. La estrata herbácea también es diversa, con importante presencia de geófitas, como *Alstroemeria haemantha*, *Pasithea coerulea* y *Solenumelus pedunculatus*. Las laderas rocosas de exposición norte generalmente presentan un matorral dominado por *Colliguaja odorifera*, *Puya berteroniana* y *Echinopsis chiloensis*, con presencia de individuos aislados de *Quillaja saponaria* o *Lithrea caustica*. En algunas zonas costeras este bosque se encuentra asociado con *Jubaea chilensis*.”

Para este piso vegetacional, los autores describen 9 comunidades zonales (ver Tabla 4-6), 3 comunidades intrazonales (ver Tabla 4-7).

Tabla 4-6. Comunidades zonales en el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*.

Comunidades zonales	Referencia bibliográfica (todas citadas en Luebert y Plissock 2006)
<i>Quillaja-Lithraeetum</i>	Oberdofer 1960, Villaseñor y Serey 1980, Balduzzi <i>et al.</i> 1981, 1982, Avilez 2001
<i>Jubaeetum</i>	Oberdofer 1960, Villaseñor y Serey 1980, Balduzzi <i>et al.</i> 1981, 1982, Avilez 2001
<i>Quillaja saponaria-Lithrea caustica</i>	Donoso 1982, Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002
<i>Quillaja saponaria-Colliguaja odorifera</i>	Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002
<i>Cryptocarya alba-Quillaja saponaria</i>	Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002
<i>Cryptocarya alba-Lithrea caustica</i>	Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002
<i>Jubaea chilensis-Lithrea caustica</i>	Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002
<i>Puya berteroniana-Adesmia arborea</i>	Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002
<i>Chusquea cumingii</i>	Gajardo 1994, Niemeyer <i>et al.</i> 2002

Fuente: Luebert y Plissock 2006.



Tabla 4-7 Comunidades intrazonales en el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*.

Comunidades intrazonales	Referencia bibliográfica (todas citadas en Luebert y Pliscoff 2006)
<i>Persea lingue-Luma chequen (quebradas)</i>	Gajardo 1994
<i>Persea lingue-Drimys winteri</i>	Niemeyer et al. 2002
<i>Cryptocarya alba-Persea lingue</i>	Niemeyer et al. 2002

Fuente: Luebert y Pliscoff 2006.

iii. Resultados de Terreno

- Vegetación

En la campaña de terreno realizada entre los días 26 y 27 de Abril, a partir de la rodalización de unidades vegetacionales en terreno y posterior gabinete, se identificaron 20 comunidades preliminares según su estratificación, cobertura y especies dominantes. Para simplificar los resultados, y asumiendo que las diferentes comunidades pueden corresponder a variaciones en el muestreo visual de cada formación, estas formaciones preliminares se agruparon finalmente en 9 formaciones vegetales. Las unidades preliminares y finales para el sitio de estudio se enumeran en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. Formaciones vegetales encontradas en el sitio de estudio.

Nombre Unidad Vegetacional	Comunidades preliminares	Formación final
UV01	Asociación Peumo, Litre, Boldo y Quillay	Bosque de Peumo y Litre
UV05	Asociación de Peumo y Litre	
UV06	Asociación de Peumo y Litre	
UV08	Asociación de Peumo, Litre y Boldo	
UV11	Asociación de Peumo, Litre y Quillay	
UV04	Asociación de Lingue y Peumo	Bosque de Lingue
UV07	Asociación de Lingue y Pitra	
UV12	Asociación de Lingue y Zorzamora	
UV13	Asociación de Lingue y Peumo	Bosque de Eucalipto
UV19	Asociación de Eucalipto y Litre	
UV14	Asociación de Espino y Peumo	Matorral de Espino
UV17	Asociación de Espino y Litre	
UV09	Asociación de Vautro	Matorral de Vautro
UV10	Asociación de Sauce chileno y Vautro	
UV15	Asociación de Vautro y Romerillo	
UV18	Asociación de Vautro y Sauce chileno	
UV16	Asociación de Colliguay y Quila	Matorral de Colliguay y Quila
UV02	Asociación de Espino, Romerillo, Huañil	Matorral de Romerillo, Espino y Huañil
UV20	Asociación de Zorzamora y Quilo	Matorral de Zorzamora
UV03	Asociación de Zorzamora y Espino	Matorral de Zorzamora y Espino

Fuente: Elaboración propia (2014).



➤ Bosque de Peumo y Litre (LA6 LB3 H2)

Corresponde a la formación de mayor extensión en el sitio de estudio. Se desarrolla tanto en las laderas de exposición sur como en los piedemonte, pudiendo cubrir gran parte de los sitios de baja pendiente en las laderas bajas. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso alto posee una cobertura densa, la cual está constituida por una diversa composición de especies. Las principales corresponden a Peumo (*Cryptocarya alba*) y Litre (*Lithraea caustica*), cada una con cobertura poco densa. Estas especies se encuentran casi siempre acompañadas por Boldo (*Peumus boldus*), la cual también alcanza cobertura poco densa. También es común encontrar individuos dispersos de Quillay (*Quillaja saponaria*) a través de esta formación. En casos puntuales, se puede observar individuos de Naranjillo (*Citronella mucronata*) creciendo en esta formación, árbol que fue encontrado en la unidad UV06.

El estrato leñoso bajo no tiene mayor representación, teniendo cobertura muy clara debido al espeso estrato leñoso alto. La especie que tiene mayores coberturas en este estrato corresponde a la Quila (*Chusquea cumingii*), la cual crece en densas comunidades localmente agrupadas heterogéneamente, pudiendo formar manchones de cobertura muy densa. En las partes más oscuras del bosque es posible encontrar especies como *Eupatorium glechonophyllum* o *Escallonia pulverulenta*. Por otra parte, en los sitios más claros del bosque es posible encontrar Huingan (*Schinus polygamus*) o Crucero (*Colletia hystrix*).

El estrato herbáceo es escaso, debido a la falta de luminosidad que penetra el bosque, además de la época en que se realizó la campaña de terreno. Es posible observar diversas especies de Culantrillos (*Adiantum* spp), *Nassella chilensis*, *Tetilla hydrocotilifolia*, Maicillo (*Solenomelus pedunculatus*) y *Dioscorea humile*.

Es necesario destacar que en esta formación es muy común la presencia de lianas, tales como *Diplolepis menziesii*, *Proustia pyrifolia*, *Lardizabala biternata* y *Mutisia rosea*.

➤ Bosque de Lingue (LA7 LB3 H1)

Es una formación que se encuentra exclusivamente en los hábitats de fondo de quebrada, por lo que se ve restringida en sitios con altos grados de humedad. Su composición específica puede variar dependiendo del grado de perturbación que recibe esta formación. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso alto tiene una cobertura muy densa, y puede variar dependiendo de la unidad que se analiza, pero la especie más común que se mantiene siempre presente en esta formación corresponde al Lingue (*Persea lingue*). En los sitios menos perturbados, tales como la unidad UV07, el Lingue se encuentra acompañado por Pitra (*Myrceugenia exsucca*), especie que se encuentra con coberturas poco densa. En sitios más perturbados, se encuentra acompañada por Maqui (*Aristotelia chilensis*).



El estrato leñoso bajo depende en su cobertura y composición del grado de perturbación de la unidad vegetacional. En las unidades menos perturbadas, se encuentra formada principalmente por Chequen (*Luma chequen*) y Codoicopú (*Myoschilos oblongum*). En las zonas riparianas, este estrato está dominado por especies como Culén (*Otholobium glandulosum*) y Ñipa (*Escallonia illinita*). En los sitios más perturbados, este estrato se encuentra con coberturas muy altas, dominado por Zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

El estrato herbáceo es muy escaso, compuesto sólo por especies principalmente riparianas, tales como *Cyperus rigens*, *C. eragrostis*, *Polypogon australis*, *Mimulus luteus*, entre otras.

En los sitios más perturbados, es muy común la presencia de la forma trepadora del Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*).

➤ Bosque de Eucalipto (LA6 LB1)

Corresponde a un pequeño rodal ubicado en la terraza aluvial del río, el cual forma una comunidad boscosa gracias a un levantamiento de la caja de río que permite un gran desarrollo de la vegetación a pesar de las ocasionales subidas del río. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

La formación está constituida principalmente por un estrato leñoso de cobertura densa. Esta estrata se compone exclusivamente de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*). El estrato leñoso bajo sólo presenta algunos individuos ocasionales de Litre (*Lithraea caustica*). El estrato herbáceo no presenta ninguna especie, al menos durante la fecha de la campaña de terreno. Sólo se encontró la enredadera *Ercilla spicata* creciendo entre los ejemplares de Litre.

➤ Matorral de Espino (LA2 LB5 H3)

Corresponde a una formación que se encuentra en sitios planos del sitio de estudio. Probablemente corresponde a una fase avanzada de un matorral altamente perturbado por la presencia del ganado, debido a la baja cobertura de la vegetación a pesar del desarrollo de las especies leñosas. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso alto está formado por especies remanentes de un antiguo bosque esclerófilo explotado, por lo que son árboles que se encuentran distanciados entre ellos, por lo que poseen una cobertura muy clara. Este estrato presenta especies como Peumo, Quillay y Litre.

El estrato leñoso bajo tiene una cobertura poco densa, la cual presenta principalmente al Espino (*Acacia caven*), la cual tiene una cobertura de un poco densa. También es posible encontrar renovales del bosque esclerófilo, principalmente Litre (*Lithraea caustica*).

El estrato herbáceo se presenta dominado principalmente por especies anuales, por lo que durante la fecha de terreno, éstas se encontraban en senescencia. Probablemente durante los meses de invierno y primavera este estrato tiene una cobertura cercana al 100%, pero durante la fecha de terreno era escasa. Las principales especies encontradas en dispersión de semillas corresponden a Madi (*Madia sativa*) y Manzanillón (*Helenium aromaticum*), mientras que la



única que se encuentra recién apareciendo para esta temporada corresponde a *Dioscorea humile*.

➤ Matorral de Vautro (LA1 LB3 H4)

Es una formación ampliamente extendida a lo largo de la terraza aluvial que se encuentra en el lecho del Río Codegua. Esta formación corresponde a la primera etapa sucesiva de la vegetación tras la regeneración de ésta a partir de las perturbaciones ocurridas debido al aumento del caudal del Río. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso alto tiene una baja participación, la cual corresponde a una cobertura muy escasa. Éste se compone principalmente por la presencia del Sauce chileno (*Salix humboldtiana*), la cual se puede encontrar de manera aislada, aunque en algunos puntos muy cercano a cuerpos de agua lenticos se pueden observar densos bosquetes de esta especie. También es posible encontrar algunos individuos aislados de Fresno (*Fraxinus excelsius*), una especie introducida naturalizada en el sitio de estudio.

El estrato leñoso bajo tiene una cobertura muy clara, la cual está formada principalmente por Vautro (*Baccharis salicifolia*). Esta especie es la más frecuente en la formación, aunque es posible encontrar una rica composición específica en esta estrata. También es posible observar diversas especies de *Baccharis* spp además de *B. salicifolia* (i.e. *B. linearis* y *B. neai*), Zarzaparrilla (*R. punctatum*) y Buchu (*Haplopappus velutinus*). Es interesante también la presencia de especies provenientes de la región vegetacional altoandina, las cuales pueden llegar a las menores altitudes como las del sitio de estudio gracias al transporte de los propágulos de estas plantas gracias al flujo del Río. Entre estas especies, se puede encontrar Mata negra (*Mulinum spinosum*), Horizonte (*Tetraglochin alatum*) y *Phacelia secunda*.

El estrato herbáceo tiene una cobertura clara, la cual está dominada principalmente por *Galega officinalis*, especie introducida que muestra un gran desarrollo en esta formación. Las otras especies de este estrato tienen una participación mucho menor, aunque algunas tienen una frecuencia relativamente alta, tales como el Paico (*Chenopodium multifidum*), *Conyza* cfr *spiculosa*, Viravira (*Gnaphalium viravira*) y *Verbascum virgatum*.

➤ Matorral de Colliguay y Quila (LA3 H3)

Corresponde a una formación presente en afloramientos rocosos de alta exposición, cercana al lecho del río. Su fisionomía y composición de especies es de la naturaleza de la vegetación encontrada en laderas de exposición norte. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso bajo tiene una cobertura clara, en la cual la principal especie corresponde al Colliguay (*Colliguaja odorifera*), la cual tiene por sí sola una cobertura clara. Otra especie muy común en este estrato corresponde a la Quila (*Chusquea cumingii*), la cual tiene una cobertura muy clara. También es posible encontrar especies propias de ambientes secos y con suelos de alta pedregosidad, tales como el Quisco (*Echinopsis chiloensis*) y diferentes especies de Chagual (*Puya coerulea* y *P. berteroniana*), además de especies de ambientes más mesicos, como el Mitique (*Podanthus mitiqui*).

El estrato herbáceo tiene una cobertura muy clara, en la cual actualmente las especies se encuentran en etapa de senescencia. De este estrato, es posible encontrar especies como *Chaetanthera chilensis*, *Plantago hispidula*, *Vulpia myuros* y *Lamarckia aurea*.

➤ Matorral de Romerillo, Espino y Huañil (LB3 H3)

Es una formación que se encuentra en la terraza aluvial del Río Codegua, aunque a diferencia del Matorral de Vautro, corresponde a una sucesión vegetal más avanzada, en la que las perturbaciones por el crecimiento del caudal no han afectado hace bastante tiempo, y se han establecido especies forestales secundarias. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso bajo está formado por una gran cantidad de especies propias de las comunidades que se encuentran en sitios áridos del matorral esclerófilo. En esta formación, este estrato tiene una cobertura clara, y es posible encontrar principalmente Romerillo (*Baccharis linearis*) y Huañil (*Proustia cuneifolia*). Otra especie muy común en esta formación es el Espino (*Acacia caven*), lo cual refleja la presencia de ganado en estos sitios. En los lugares donde se ha alcanzado una mayor sucesión, es posible encontrar Litre (*Lithraea caustica*). Cabe destacar la presencia de Bailahuén (*Haplopappus taeda*) en esta estrata.

El estrato herbáceo es muy similar en composición al del Matorral de Vautro. Sin embargo, la falta de la hierba introducida *Galega officinalis*, hace que la cobertura sea mucho más baja, llegando a ser muy escasa.

➤ Matorral de Zarzamora (LB7)

Corresponde a una formación de alta antropización que se encuentra distribuida principalmente en los sitios de alta humedad, alrededor de canales de regadío, o sitios cercanos al curso natural del Río con un alto impacto de perturbación humana. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso bajo es extremadamente denso, con una cobertura muy densa, y se encuentra completamente dominado por Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), por lo que es casi imposible penetrar. Es posible observar algunas especies muy ocasionales emergiendo del matorral formado por la Zarzamora, tales como Maqui (*Aristotelia chilensis*) y Sauce chileno (*Salix humboldtiana*). En esta formación es posible encontrar muy comúnmente a la forma trepadora del Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) creciendo por sobre la Zarzamora.

➤ Matorral de Zarzamora y Espino (LB3 H4)

Al igual que en la formación comentada previamente, esta corresponde a una formación originada por el alto nivel de antropización. Sin embargo, en este caso, esta formación se encuentra en lugares secos alejados de quebradas o cursos de agua. Estos sitios corresponden a suelos despejados de vegetación para diversos fines, ya sea para cultivo, ganadería o servicio para las torres de alta tensión. (Ver Lámina 2 de Anexo 1 Cartografía)

El estrato leñoso bajo se encuentra acumulado en los bordes de los polígonos, donde la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*) crece densamente en los bordes de los bosques que rodean a estos polígonos, sirviendo como cerco vivo para la separación de cuarteles o potreros. Al centro se encuentran especies como Espino o Romerillo de manera ocasional.

El estrato herbáceo corresponde a una estrata estacional que durante los meses de invierno y primavera tiene una gran cobertura. Sin embargo, durante la visita de terreno se encontraban la mayoría de las especies en senescencia, pudiéndose observar especies estivales tardías como el Madi (*Madia sativa*), *Baccharis pingraea* y *Verbena bonariensis*.

- Flora

A partir de las parcelas y muestreos mediante recorridos visuales, se encontraron 124 especies de plantas vasculares en el área de estudio (con una especie con dos variedades; *Adiantum chilense*), las que se muestran en conjunto a su sistemática en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9. Inventario florístico en conjunto con la sistemática de cada especie encontrada.

Clase	Familia	Género	Especie
Polypodiopsida	Azollaceae	Azolla	<i>Azolla filiculoides</i>
	Blechnaceae	Blechnum	<i>Blechnum hastatum</i>
	Pteridaceae	Adiantum	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>
		Adiantum	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>sulphureum</i> <i>Adiantum excisum</i>
Equisetopsida	Equisetaceae	Equisetum	<i>Equisetum bogotense</i>
Magnoliopsida	Anacardiaceae	Lithrea	<i>Lithrea caustica</i>
	Anacardiaceae	Schinus	<i>Schinus polygamus</i>
	Apiaceae	Eryngium	<i>Eryngium paniculatum</i>
		Gymnophyton	<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>
		Hydrocotyle	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
		Mulinum	<i>Mulinum spinosum</i>
	Apocynaceae	Diplolepis	<i>Diplolepis menziesii</i>
	Asteraceae	Acrisione	<i>Acrisione denticulata</i>
		Baccharis	<i>Baccharis linearis</i>
			<i>Baccharis neai</i>
			<i>Baccharis paniculata</i>
			<i>Baccharis pingraea</i>
			<i>Baccharis rhomboidalis</i>
			<i>Baccharis salicifolia</i>
		Carthamus	<i>Carthamus lanatus</i>
		Chaetanthera	<i>Chaetanthera chilensis</i>
<i>Chaetanthera ciliata</i>			
Conyza		<i>Conyza</i> cfr. <i>spiculosa</i>	
Eupatorium		<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	
Filago	<i>Filago gallica</i>		
Gamochoeta	<i>Gamochoeta chamissonis</i>		



Clase	Familia	Género	Especie
		Gnaphalium	<i>Gnaphalium viravira</i>
		Gochnatia	<i>Gochnatia foliolosa</i>
		Haplopappus	<i>Haplopappus macrocephalus</i>
			<i>Haplopappus taeda</i>
			<i>Haplopappus velutinus</i>
		Helenium	<i>Helenium aromaticum</i>
		Madia	<i>Madia sativa</i>
		Mutisia	<i>Mutisia rosea</i>
		Mutisia	<i>Mutisia spinosa</i>
		Podanthus	<i>Podanthus mitiqui</i>
		Proustia	<i>Proustia cuneifolia</i>
			<i>Proustia pyrifolia</i>
		Senecio	<i>Senecio sp (a.f.)</i>
		Sonchus	<i>Sonchus oleraceus</i>
		Tanacetum	<i>Tanacetum parthenium</i>
		Trichocline	<i>Trichocline aurea</i>
		Triptillion	<i>Triptillion spinosum</i>
		Viguiera	<i>Viguiera revoluta</i>
	Berberidaceae	Berberis	<i>Berberis chilensis var. chilensis</i>
	Boraginaceae	Phacelia	<i>Phacelia secunda</i>
	Brassicaceae	Cardamine	<i>Cardamine hirsuta</i>
		Hirschfeldia	<i>Hirschfeldia incana</i>
	Buddlejaceae	Buddleja	<i>Buddleja globosa</i>
	Cactaceae	Echinopsis	<i>Echinopsis chiloensis</i>
	Calceolariaceae	Calceolaria	<i>Calceolaria angustifolia</i>
			<i>Calceolaria thyrsiflora</i>
	Callitrichaceae	Callitriche	<i>Callitriche lechleri</i>
	Celastraceae	Maytenus	<i>Maytenus boaria</i>
	Chenopodiaceae	Chenopodium	<i>Chenopodium multifidum</i>
	Convolvulaceae	Cuscuta	<i>Cuscuta sp (a.f.)</i>
	Elaeocarpaceae	Aristotelia	<i>Aristotelia chilensis</i>
	Escalloniaceae	Escallonia	<i>Escallonia illinita</i>
			<i>Escallonia pulverulenta</i>
	Euphorbiaceae	Colliguaja	<i>Colliguaja odorifera</i>
	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia caven</i>
		Adesmia	<i>Adesmia confusa</i>
		Galega	<i>Galega officinalis</i>
		Otholobium	<i>Otholobium glandulosum</i>
		Sophora	<i>Sophora macrocarpa</i>
	Francoaceae	Tetilla	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>
	Geraniaceae	Geranium	<i>Geranium core-core</i>
	Grossulariaceae	Ribes	<i>Ribes punctatum</i>
	lacinaceae	Citronella	<i>Citronella mucronata</i>
	Lardizabalaceae	Lardizabala	<i>Lardizabala biternata</i>
	Lauraceae	Cryptocarya	<i>Cryptocarya alba</i>



Clase	Familia	Género	Especie
		Persea	<i>Persea lingue</i>
	Monimiaceae	Peumus	<i>Peumus boldus</i>
	Myrtaceae	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>
		Luma	<i>Luma chequen</i>
		Myrceugenia	<i>Myrceugenia exsucca</i>
	Oleaceae	Fraxinus	<i>Fraxinus excelsum</i>
	Onagraceae	Epilobium	<i>Epilobium ciliatum</i>
		Ludwigia	<i>Ludwigia peploides</i>
		Oenothera	<i>Oenothera stricta</i>
	Papaveraceae	Argemonne	<i>Argemonne hunnemanni</i>
	Phrymaceae	Mimulus	<i>Mimulus glabratus var. variegatus</i>
	Phytolaccaceae	Ercilla	<i>Ercilla spicata</i>
	Plantaginaceae	Plantago	<i>Plantago hispidula</i>
			<i>Plantago lanceolata</i>
		Veronica	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
	Polygonaceae	Muehlenbeckia	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>
		Polygonum	<i>Polygonum persicaria</i>
		Rumex	<i>Rumex acetosella</i>
			<i>Rumex pulcher</i>
	Quillajaceae	Quillaja	<i>Quillaja saponaria</i>
	Rhamnaceae	Colletia	<i>Colletia hystrix</i>
		Retanilla	<i>Retanilla ephedra</i>
	Rosaceae	Kageneckia	<i>Kageneckia oblonga</i>
		Margyricarpus	<i>Margyricarpus pinnatus</i>
Rubus		<i>Rubus ulmifolius</i>	
Tetraglochin		<i>Tetraglochin alatum</i>	
Salicaceae	Populus	<i>Populus nigra</i>	
	Salix	<i>Salix humboldtiana</i>	
			<i>Salix viminalis</i>
Santalaceae	Myoschilos	<i>Myoschilos oblonga</i>	
Scrophulariaceae	Alonsoa	<i>Alonsoa meridionalis</i>	
	Verbascum	<i>Verbascum virgatum</i>	
Solanaceae	Cestrum	<i>Cestrum parqui</i>	
Tropaeolaceae	Tropaeolum	<i>Tropaeolum tricolor</i>	
Verbenaceae	Verbena	<i>Verbena bonariensis</i>	
Vittaceae	Cissus	<i>Cissus striata</i>	
Winteraceae	Drimys	<i>Drimys winteri</i>	
Liliopsida	Bromeliaceae	Puya	<i>Puya berteroaana</i>
			<i>Puya coerulea</i>
	Cyperaceae	Carex	<i>Carex berteroaana</i>
		Cyperus	<i>Cyperus eragrostis</i>
			<i>Cyperus rigens</i>
	Scirpus	<i>Scirpus asper</i>	
	Dioscoreaceae	Dioscorea	<i>Dioscorea humile</i>
Iridaceae	Solenomelus	<i>Solenomelus pedunculatus</i>	



Clase	Familia	Género	Especie
	Orchidaceae	-	<i>Orchidaceae</i> ² (a.f.)
	Poaceae	Aira	<i>Aira caryophyllea</i>
		Avena	<i>Avena barbata</i>
		Chusquea	<i>Chusquea cumingii</i>
		Lamarckia	<i>Lamarckia aurea</i>
		Nassella	<i>Nassella chilensis</i>
		Polypogon	<i>Polypogon australis</i>
		Vulpia	<i>Vulpia myuros</i> var. <i>megalura</i>

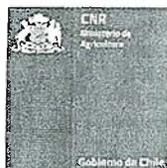
Fuente: Elaboración propia (2014). a. f. = *absent florae*, no fue posible la identificación debido a que sólo se encontró material vegetal en fenofase estéril. Se necesitan órganos florales o fructíferos para la identificación.

En la Tabla 4-10 se incluyen las especies presentes en el sitio de estudio, junto a su nombre común, origen biogeográfico, hábito y su categoría de conservación.

Tabla 4-10. Listado florístico e información de cada especie.

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Acacia caven</i>	Espino	N	A	-
<i>Acrisione denticulata</i>	Palpalén	N	Ar	-
<i>Adesmia confusa</i>	Palhuén	E	Ar	-
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>Chilense</i>	Palito negro	N	Hp	Fuera de Peligro
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>Sulphureum</i>	Palito negro	N	Hp	-
<i>Adiantum excisum</i>	Culantrillo	E	Hp	-
<i>Aira caryophyllea</i>	Piojillo	I	Ha	-
<i>Alonsoa meridionalis</i>	Ajicillo	E	Hp	-
<i>Argemone hunnemannii</i>	Cardo blanco	N	Ha	-
<i>Aristolelia chilensis</i>	Maqui	N	A	-
<i>Avena barbata</i>	Avenilla	I	Ha	-
<i>Azolla filiculoides</i>	Luchecillo	N	Hp	-
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	N	Ar	-
<i>Baccharis neai</i>	-	N	Ar	-
<i>Baccharis paniculata</i>	Chilca	E	Ar	-
<i>Baccharis pingraea</i>	Ñupe	N	Ar	-
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	Huautru	N	Ar	-
<i>Baccharis salicifolia</i>	Vautro	N	Ar	-
<i>Berberis chilensis</i> var. <i>Chilensis</i>	Michay	E	Ar	-
<i>Blechnum hastatum</i>	Quilquil	N	Hp	Fuera de Peligro, Preocupación Menor
<i>Buddleja globosa</i>	Matico	N	Ar	-
<i>Calceolaria angustifolia</i>	Topa-topa	E	Ar	-
<i>Calceolaria thyrsoiflora</i>	Hierba dulce	E	Ar	-

² Considerando el ambiente en que crece y por su distribución, probablemente corresponde a *Gavilea venosa* (Lam.) Garay & Ormd.



Espece	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Callitriche lechleri</i>	Huencheco	N	Ha	-
<i>Cardamine hirsuta</i>	Berrillo	I	Ha	-
<i>Carex berteroa</i>	Coirón	E	Hp	-
<i>Carthamus lanatus</i>	Flechilla	I	Ha	-
<i>Cestrum parqui</i>	Palqui	N	Ar	-
<i>Chaetanthera chilensis</i>	Chinita	N	Hp	-
<i>Chaetanthera ciliata</i>	Chinita	E	Ha	-
<i>Chenopodium multifidum</i>	Paico	N	Hp	-
<i>Chusquea cumingii</i>	Quila	E	Ar	-
<i>Cissus striata</i>	Voqui	N	L	-
<i>Citronella mucronata</i>	Naranjillo	E	A	Rara, Casi Amenazada
<i>Colletia hystrix</i>	Crucero	N	Ar	-
<i>Colliguaja odorifera</i>	Colliguay	N	Ar	-
<i>Conyza cfr. spiculosa</i>	-	E	Hp	-
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	E	A	-
<i>Cuscuta sp</i>	Cabello de ángel	-	P	-
<i>Cyperus eragrostis var. Eragrostis</i>	Cortadera	N	Hp	-
<i>Cyperus rigens</i>	Chufa	N	Hp	-
<i>Dioscorea humile</i>	Oreja de ratón	E	Hp	-
<i>Diplolepis menziesii</i>	Voqui blanco	E	L	-
<i>Drimys winteri</i>	Canelo	N	A	-
<i>Echinopsis chiloensis</i>	Quisco	E	S	Fuera de Peligro
<i>Epilobium ciliatum</i>	-	N	Hp	-
<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba del platero	N	Hp	-
<i>Ercilla spicata</i>	-	E	L	-
<i>Eryngium paniculatum</i>	Chupalla	N	Hp	-
<i>Escallonia illinita</i>	Ñipa	E	Ar	-
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	E	Ar	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	I	A	-
<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	Barba del viejo	E	Ar	-
<i>Filago gallica</i>	-	I	Ha	-
<i>Fraxinus excelsum</i>	Fresno	I	A	-
<i>Galega officinalis</i>	Galega	I	Hp	-
<i>Gamochoeta chamissonis</i>	-	E	Hp	-
<i>Geranium corecore</i>	Core-core	N	Hp	-
<i>Gnaphalium viravira</i>	Vira-vira	E	Hp	-
<i>Gochnatia foliolosa</i>	Mira-mira	E	Ar	-
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	Retamo	E	Ar	-
<i>Haplopappus macrocephalus</i>	Cacho de cabra	E	Ar	-
<i>Haplopappus taeda</i>	Bailahuén	E	Ar	Vulnerable
<i>Haplopappus velutinus</i>	Buchu	N	Ar	-



Espece	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Helenium aromaticum</i>	Manzanillón	E	Ha	-
<i>Hirschfeldia incana</i>	Mostacilla	I	Ha	-
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Tangue	N	Hp	-
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollén	E	A	-
<i>Lamarckia aurea</i>	-	I	Ha	-
<i>Lardizabala biternata</i>	Cogüilera	E	L	-
<i>Lithrea caustica</i>	Litre	E	A	-
<i>Ludwigia peploides ssp. Peplodes</i>	-	N	Hp	-
<i>Luma chequen</i>	Chequén	E	Ar	-
<i>Madia sativa</i>	Madi	N	Ha	-
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Hierba de la perilla	N	Ar	-
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	N	A	-
<i>Mimulus luteus var. Variegatus</i>	Berro amarillo	E	Ha	-
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	N	Ar	-
<i>Mulinum spinosum</i>	Mata negra	N	Ar	-
<i>Mutisia rosea</i>	Clavel del campo	E	Ar	-
<i>Mutisia spinosa</i>	Clavel del campo	N	Ar	-
<i>Myoschilos oblongum</i>	Codoicopú	N	Ar	-
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	N	A	-
<i>Nassella chilensis</i>	Coirón	N	Hp	-
<i>Oenothera stricta</i>	Don Diego de la noche	N	Ha	-
<i>Orchidaceae</i>	Orquídea	-	Hp	-
<i>Otholobium glandulosum</i>	Culén	N	Ar	-
<i>Persea lingue</i>	Lingue	N	A	Vulnerable
<i>Peumus boldus</i>	Boldo	E	A	-
<i>Phacelia secunda</i>	Hierba de la cuncuna	N	Hp	-
<i>Plantago hispidula</i>	Llantén	E	Ha	-
<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	I	Hp	-
<i>Podanthus mitiqui</i>	Mitique	E	Ar	-
<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	I	Ha	-
<i>Polypogon australis</i>	Cola de zorro	N	Hp	-
<i>Populus nigra</i>	Álamo	I	A	-
<i>Proustia cuneifolia</i>	Huañil	N	Ar	-
<i>Proustia pyrifolia</i>	Tola blanca	E	L	-
<i>Puya berteriana</i>	Chagual	E	S	-
<i>Puya coerulea</i>	Chagual	E	S	-
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	E	A	-
<i>Retanilla ephedra</i>	Retamo	E	Ar	-
<i>Ribes punctatum</i>	Zarzaparrilla	N	Ar	-



Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	I	Ar	-
<i>Rumex acetosella</i>	Romaza	I	Hp	-
<i>Rumex pulcher</i>	Romaza	I	Hp	-
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce chileno	N	A	-
<i>Salix viminalis</i>	Mimbre	I	A	-
<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	N	Ar	-
<i>Scirpus asper</i>	Estoquillo	N	Hp	-
<i>Senecio sp</i>	Senecio	-	Ar	-
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	Maicillo	E	Hp	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	Ñilhue	I	Ha	-
<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayú	E	Ar	-
<i>Tanacetum parthenium</i>	Manzanilla cimarrona	I	Hp	-
<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	-	E	Hp	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	Horizonte	N	Ar	-
<i>Trichocline aurea</i>	-	E	Hp	-
<i>Triptilion spinosum</i>	Siempreviva	E	Hp	-
<i>Tropaeolum tricolor</i>	Soldadito	E	L	-
<i>Verbascum virgatum</i>	-	I	Ha	-
<i>Verbena bonariensis</i>	Verbena	N	Ha	-
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Verónica	N	Ha	-
<i>Viguiera revoluta</i>	Maravilla	N	Ar	-
<i>Vulpia myuros var. megalura</i>	-	I	Ha	-

Fuente: Benoit (1989), Baeza *et al.* (1998), Belmonte *et al.* (1998), MMA (2013), MMA (2012), MINSEGRPRES (2008a), MINSEGRPRES (2008b) MMA (2011c); N = Nativa no endémica, E = Endémica, I = Introducida, A = Árbol, Ar = Arbusto, Ha = Hierba anual, Hp = Hierba perenne, L = Liana, P = Parasita, S = Suculenta, CA = Casi Amenazada, FP = Fuera de Peligro, PM = Preocupación Menor, RA = Rara, VU = Vulnerable.

La posición de cada parcela de muestreo en el área de estudio se incluye en la Tabla 4-11.

Tabla 4-11. Parcelas de muestreo, junto a sus coordenadas geográficas.

Parcela	Coordenadas UTM*	
	m E	m S
C01	356.028	6.233.555
C02	356.055	6.233.574
C03	355.986	6.233.723
C04	356.052	6.233.786
C05	356.069	6.233.685
C06	356.107	6.233.604
C07	356.192	6.233.617
C08	356.435	6.233.522
C09	356.415	6.233.419
C10	356.490	6.233.384
C11	356.706	6.233.250



Parcela	Coordenadas UTM*	
	m E	m S
C12	356.864	6.233.015
C13	356.880	6.232.963
C14	356.969	6.232.920
C15	356.217	6.233.446
C16	356.300	6.233.384
C17	356.362	6.233.285
C18	356.634	6.233.201
C19	356.697	6.233.210
C20	356.769	6.233.071
C21	356.933	6.232.850
C22	357.022	6.232.862
C23	357.014	6.232.997
C24	356.679	6.233.133
C25	356.449	6.233.229
C26	356.342	6.233.428
C27	356.143	6.233.491
C28	356.248	6.233.653
C29	356.397	6.233.555
C30	356.232	6.233.519

Fuente: Elaboración propia *Datum. WGS84 Huso 19 Sur.

La ubicación de cada una de las parcelas de muestreo de flora se señalan en Lamina 2 de anexo N°1.

➤ Análisis sistemático

En la Tabla 4-12 se observa un resumen de los grupos taxonómicos encontrados en el área de estudio. Se encontraron 4 Clases, de las cuales la que cuenta con mayor riqueza específica corresponde a Magnoliopsida (dicotiledóneas) con 103 especies (83,1%), seguida por Liliopsida (monocotiledóneas), la cual posee 16 especies (12,9). Por otro lado, la Clase con menor riqueza corresponde a Equisetopsida, la cual posee sólo una especie (0,8%) correspondiente a *Equisetum bogotense*. A esta Clase le sigue Polypodiopsida, la cual posee 4 especies (3,2%).

Tabla 4-12. Resumen sistemático de la flora encontrada en el sitio de estudio.

Clase	N° de Familias	%	N° de Géneros	%	N° de especies	%
Polypodiopsida	3	5,6	3	2,8	4	3,2
Equisetopsida	1	1,9	1	0,9	1	0,8
Magnoliopsida	44	81,5	88	83	103	83,1
Liliopsida	6	11,1	14	13,2	16	12,9
Total	54	100	106	100	124	100

Fuente: Elaboración propia.

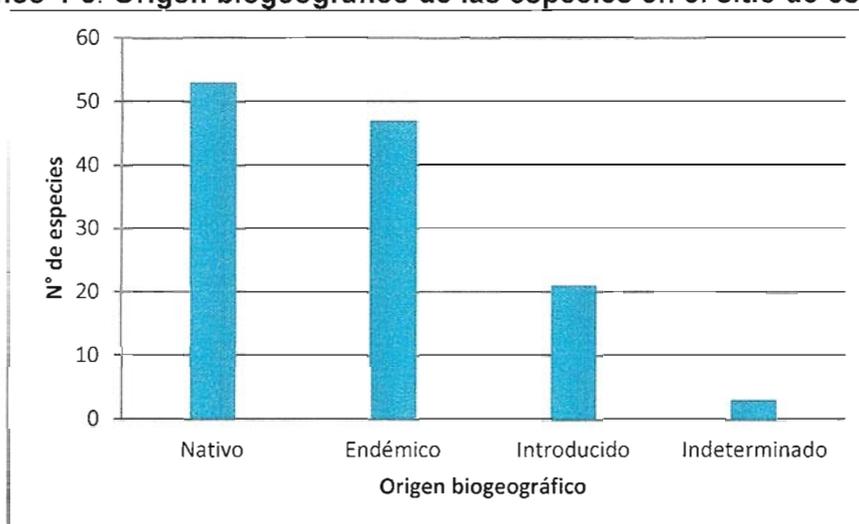
La familia con mayor riqueza específica corresponde a Asteraceae (Magnoliopsida) con 31 especies, seguida de la familia Poaceae (Liliopsida), con 7 especies y Fabaceae, la cual

presentó 5 especies. El género con mayor riqueza correspondió a *Baccharis* (Asteraceae), con 6 especies, seguido de *Haplopappus* (Asteraceae), la cual posee 3 especies.

➤ Origen biogeográfico

Las especies encontradas en el área de estudio se clasificaron a partir de 3 tipos de origen biogeográfico, correspondientes a especies nativas no endémicas; endémicas; e introducidas o alóctonas. Tres especies se consideraron como indeterminadas, debido a que no fue posible realizar la identificación a nivel específico. En Gráfico 4-3 se refleja la riqueza biogeográfica específica en el área de estudio.

Gráfico 4-3. Origen biogeográfico de las especies en el sitio de estudio.



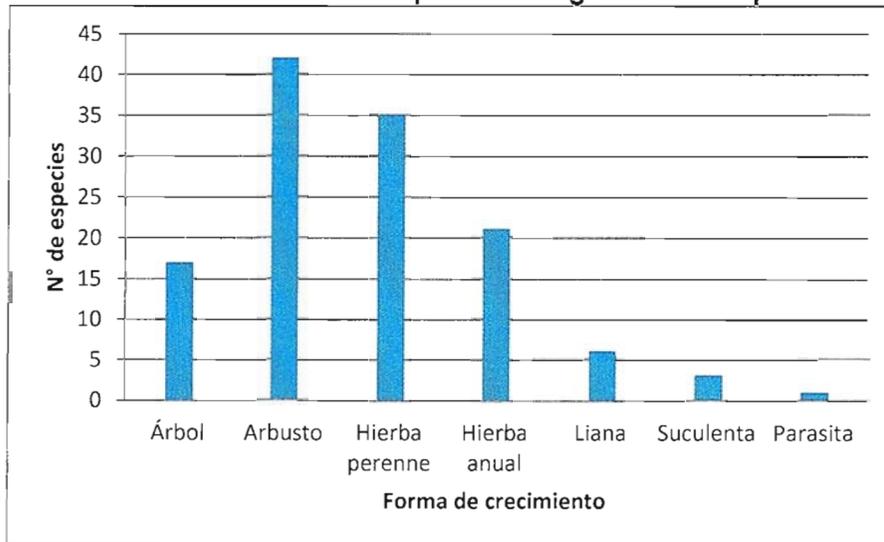
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la mayoría de las especies encontradas son nativas no endémicas, representando el 42,7% (53 spp) de las especies en el área de estudio. Las especies nativas endémicas alcanzan el 37,9% con 47 especies. Por otra parte, el menor porcentaje de especies corresponden a introducidas (16,9% con 21 spp).

➤ Forma de crecimiento

Se encontraron 7 formas de crecimiento en el área de estudio, correspondientes a árboles, arbustos, hierbas anuales, hierbas perennes, lianas, suculentas y parásitas. En el Gráfico 4-4 se encuentra un resumen de las diferentes forma de crecimiento encontradas.

Gráfico 4-4. Formas de crecimiento respecto al origen de las especies encontradas.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la forma de vida más común corresponde a los arbustos, los cuales representan un 33,9% de la riqueza florística (42 spp). A esta forma de crecimiento le siguen las hierbas perennes, las que representan el 28,2% de las especies (35 spp). La forma de crecimiento más escasa corresponde a las parasitas, las que representan el 0,8% (1 sp correspondiente a *Cuscuta* sp). A esta le siguen las suculentas, las cuales representan el 2,4% de las especies (3 spp).

➤ Estado de conservación

En el sitio de estudio se encontraron 6 especies con algún tipo de categoría de conservación a partir de las fuentes consultadas. Estas especies se encuentran detalladas en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13. Estado de conservación para las especies catalogadas en alguna categoría.

Especie	Procesos legales					Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit 1989)	Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural	
	D.S. N°13/13	D.S. N°19/12	D.S. N°50/08	D.S. N°51/08	D.S. N°42/11		Baeza et al. (1998)	Belmonte et al. (1998)
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>		FP					FP	
<i>Blechnum hastatum</i>		PM					FP	
<i>Citronella mucronata</i>	CA					RA		
<i>Echinopsis chiloensis</i>								FP
<i>Haplopappus</i>			VU					



Especie	Procesos legales					Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit 1989)	Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural	
	D.S. N°13/13	D.S. N°19/12	D.S. N°50/08	D.S. N°51/08	D.S. N°42/11		Baeza et al. (1998)	Belmonte et al. (1998)
<i>taeda</i>								
<i>Persea lingue</i>				VU	VU	VU		

Fuente: Benoit (1989), Baeza et al. (1998), Belmonte et al. (1998), MMA (2013), MMA (2012), MINSEGRPRES (2008a), MINSEGRPRES (2008b) MMA (2011c); CA = Casi Amenazada, FP = Fuera de Peligro, PM = Preocupación Menor, RA = Rara, VU = Vulnerable.

Se observa que dos especies se encuentran en categoría "Vulnerable", las cuales corresponden a *Persea lingue* y *Haplopappus taeda*. La primera se incluye en esa categoría en las fuentes legales D.S. N°51/08 y el D.S. N°42/11. Con la misma categoría se le incluye en la propuesta de Benoit (1989), en el "Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile". En cuanto a *H. taeda*, es incluida en la categoría "Vulnerable" a partir de la fuente legal D.S. N°50/08.

En cuanto a *Citronella mucronata*, esta se encuentra categorizada como "Casi Amenazada" según el D.S. N°13/13. A esta especie también la categoriza Benoit (1989) como "Rara". Sin embargo, debido al correspondiente orden de prelación para efectos del artículo 6° literal m) del Reglamento del SEIA, se asumirá mayor importancia a las categorías dadas por los procesos legales.

Este último efecto también se aplica para la especie *Blechnum hastatum*, la cual se encuentra en categoría "Preocupación Menor" según el D.S. N°19/12, a pesar de ser considerada como "Fuera de Peligro" por la propuesta de Baeza et al. (1998).

Por último, *Adiantum chilense* es clasificado, tanto por el D.S. N°19/12 como por Baeza et al. (1998), como una especie en categoría "Fuera de Peligro".

e) Conclusiones

El sitio de estudio se establece en el Bosque esclerófilo de la pre-cordillera andina según Gajardo (1994), y el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de Quillaja saponaria y Lithrea caustica según Luebert y Pliscoff (2006).

A partir de la metodología COT, se encontraron 9 formaciones vegetacionales en el área de influencia, de los cuales 3 corresponden a bosques (Bosque de Peumo y Litre, Bosque de Lingue y Bosque de Eucalipto) y 6 correspondiente a matorral (Matorral de Espino, Matorral de Vautro, Matorral de Colliguay y Quila, Matorral de Colliguay y Quila, Matorral de Romerillo, Espino y Huañil, Matorral de Zarzamora y Matorral de Zarzamora y Espino).

A partir de las parcelas de muestreo, se encontraron 124 especies de plantas vasculares, de las cuales la mayoría corresponden a la Clase Magnoliopsida, seguida de la Clase Liliopsida. La familia con mayor riqueza corresponde a Asteraceae, seguida de Poaceae y Fabaceae. El género más diverso corresponde a Baccharis, seguido de Haplopappus.



Respecto al origen biogeográfico, la mayor cantidad de especies corresponden a especies nativas no endémicas (42,7%), seguidas de las nativas endémicas (37,9%). Por último, las especies introducidas corresponden al 16,9%.

En cuanto a las formas de crecimiento, la más común corresponde a los arbustos, seguidos de las hierbas perennes. Por otro lado, las formas de crecimiento más escasas corresponden a las parasitas y suculentas.

Se encontraron 6 especies con algún tipo de categoría de conservación, correspondientes a *Persea lingue*, *Haplopappus taeda* (ambas Vulnerables), *Citronella mucronata* (Casi Amenazada), *Blechnum hastatum* (Preocupación Menor), *Adiantum chilense* y *Echinopsis chiloensis* (Fuera de Peligro).

4.2.2 Fauna Terrestre

a) Antecedentes Generales

El área de estudio se sitúa dentro de la ecorregión mediterránea, considerado como uno de los 25 "hot-spots" para conservación de la biodiversidad a nivel mundial, debido a la gran cantidad de especies endémicas y al fuerte impacto antrópico que caracteriza a esta zona (Myers et al., 2000).

Respecto a la fauna de vertebrados terrestres descrita para esta ecorregión, el 50% de los anfibios, el 82% de los reptiles, el 4% de las aves y el 19% de los mamíferos son endémicos de Chile, y el 30% de las especies de vertebrados se encuentra en alguna categoría de amenaza (Simonetti, 1999). El principal peligro para la fauna existente en los ecosistemas mediterráneos es el reemplazo del hábitat natural por actividades agrícolas y ganaderas, sumado al desarrollo urbano e industrial (Dinerstein et al., 1995).

Tomando en cuenta que la fauna silvestre cumple un rol determinante en la función y en la productividad de los ecosistemas naturales, se hace indispensable el estudio sistemático de los ensambles de vertebrados que habitan en la zona central de Chile, identificando las comunidades que presenten cierta singularidad ecológica, para así poder establecer las prioridades en la conservación de la biodiversidad a nivel regional.

b) Área de Influencia

El AID corresponde al entorno geográfico inmediato a la superficie inundada así como al área del Embalse propiamente tal.

El AII, corresponde a las laderas que circundan el embalse.



Dentro del área de trabajo se definieron 10 estaciones de muestro de fauna de vertebrados terrestres, con el fin de abarcar la extensión completa del área y tratando de representar todos los ambientes presentes. En la Tabla 4-14 se detallan las coordenadas geográficas de cada una de estas estaciones.

Tabla 4-14. Coordenadas de las estaciones de muestreo de fauna.

ESTACIÓN DE MUESTREO DE FAUNA	COORDENADAS (WGS 84, 19 H)
E1	355.982 E - 6.233.469 S
E2	356.306 E - 6.233.351 S
E3	356.692 E - 6.233.066 S
E4	356.957 E - 6.232.824 S
E5	357.259 E - 6.232.811 S
E6	356.592 E - 6.233.288 S
E7	356.196 E - 6.233.842 S
E8	356.192 E - 6.233.617 S
E9	356.544 E - 6.233.535 S
E10	356.857 E - 6.233.199 S

La ubicación de cada una de las estaciones de muestreo de fauna se señalan en Lámina 2 de anexo N°1.

c) Metodología

i. Revisión Bibliográfica

Previo a la ejecución de la campaña de terreno se realizó una recopilación bibliográfica, para reconocer el contexto biogeográfico en el que se sitúa el área de estudio. La literatura de referencia utilizada para cada una de las clases de vertebrados terrestres, fue la siguiente:

- Anfibios: Ramírez (2009), Ortiz & Díaz-Páez (2006), Díaz-Páez & Ortiz (2003) y Cej (1962).
- Reptiles: Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Núñez & Jaksic (1992) y Donoso-Barros (1966).
- Aves: Chester (2008), Martínez y González (2004) y Jaramillo (2003).
- Mamíferos: Iriarte (2008), Muñoz-Pedreros & Yáñez (2000) y Mann (1978).

ii. Trabajo en Terreno

En cada una de las 10 estaciones de muestreo de fauna (Ver Anexo N°1, Lámina 2), se llevaron a cabo metodologías específicas para los distintos grupos taxonómicos, las cuales se resumen a continuación:



Anfibios: La prospección se realizó exclusivamente en sectores cercanos a cuerpos de agua, debido a la gran dependencia de estos organismos por dicho recurso. En estos lugares se procedió a examinar la vegetación, las piedras, las grietas y otros potenciales refugios que han sido descritos como microhábitat para los anuros (Ramírez, 2009).

Reptiles: Se llevaron a cabo transectos de 100 metros de largo y 10 metros de ancho, donde se prospectó directamente en la tierra, en rocas, en oquedades y en la base de arbustos (Mella, 2005). Por otro lado, se buscó la presencia de evidencias indirectas, como huellas, madrigueras y restos de mudas.

Aves: Se efectuaron puntos de conteo en parcelas circulares de 30 metros de radio (Ralph et al., 1996), en las cuales se registraron todos los avistamientos directos y se identificaron todas las vocalizaciones, con la ayuda de la clave proporcionada por Egli (1998). También se realizó una búsqueda de signos indirectos, como nidos, huevos, plumas, fecas y egagrópilas.

Mamíferos: Se llevaron a cabo transectos de 100 metros de largo y 10 metros de ancho, los cuales se focalizaron en el hallazgo de evidencias indirectas, como huellas, pelos, fecas y restos óseos (Rau & Muñoz-Pedrerros, 2009). La actividad de carnívoros se evaluó mediante la confección de 8 estaciones de visita olfativas, elaboradas con harina y jurel. Las huellas de los animales fueron posteriormente identificadas con la clave de Acosta & Simonetti (1999). La presencia de roedores y marsupiales fue determinada con los restos óseos encontrados en egagrópilas de rapaces y fecas de carnívoros, gracias a la clave de molares para micromamíferos de Pearson (1995).

iii. Categorías de Conservación

El estado de conservación de los vertebrados terrestres detectados en el área de estudio se estableció a partir de la revisión del Reglamento para la Clasificación de Especies de Flora y Fauna Silvestre (D.S. N° 75/2005) y a los siguientes documentos legales:

- D.S. N° 151/2007 (1° Proceso).
- D.S. N° 50/2008 (2° Proceso).
- D.S. N° 51/2008 (3° Proceso).
- D.S. N° 23/2009 (4° Proceso).
- D.S. N° 33/2011 (5° Proceso).
- D.S. N° 41/2012 (6° Proceso).
- D.S. N° 42/2012 (7° Proceso).
- D.S. N° 19/2012 (8° Proceso).
- D.S. N° 13/2013 (9° Proceso).

Para las especies de fauna aún no evaluadas en dichos decretos, se utilizaron las categorías de conservación estipuladas en el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 5/1998 modificado por el D.S. N° 53/2004), seleccionando exclusivamente los estados de conservación correspondientes a la zona central de Chile (SAG, 2012).

d) Resultados

i. Riqueza y Abundancia

En el sitio de estudio se registraron 374 ejemplares de vertebrados terrestres, distribuidos en 30 especies y 29 géneros. El ensamble taxonómico más representado fue el de las aves, con 363 individuos, lo que equivale al 97,1% de la abundancia total. Las aves fueron también el grupo con la mayor riqueza de especies detectadas, con 26 especies, lo que corresponde al 86,7% de la riqueza total.

La especie más abundante fue el loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) con 120 ejemplares, seguido por la tenca (*Mimus thenca*) con 43 individuos registrados. El cachudito (*Anairetes parulus*) resultó ser la especie más frecuente, siendo avistado en 9 de las 10 estaciones de muestreo establecidas.

La estación que presentó la mayor abundancia de vertebrados terrestres fue la E4, con 129 individuos, mientras que la estación con los menores valores de abundancia fue la E3, con apenas 9 ejemplares. Por otro lado, la estación con la mayor riqueza de especies fue la E9, con 12 especies, lo que se contrasta con la estación E3, en donde se detectaron solamente 5 especies distintas.

En la Tabla N° 4-15 se muestra la riqueza y la abundancia de la fauna registrada, por estación de muestreo. El análisis de estos datos, ordenado por clase taxonómica, es el siguiente:

- **Anfibios:** Se detectó solamente una especie de anuro: El sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), el cual fue encontrado bajo piedras y rocas, en las cercanías de los cuerpos de agua del área de estudio. Se registraron 4 individuos adultos, distribuidos en las estaciones E2, E3 y E6. Además se observaron larvas de la misma especie, las cuales presentaban un estado de desarrollo avanzado y se ubicaron en pozas sin flujo de agua.
- **Reptiles:** Se avistaron 2 especies de saurios: La lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*) y la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*). La lagartija lemniscata fue la más abundante y frecuente, encontrándose 5 ejemplares en las estaciones E4, E8 y E9. En cuanto a la lagartija esbelta, solamente se encontraron 2 individuos juveniles, ambos en la estación E8. Mientras las lagartijas lemniscatas fueron observadas en piedras y entre la hojarasca, las lagartijas esbeltas se vieron asociadas a árboles y arbustos.
- **Aves:** Como se mencionó anteriormente, la avifauna fue el grupo taxonómico de mayor abundancia y frecuencia en el sitio de estudio, siendo la única clase representada en la totalidad de las estaciones de muestreo. La gran mayoría de las especies fueron detectadas en varios sectores, aunque se registraron aves especialistas de bosque, como la torcaza (*Patagioenas araucana*) y especies que mostraron una marcada preferencia por las riberas del río, como es el caso del churrete (*Cinclodes patagonicus*). El avistamiento más interesante correspondió a los 120 loros trichahues que se observaron volando en las cercanías de la estación E4, y a las cavidades, pertenecientes probablemente a la misma

especie, que se encontraron en los alrededores de la estación E10 (356.820 E - 6.233.119 S).

- Mamíferos: Se detectó solamente una especie, correspondiente al zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), el cual fue identificado gracias a la huella encontrada en la estación de visita olfativa (EVO) dispuesta en la estación E10. En cuanto a la presencia de micromamíferos, no se encontraron evidencias indirectas, ya que las fecas de zorro culpeo que se colectaron en las estaciones E2 y E4 solo contenían semillas de zarzamora (*Rubus ulmifolius*), sin presentar restos óseos de roedores o marsupiales.

Tabla 4-15. Riqueza y abundancia de las especies registradas por estación de muestreo.

Clasificación		Estación de Muestreo de Fauna										Totales	
Nombre científico	Nombre común	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	A	A%
CLASE ANFIBIOS													
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	4	100
Abundancia de Anfibios		-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	4	
Riqueza de especies de Anfibios		0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
CLASE REPTILES													
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	-	-	-	3	-	-	-	1	1	-	5	71,4
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	28,6
Abundancia de Reptiles		0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	7	
Riqueza de especies de Reptiles		0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	2	
CLASE AVES													
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	4	-	3	1	2	3	5	3	2	1	24	6,6
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	10	6	-	-	2	2	1	3	1	-	25	6,9
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	-	1	-	-	1	2	-	-	5	2	11	3,0
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	0,6
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	-	7	-	1	-	-	2	4	1	-	15	4,1
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1,7
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Trichahue	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	120	33,1
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	5	1,4
<i>Geranoaetus melonoleucus</i>	Águila	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,3
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4	1,1
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	3	-	-	-	3	-	2	-	-	2	10	2,8
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	-	35	2	-	-	2	1	-	2	1	43	11,8
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	1,1
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	-	-	-	-	-	-	-	7	2	4	13	3,6
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	0,6
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	-	-	-	-	-	1	4	1	2	-	8	2,2
<i>Sepahnoides sephanioides</i>	Picaflor chico	4	2	-	-	-	1	3	1	-	-	11	3,0
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,6
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	0,8
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	1	-	-	-	1	1	2	2	1	-	8	2,2



Clasificación		Estación de Muestreo de Fauna										Totales	
Nombre científico	Nombre común	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	A	A%
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,6
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	1	3	-	2	-	-	-	-	-	-	6	1,7
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	-	-	-	-	-	20	15	-	-	-	35	9,6
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
Abundancia de Aves		35	58	7	126	11	32	35	25	24	10	363	
Riqueza de especies de Aves		10	9	4	6	6	8	9	9	11	5	26	
CLASE MAMIFEROS													
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	-	F	-	F	-	-	-	-	-	H	(*)	(*)
Abundancia de Mamíferos (*)		-	(*)	-	(*)	-	-	-	-	-	(*)	(*)	
Riqueza de especies de Mamíferos		0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
ABUNDANCIA TOTAL		35	59	9	129	11	33	35	28	25	10	374	
RIQUEZA TOTAL DE ESPECIES		10	11	5	8	6	9	9	11	12	6	30	

A: Abundancia; A%: Abundancia relativa; (*): La abundancia de mamíferos no fue calculada, debido a que los registros corresponden exclusivamente a evidencias indirectas; F: Hallazgo de fecas; H: Hallazgo de huellas.

ii. Estado de Conservación, Criterio de Protección, Origen y Endemismo

En la campaña de terreno se registraron en total 6 especies de vertebrados terrestres considerados en alguna categoría de conservación. La especie más amenazada que fue detectada en el sitio de estudio resultó ser la torcaza (*Patagioenas araucana*), considerada en peligro de extinción. La segunda especie con mayores problemas de conservación es el loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), clasificado como vulnerable. Por otro lado, 3 especies están catalogadas como de preocupación menor: La lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) y el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*). El sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), en tanto, está considerado como casi amenazado.

En cuanto a los criterios de protección, se registró la presencia de 15 especies catalogadas como benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, 15 especies consideradas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria y 5 especies clasificadas como con densidades poblacionales reducidas. De todos los vertebrados terrestres identificados, la única especie introducida resultó ser la codorniz (*Callipepla californica*). Respecto a las especies endémicas de Chile, 3 de los vertebrados detectados presentan esa condición: La lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*), la tenca (*Mimus thenca*) y la turca (*Pteroptochos megapodius*).

En la Tabla N° 4-16 se presenta el estado de conservación, el criterio de protección, el origen geográfico y el endemismo para cada una de las especies de fauna detectadas en el área de estudio.



Tabla 4-16. Estado de conservación, criterio de protección, origen y endemismo de las especies registradas.

Clasificación		Estado de Conservación	Criterio de Protección	Origen	Endemismo
Nombre científico	Nombre común				
CLASE ANFIBIOS					
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	NT	E	Nativa	-
CLASE REPTILES					
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	LC	E-S	Nativa	-
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	LC	E-S	Nativa	Endémica
CLASE AVES					
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	-	B-E	Nativa	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	-	B	Nativa	-
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	-	-	Introducida	-
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	-	B	Nativa	-
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	-	B	Nativa	-
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	-	-	Nativa	-
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Loro Tricahue	VU	E-S	Nativa	-
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	-	-	Nativa	-
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	-	B-E	Nativa	-
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	-	B-E	Nativa	-
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	-	B	Nativa	-
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	-	B-E	Nativa	-
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	-	B	Nativa	Endémica
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	EN	S	Nativa	-
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	-	E	Nativa	-
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	-	E-S	Nativa	-
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	-	B	Nativa	Endémica
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	-	B-E	Nativa	-
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	-	-	Nativa	-
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	-	-	Nativa	-
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	-	B-E	Nativa	-
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	-	-	Nativa	-
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	-	B-E	Nativa	-
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	-	B-E	Nativa	-
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	-	-	Nativa	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	-	B	Nativa	-
CLASE MAMÍFEROS					
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	E	Nativa	-

NT: Casi amenazada; VU: Vulnerable; EN: En peligro; LC: Preocupación menor; B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; E: Especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales; S: Especie con densidades poblacionales reducidas.



e) Conclusiones

Los resultados del presente estudio coinciden con las características que definen esta ecorregión de Chile central, dadas sus características climáticas y edáficas. La totalidad de la fauna de vertebrados terrestres detectados en el área de estudio corresponden a especies ampliamente distribuidas en la zona central del país y su presencia en este sitio es bastante esperable. Las abundancias registradas para cada especie también fueron las esperadas, tomando en cuenta la ecología de cada una de éstas.

En total se identificaron 30 especies de vertebrados terrestres, distribuidas como sigue: un anfibio, 2 reptiles, 26 aves y un mamífero. De éstas, una especie es introducida, tres son endémicas y seis están clasificados en alguna categoría de conservación.

La especie de mayor amenaza que fue detectada en el sitio de estudio es la torcaza (*Patagioenas araucana*), catalogada como en peligro de extinción. Se distribuye desde Vallenar hasta la península de Taitao. Esta especie es un ave que se alimenta de frutos de plantas como el maqui (*Aristotelia chilensis*) y el lingue (*Persea lingue*) y que suele anidar en las copas de los árboles, entre las ramas de árboles no muy altos (Altamirano et al., 2012). Tomando en cuenta estos antecedentes, el hábitat de la torcaza no debería verse afectado de forma importante por el presente proyecto.

Distinto podría ser el caso del loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus*), una especie de loro considerada en estado vulnerable, que resultó ser la especie más abundante del sector, con 120 ejemplares avistados.

Los otros vertebrados que podrían verse eventualmente afectados por las obras del proyecto son los herpetozoos, principalmente por su baja movilidad y en el caso del sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), por su alta dependencia por los cursos de agua. Todos los herpetozoos registrados están clasificados en alguna categoría de conservación y la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) es endémica de Chile. Ver Informe de Fauna de Vertebrados Terrestres en Anexo 3 Informes de Biota.

4.2.3 Flora y Fauna Acuática

a) Antecedentes Generales

De acuerdo a la revisión bibliográfica, el estero Codegua tiene características propias de un río rítrónico, ya que presenta un flujo turbulento, alta velocidad de la corriente, oxígeno disuelto dentro de rangos normales y un sustrato heterogéneo dominado por piedras y bolones. (Ver Informe de Biota Acuática en Anexo 3 Informes de Biota).

b) Área de Influencia

El AID está determinado por el tramo de estero que será inundado, incluyendo sus riberas, y la vida acuática inmediatamente aguas abajo del muro.

El All, corresponde a la biota acuática del Estero Codegua, aguas abajo del muro hasta la confluencia con Quebrada Loma Pelada.

c) Metodología

i. Tipificación de Sustrato

Las condiciones y características del sustrato del hábitat acuático de las poblaciones biológicas fueron descritas en función de las categorías de tamaño de rocas propuestas por Bain et al. 1985, lo que se indica en la Tabla 4-17. Los tipos de sustrato están asociados a los ambientes bentónicos de los sistemas fluviales y de ahí su importancia dentro del estudio biológico.

Tabla 4-17. Sistema de clasificación del tipo de sustrato de ríos, de acuerdo a Bain et al. 1985.

Tipo de sustrato	Clase de tamaño (cm)
Roca madre plana	-
Arena, Cieno	< 0,2
Grava	0,2 - 1,6
Guijarros	1,7 - 6,4
Piedras	6,5 - 25,6
Bolones	> 25,6
Roca madre irregular	-

Fuente: Elaboración propia, base campaña de terreno Marzo de 2014.

ii. Calidad de agua

- Parámetros físicos-químicos medidos in situ

El recurso hídrico en el AI del proyecto fue caracterizado mediante la cuantificación in situ de parámetros relevantes para determinar la condición del recurso hídrico como hábitat para la biota acuática residente.

En la Tabla 4-18 se presentan los parámetros que fueron medidos in situ y el nivel de cuantificación de los instrumentos utilizados.

Tabla 4-18. Parámetros de calidad de agua medidos in situ y nivel de cuantificación.

Parámetros	Unidad	Límite de cuantificación
Temperatura	°C	0,1
pH	unidad	0,01
Conductividad específica	µS/cm	0,01
Sólidos totales disueltos	mg/l	0,01
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01

Fuente: Elaboración propia, base campaña de terreno Marzo de 2014.



- Metodologías de cuantificación

Las metodologías de cuantificación de cada parámetro de calidad de agua se indican a continuación:

- Temperatura (°C): La temperatura se midió in situ utilizando un medidor de temperatura HANNA modelo HI98127 de 0,1 °C de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Concentración del ión hidrógeno (pH): La concentración del ión hidrógeno se midió in situ mediante un medidor de pH HANNA modelo HI98127 de 0,01 unidades de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Conductividad específica ($\mu\text{S}/\text{cm}$): La conductividad del agua se midió in situ mediante un medidor de conductividad HANNA modelo HI98311 de 0,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Sólidos totales disueltos (mg/l): La concentración de sólidos totales disueltos se midió in situ mediante un medidor de sólidos totales disueltos HANNA modelo HI98311 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Oxígeno disuelto (mg/l): La concentración de oxígeno disuelto se midió in situ mediante un medidor de oxígeno HANNA modelo HI 9146-04 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- Velocidad de escurrimiento en ribera (m/s): Las mediciones fueron realizadas en el sector de ribera de los tramos fluviales utilizando un flujómetro General Oceanics (Modelo 2030R) de 0,1 m/s de precisión que mide revoluciones por segundos. La velocidad fue estimada como el promedio de tres mediciones de velocidades

iii. Biota acuática

A continuación se describen los procedimientos de colecta y análisis de los parámetros biológicos.

- Fauna íctica (Peces)

Para la colecta de peces se realizó pesca eléctrica. Se utilizó un equipo de pesca eléctrica portátil SAMUS de 12 volts que genera una descarga pulsada y el cual tiene acoplado colectores manuales que son sumergidos para generar un campo eléctrico con un alcance de 3 a 5 m de diámetro aproximadamente. Para la colecta de ejemplares se recorrió entre 50 y 100 m lineales durante un periodo de aproximadamente 30 min en el sector de ribera de los tramos fluviales del AI del proyecto.



Los ejemplares fueron identificados y medidos in situ y posteriormente fueron devueltos vivos y en buenas condiciones al medio acuático. Los ejemplares colectados fueron inmediatamente colocados en un recipiente con agua dispuesto en el sector de ribera y mantenidos entre 10 y 20 minutos para realizar mediciones de parámetros morfométricos. Los parámetros morfométricos medidos fueron Peso total (gramos) y Longitud total (cm). Durante esta actividad se realizó el registro fotográfico de los ejemplares. Después de las mediciones, los ejemplares fueron liberados al medio acuático en forma progresiva y cuidadosa, de tal modo de asegurar el retorno en condiciones favorables. Cabe destacar que se cuenta con la autorización de la Subsecretaría de Pesca para extraer y sacrificar 5 ejemplares de peces en cada tramo de estudio (Resolución exenta N° 1.119 de Mayo de 2013) para realizar una mejor identificación en el laboratorio si fuese necesario.

En gabinete se determinó el factor de Condición (K) según Lagler (1956) en base a los datos de Peso total y Longitud total. El factor de condición K se define como la razón entre el peso y la longitud de cada ejemplar ($\text{Peso total} / (\text{Longitud total})^3$) y en promedio es un indicador del grado de robustez de la población de peces en un determinado tramo fluvial o en determinadas condiciones de hábitat. La comparación de los valores del K para una especie cuyas poblaciones se encuentran en diferentes cuerpos de agua o en diferentes tramos dentro de un mismo cuerpo acuático permitirá determinar diferencias significativas de hábitat para las poblaciones de peces, ello enfocado a proponer medidas de protección ambiental sobre los tramos que resulten hábitats más favorables que otros para las poblaciones de peces. La abundancia de peces fue expresada como la cantidad de individuos capturados y/o avistados, ya que en cada estación de muestreo hubo un tiempo de búsqueda igual a 40 minutos.

Los peces nativos serán clasificados de acuerdo a categorías de conservación biológica en función de los Decretos Supremos: N° 51/2008 del MINSEGPRES, N° 33/2012, N° 41/2012 y N° 19/2013 del Ministerio del Medio Ambiente.

➤ Macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos)

Para la descripción de la fauna de macroinvertebrados bentónicos se tomaron dos réplicas desde la zona bentónica ($N = 2$) en cada estación de muestreo con una red Surber de 0,09 m² de área y de 250 μm de apertura de malla. Las muestras fueron fijadas in situ con alcohol al 15 % y trasladadas al laboratorio en Santiago para su identificación. Para la identificación y recuento se utilizó una lupa Carl Zeiss con aumento 40x. La clasificación de los organismos se realizó en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996). El ensamble fue caracterizado en función de los parámetros densidad total (ind/m²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits). Se utilizó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (Krebs 1989).

➤ Microalgas bentónicas (Fitobentos)

Para cuantificar el componente fitobentónico se tomaron dos muestras del sustrato del sector de ribera del cauce. Cada muestra fue obtenida al azar con una red Surber de área de colecta 30x30 cm. Las muestras fueron colectadas en frascos de polietileno de alta densidad de 12 ml y fijadas in situ con lugol para el traslado al laboratorio. La identificación y el recuento de



individuos fue realizado con microscopía óptica (Carl Zeiss $\times 1.000$). El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/mm²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits) (Krebs 1989). La clasificación de las microalgas fue basada en los trabajos de Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

➤ Crustáceos decápodos

Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio y en conjunto con la pesca específica se prospectaron los sectores de ribera para detectar la presencia de taxa de crustáceos decápodos, los que se encuentran ambientalmente protegidos y están clasificados en categorías de conservación biológica (Bahamondes et al. 1998).

➤ Macrófitas (hidrófitos y helófitos)

Las macrófitas presentan diferentes formas de vida de acuerdo a la profundidad, corriente del agua y naturaleza del sustrato que coloniza la especie. Estas formas de vida se clasifican en: sumergidas, natantes, flotantes libres y emergidas. Las tres primeras formas se consideran hidrófitos (plantas acuáticas) y la última, helófitos (plantas palustres). (Carlos Ramírez, Cristina San Martín, 2006).

Las plantas acuáticas sumergidas tienen todo su cuerpo bajo el agua donde también fotosintetizan, estas pueden estar o no arraigadas al sustrato. Normalmente sus flores sobresalen de la superficie. Las plantas acuáticas natantes están arraigadas al sustrato y presentan hojas que flotan sobre la superficie del agua. Las flores de estas plantas natantes siempre emergen sobre la superficie. Las plantas flotantes libres flotan sobre la superficie del agua y sus raíces no alcanzan al sustrato subacuático. (Carlos Ramírez, Cristina San Martín, 2006)

Los helófitos o plantas acuáticas emergidas o plantas palustres, presentan sus raíces en el fango, la parte inferior de su vástago en el agua, pero la mayor parte del tallo y las hojas emergen al aire donde fotosintetizan como una planta terrestre. Los helófitos contienen la mayor cantidad de macrófitas, pero muchos de ellos, en determinadas circunstancias, pueden actuar como plantas terrestres. (Carlos Ramírez, Cristina San Martín, 2006)

➤ Identificación de macrófitas

Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio para detectar la presencia de macrófitas. También se realizó un registro fotográfico a modo de inventario de especies para el AI del proyecto. Como apoyo bibliográfico se utilizó el estudio de Marticorena & Quezada (1985)

La campaña de terreno fue realizada entre el 24 y 25 de marzo de 2014. El área de estudio fue restringida al estero Codegua. En la Tabla 4-19 se indica la ubicación y nombre de los tramos definidos para la caracterización del área de influencia del proyecto y las estaciones de muestreo asociadas a cada tramo de estudio.



Tabla 4-19. Estaciones de muestreo del estudio de biota acuática..

Estación	Descripción	Ubicación geográfica (UTM)*	Altitud (m.s.n.m)
A	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro	354.497 E – 6.232.926 N	748
B	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro	355.410 E – 6.233.098 N	765
C	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro	355.944 E – 6.233.479 N	786
D	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro	356.362 E – 6.233.261 N	808
E	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro	356.751 E – 6.232.943 N	817
F	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro	357.760 E – 6.232.651 N	843

* Datum WGS 84, Huso 19.

La ubicación de cada una de las estaciones de muestreo de fauna acuática se señalan en Lámina 2 de anexo N°1.

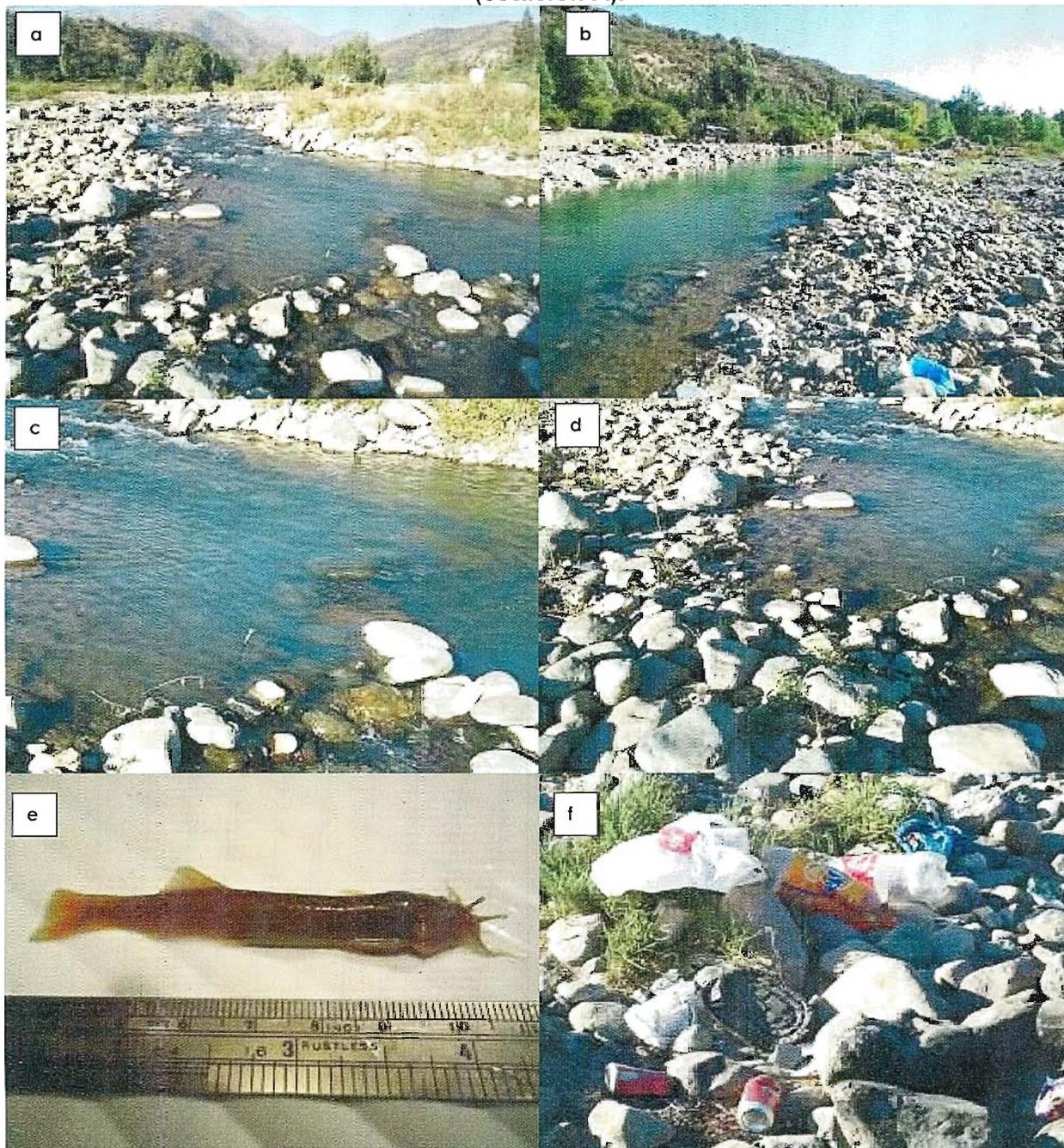
d) Resultados

i. Descripción Morfológica, Física y Biológica

- Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A)

Este tramo del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y con escasa vegetación terrestre en la ribera del cauce. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la ribera y 45 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua turbia. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 21,7 °C y un valor de pH cercano a neutro (7,2 unidades). El curso de agua presentó un valor de conductividad específica de 455 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una concentración de sólidos totales disueltos de 226 mg/l y una concentración de oxígeno disuelto de 10,0 mg/l, condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 cm y 40 m, lo cual indica el predominio de Guijarros, Piedras y Bolones según Bain et al. (1985). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectaron ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus*. En este sector se observó una gran cantidad de desechos domiciliarios y se caracterizó por ser un tramo para fines recreacionales.

Fotografía 4-1. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo muro (estación A).



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo c) Detalle de la columna de agua, d) Detalle del sustrato, e) Ejemplar de la especie *Trichomycterus areolatus* y f) Deshechos acumulados en el sector.

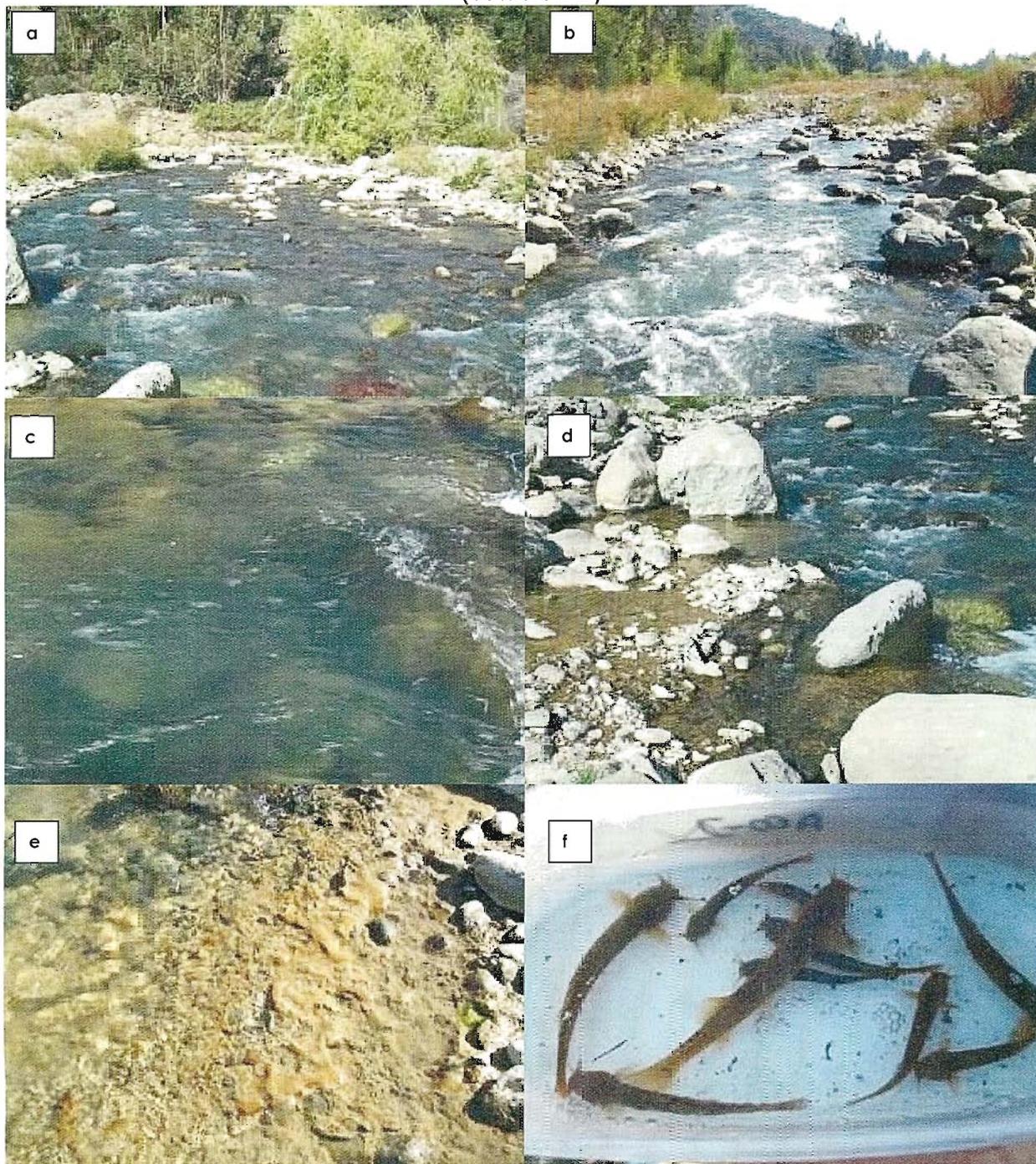
Tabla 4-20. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A).

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura	°C	21,7
pH	unidad	7,2
Conductividad Especifica	µS/cm	455
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	226
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,0
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,22

- Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B)

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial es abierto, con escasa vegetación terrestre de tipo arbustiva en la ribera del cauce. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la ribera y 40 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 21,7 °C y un valor de pH cercano a neutro (6,9 unidades). El curso de agua presentó una conductividad específica de 450 µS/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 225 mg/l y una concentración de oxígeno disuelto de 10,2 mg/l. El sustrato es rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 25 cm, lo cual indica el predominio de Gujjarros y Piedras según Bain et al. (1985). Se observó sedimento sobre el sustrato y rocas de gran tamaño (entre 1 y 1,5 m aproximadamente). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito).

Fotografía 4-2. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo muro (estación B).



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua semi turbia, d) Detalle del sustrato, e) Sedimento sobre el sustrato, f) Ejemplares de peces de la especie nativa *Trichomycterus areolatus*

Tabla 4-21. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B).

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura	°C	21,7
pH	unidad	6,9
Conductividad Especifica	μS/cm	450
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	225
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,55

- Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C).

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial es abierto, con escaso desarrollo de ribera y con vegetación terrestre arbórea cercana al cauce. La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la ribera y 50 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 19,8 °C y un valor de pH cercano a neutro (6,8 unidades). El curso de agua presentó una conductividad específica de 453 μS/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 228 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,2 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato es rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 3 y 25 cm lo cual indica el predominio de Guijarros y Piedras según Bain et al. (1985). También se observaron rocas de mayor tamaño (entre 1 y 1,5 m) y depósitos de sedimento. No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito).

Fotografía 4-3. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro del embalse (estación C).



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua semi turbia, d) Detalle del sustrato, e) Sedimento sobre el sustrato y f) Ejemplar de la especie *T. areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014

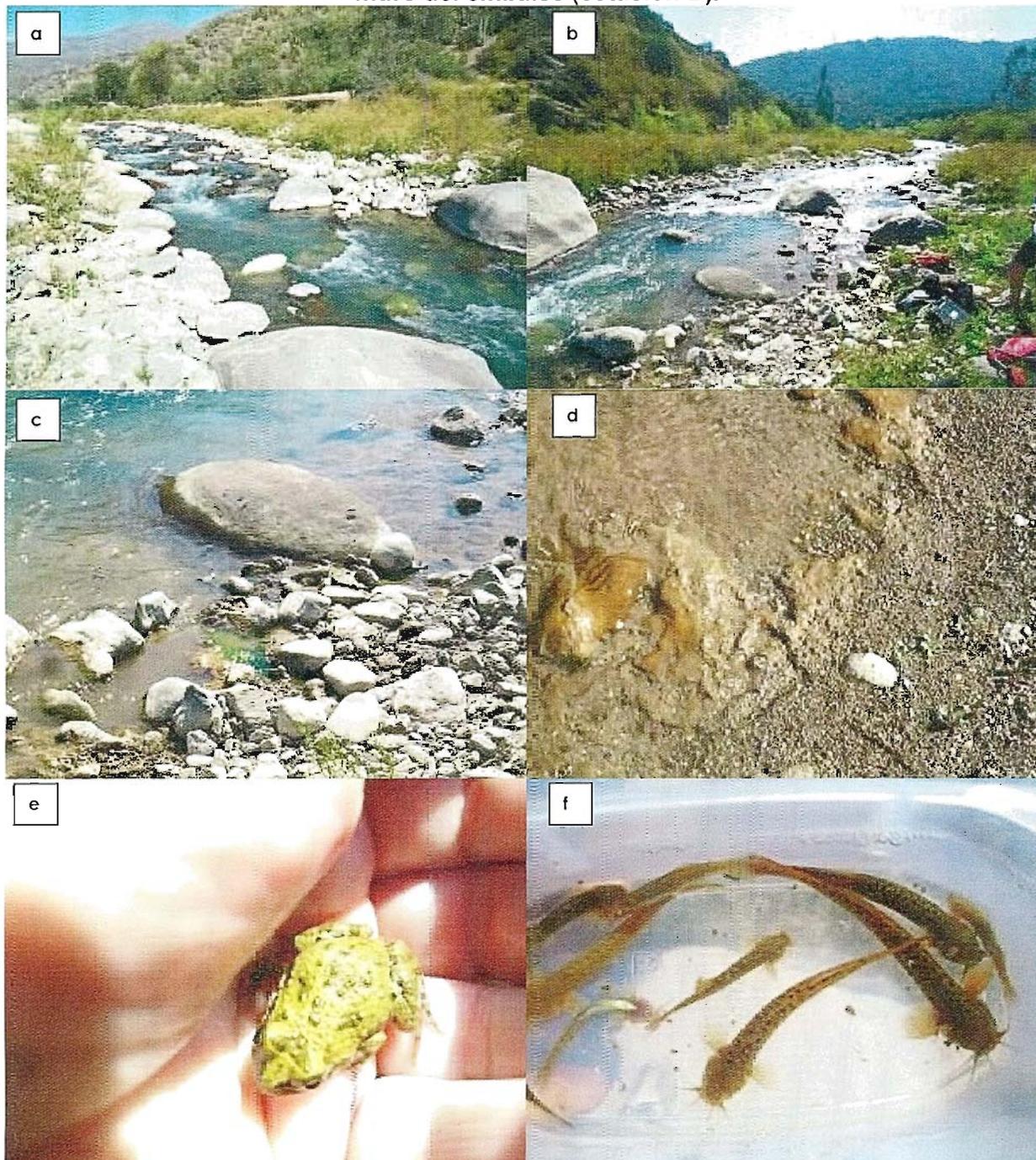
Tabla 4-22. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C).

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura	°C	19,8
pH	unidad	6,8
Conductividad Especifica	µS/cm	453
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	228
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,6

- Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D).

Este sector correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y presentaba vegetación terrestre arbustiva y herbácea en la ribera del cauce. Se observó un escaso desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 5 cm en la ribera y 50 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En este sector se midió una temperatura en la columna de agua de 20,7 °C y un valor de pH cercano a neutro de 6,7 unidades. El curso presentó una conductividad específica de 455 µS/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 228 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,0 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 2 y 20 cm, lo cual indica el predominio de Guijarros y Piedras según Bain et al. (1985). Se observó la presencia de rocas de mayor tamaño y sedimento en la ribera. Se detectó la presencia de anfibios. No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie *nativa Trichomycterus areolatus* (Bagrecito).

Fotografía 4-4. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro del embalse (estación D).



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Detalle del sustrato, d) Presencia de sedimento en la ribera del cauce, e) Ejemplar de anfibio y f) Ejemplares de peces de *Trichomycterus areolatus*.

Tabla 4-23. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D).

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura	°C	20,7
pH	unidad	6,7
Conductividad Especifica	µS/cm	455
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	228
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,0
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,84

- Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E).

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y con alta abundancia de vegetación terrestre arbustiva y herbácea en la ribera del cauce. La profundidad en este tramo fue estimada en 20 cm en la ribera y 40 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 2 y 5 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 21,8 °C y un valor de pH de 6,6 unidades. El curso de agua presentó una conductividad específica de 437 µS/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 218 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,2 mg/l), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 4 cm y 60 cm, lo cual indica el predominio de Gujarras, Piedras y Bolones según Bain et al. (1985). Se observó la presencia de sedimento y microalgas filamentosas sobre el sustrato. No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito).

Fotografía 4-5. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro del embalse (estación E).



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua semi turbia, d) Detalle del sustrato, e) Presencia de sedimento y microalgas filamentosas y f) Ejemplar de *Trichomycterus areolatus*.

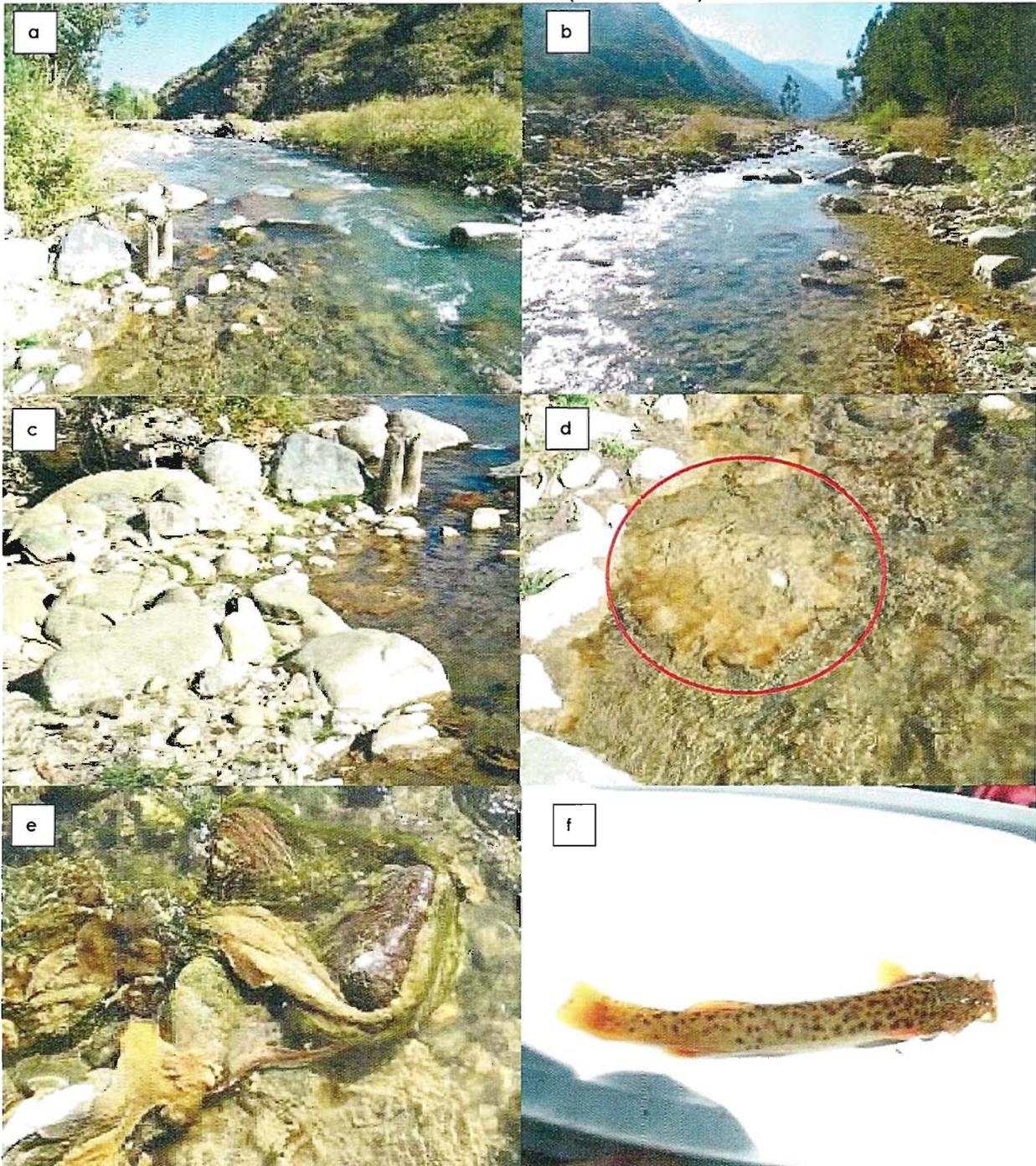
Tabla 4-24. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E).

PARAMETRO	UNIDAD	Valor
Temperatura	°C	21,8
pH	unidad	6,6
Conductividad Especifica	µS/cm	437
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	218
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,6

- Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro (estación F).

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre en la ribera del cauce y con desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 20 cm en la ribera y 40 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 3 y 6 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 13,0 °C y un valor de pH cercano a neutro de 6,5 unidades. El curso presentó una conductividad específica de 450 µS/cm, una concentración de sólidos totales disueltos de 226 mg/l y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,1 mg/l, condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 40 cm, lo cual indica el predominio de Guijarros, Piedras y Bolones según Bain et al. (1985). Se observó la presencia de sedimento y microalgas filamentosas sobre el sustrato. No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito). En este tramo se observaron desechos y basuras provenientes de “campings ilegales” que se ubican en la temporada estival en sectores próximos al cauce del estero Codegua.

Fotografía 4-6. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro del embalse (estación F).



a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Detalle del sustrato, d) Sedimento sobre sustrato, e) Detalle de microalgas filamentosas sobre sustrato y f) Ejemplar de *Trichomycterus areolatus*.

Tabla 4-25. Parámetros fisicoquímicos medidos in situ en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro (estación F).

PARAMETRO	UNIDAD	Valor
Temperatura	°C	13,0
pH	unidad	6,5
Conductividad Especifica	µS/cm	450
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	226
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,1
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,3

ii. Resultados Biota Acuática

- Fauna íctica (Peces)

El ensamble de especies de peces detectado en el área de influencia del proyecto estuvo constituido por una especie (Tabla 4-26). Esta especie correspondió a la especie nativa *Trichomycterus areolatus*. La especie nativa *T. areolatus* se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES.

Tabla 4-26. Ensamble de peces detectado en el área de influencia del proyecto.

Especie	Nombre común	Estado	Distribución	Categoría de conservación
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa	III - X Región	Vulnerable

Fotografía 4-7. Ejemplar de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito) capturado en el área de influencia del proyecto.



- Distribución espacial de peces en el área de influencia del proyecto.

Hubo presencia de peces en todos los tramos muestreados (Tabla 4-27). La única especie detectada fue la especie nativa *Trichomycterus areolatus*, la cual fue detectada en todas las estaciones de muestreo.

Tabla 4-27. Presencia de peces en el área de influencia del proyecto.

Especie	ESTACIONES DE MUESTREO					
	A	B	C	D	E	F
	1,6 Km aguas abajo del muro	600 m aguas abajo del muro	130 m aguas abajo del muro	450 m aguas arriba del muro	1 Km aguas arriba del muro	2 Km aguas arriba del muro
<i>Trichomycterus areolatus</i>	X	X	X	X	X	X

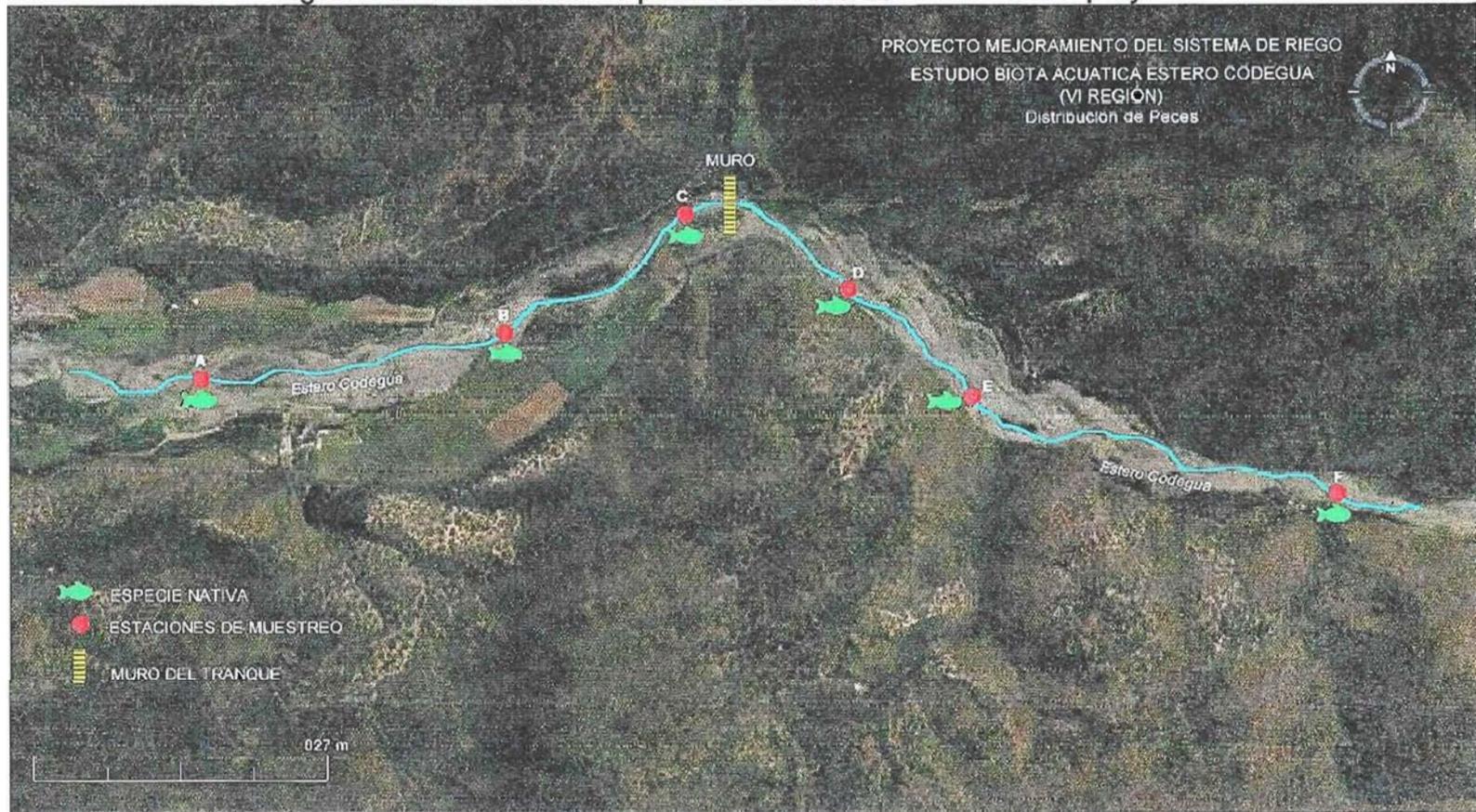
➤ Abundancia de peces en el área de influencia del proyecto

Una condición relevante del ensamble de peces en el área de influencia del proyecto fue que los tramos prospectados presentaron valores altos y similares de abundancia de peces. Los valores de abundancia variaron entre 7 y 13 ejemplares capturados y/o avistados con un esfuerzo de búsqueda de 40 minutos en todos los tramos de estudio.

Los mayores niveles de abundancia de peces fueron detectados en la estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C), tramo en el cual se detectaron 13 ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus*. También se detectó una alta abundancia de peces en las estaciones de muestreo ubicadas 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) en donde se detectaron 12 ejemplares de la especie de *Trichomycterus areolatus*.

El menor nivel de abundancia total de peces se detectó en la estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A) en la cual se detectaron 7 ejemplares de peces de la especie *Trichomycterus areolatus*.

Figura 4-5. Distribución de peces en el Área de Influencia del proyecto.



Fuente: Elaboración propia. Datum WGS84, Huso 19.

Tabla 4-28. Abundancia de peces (N° de ejemplares capturados y/o avistados, 40 min de esfuerzo de captura) en el área de influencia del proyecto.

Estación de muestreo		Abundancia (Ejemplares avistados y/o capturados)		
		Peces asilvestrados	Peces nativos	Número Total de Peces
1,6 Km aguas abajo del muro	A	0	7	7
600 m aguas abajo del muro	B	0	10	10
130 m aguas abajo del muro	C	0	13	13
450 m aguas arriba del muro	D	0	9	9
1 Km aguas arriba del muro	E	0	12	12
2 Km aguas arriba del muro	F	0	12	12

➤ Análisis Morfométrico y Factor de condición de las poblaciones de peces del AI del proyecto.

Los rangos de valores de los parámetros morfométricos de peces se indican en la Tabla 4-29. Los rangos de valores del factor de condición (K) se presentan en la Tabla 4-30.

Los ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* presentes en el AI del proyecto presentaron un rango de valores de longitud total que varió entre 3,5 y 9,8 cm y un peso total que fluctuó desde 0,4 hasta 6,2 g. La distribución de tallas de los ejemplares de peces fue similar entre las estaciones de muestreo.

En relación al factor de condición (K) de la especie *Trichomycterus areolatus*, estos valores variaron entre 4,4 y 11,6 en el AI del proyecto (Tabla 4-30). El menor valor de K fue medido en la estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C) mientras que el mayor valor fue registrado en la estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D).

Tabla 4-29. Parámetros morfométricos de peces del área de influencia del proyecto.

Estación De Muestreo		Especie	Parámetros Morfométricos	
			LT (Cm)	PT (G)
1,6 Km aguas abajo del muro	A	<i>T. areolatus</i>	3,9 - 9,2	0,4 - 4,4
600 m aguas abajo del muro	B	<i>T. areolatus</i>	3,9 - 6,9	0,5 - 2,2
130 m aguas abajo del muro	C	<i>T. areolatus</i>	3,5 - 9,8	0,4 - 6,2
450 m aguas arriba del muro	D	<i>T. areolatus</i>	4,0 - 8,3	0,4 - 3,5
1 Km aguas arriba del muro	E	<i>T. areolatus</i>	4,7 - 8,6	0,8 - 2,9
2 Km aguas arriba del muro	F	<i>T. areolatus</i>	4,6 - 9,1	0,8 - 4,5

Tabla 4-30. Factor de condición (K) de los ejemplares de peces del área de influencia del proyecto.

Estación de Muestreo	Especie	Factor de Condición K
1,6 Km aguas abajo del muro	A <i>T. areolatus</i>	5,7 - 8,4
600 m aguas abajo del muro	B <i>T. areolatus</i>	5,4 - 8,4
130 m aguas abajo del muro	C <i>T. areolatus</i>	4,4 - 10,7
450 m aguas arriba del muro	D <i>T. areolatus</i>	5,9 - 11,6
1 Km aguas arriba del muro	E <i>T. areolatus</i>	5,4 - 8,8
2 Km aguas arriba del muro	F <i>T. areolatus</i>	5,4 - 8,2

- Fauna de macroinvertebrados bentónicos

El ensamble de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio se describe en la Tabla 4-31.

La fauna de macroinvertebrados bentónicos de toda el área de estudio estuvo compuesta por nueve taxa. Los Ordenes con dos taxa fueron Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera, los cuales presentaron dos taxa. Por el contrario, los Ordenes con un taxa fueron Coleoptera, Megaloptera y Opisthoptera.

El taxón que presentó la mayor frecuencia en el área de estudio fue Orthocladinae, el cual fue detectado en todas las estaciones de muestreo. Secundariamente, los taxa Corydalidae y Lumbricus sp. fueron detectados en cuatro de las seis estaciones de muestreo.

El taxón que presentó la mayor densidad en el área de influencia del proyecto fue Orthocladinae. Esta densidad varió entre 422 (ind/m²), valor detectado en la estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C) y 922 (ind/m²), valor registrado en la estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A).

En relación a la densidad total de macrozoobentos, la estación de muestreo ubicada 1,6 km aguas abajo del muro (estación A) presentó el mayor valor del AI del proyecto (1.400 ind/m²). Por el contrario, el menor valor de densidad total se midió en la estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (533 ind/m², estación B).

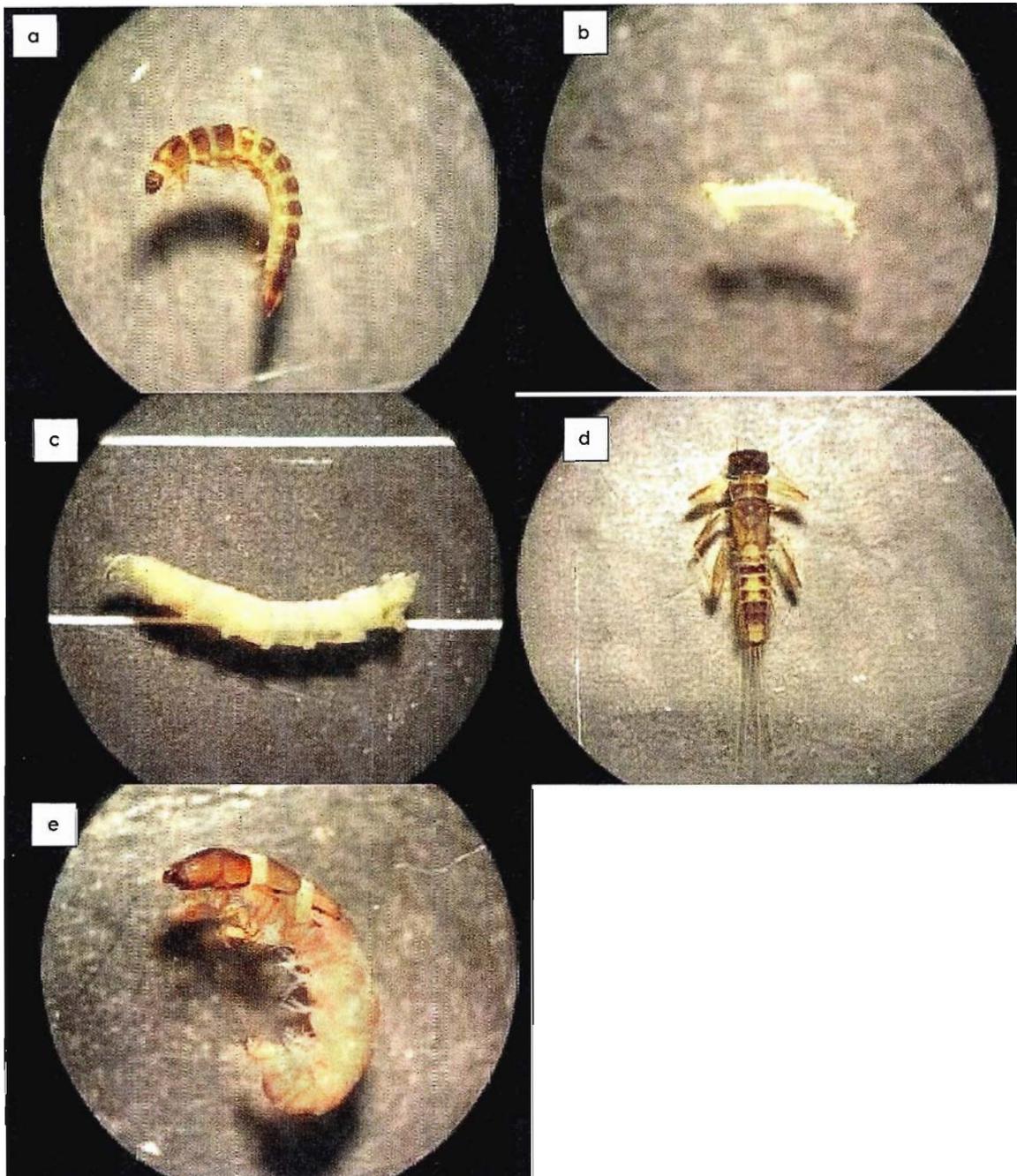
La riqueza de taxa de macrozoobentos en el AI del proyecto fue baja varió entre dos y seis taxa. El menor valor se detectó en la estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) mientras que el mayor valor de riqueza de taxa fue detectado en las estaciones de muestreo ubicadas a 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente).

Los valores de diversidad biológica de macrozoobentos variaron entre 0,075 y 0,557 bits. La estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) presentó la menor diversidad biológica, mientras que en las estaciones de muestreo ubicadas a 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) se presentaron los mayores valores de diversidad.

Tabla 4-31. Composición y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos).

Orden	Familia	Taxa	Estaciones De Muestreo					
			A	B	C	D	E	F
COLEOPTERA	ELMIDAE	<i>Elmidae</i>	344	0	0	0	289	0
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	<i>Orthoclaadiinae</i>	922	511	422	644	456	500
	DOLICHOPODIDAE	<i>Dolichopodidae</i>	0	0	0	0	0	33
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Meridialaris sp.</i>	0	0	133	256	0	100
		<i>Penaphebia chilensis</i>	133	0	0	0	0	0
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	<i>Corydalidae</i>	0	22	22	0	22	11
OPISTHOPORA	LUMBRICIDAE	<i>Lumbricus sp.</i>	0	0	89	56	33	44
TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	<i>Metachorema sp.</i>	0	0	22	11	11	0
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Smicridea sp.</i>	0	0	0	267	200	222
Densidad Total (ind/m ²)			1.400	533	689	1.233	1.011	911
Riqueza de Taxa (No. de taxa)			3	2	5	5	6	6
Diversidad biológica (bits, Shannon)			0,366	0,075	0,479	0,512	0,557	0,537

Fotografía 4-8. Taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio.



a) Orthocladiinae y b) Meridialaris chiloeensis, c) Dolichopodidae, d) Meridialaris sp. y e) Smicridea sp.



- Ensamble de microalgas bentónicas (fitobentos)

La descripción del ensamble de microalgas bentónicas detectadas en el área de estudio se presenta en la Tabla 4-32.

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 17 taxa. Los taxa más frecuentes en el área de estudio fueron *Achnanthydium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Fragilaria capucina* var *vaucheriae*, *Gomphonema angustum*, *Gomphonema spp.*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia spp.*, *Nitzschia dissipata*, *Pennada indeterminada* y *Rhoicosphenia abbreviata*; los cuales fueron detectados en todas las estaciones de muestreo. Secundariamente, el taxón *Fragilaria capucina* fue detectado en cinco de las seis estaciones de muestreo.

La densidad total de microalgas bentónicas fue diferente entre las estaciones de muestreo. El menor valor de densidad total de fitobentos fue 1.443 cel/mm², valor detectado en la estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E), mientras que el mayor valor de densidad total fue detectado en la estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A, 3.636 cel/mm²).

El taxón que presentó el mayor valor de densidad en toda el área de estudio fue *Achnanthydium minutissimum* (1.096,5 cel/mm²). Este valor fue medido en la estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B).

La riqueza de taxa de microalgas bentónicas fue similar entre las estaciones de muestreo. El menor valor de riqueza fue 11 taxa, el cual fue detectado en las estaciones de muestreo ubicadas 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) y el mayor valor fue 17 taxa, el cual fue detectado en la estación ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B).

Los valores de diversidad biológica de microalgas bentónicas fueron similares entre sí. El rango de diversidad fluctuó entre 0,966 bits, valor obtenido en la estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E) y 1,031 bits valor obtenido en la estación ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B).

Tabla 4-32. Composición y densidad (cel/mm²) de microalgas bentónicas (fitobentos).

Taxa	Estaciones de muestreo					
	A	B	C	D	E	F
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	865,7	1.096,5	461,7	634,8	173,1	346,3
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	115,4	115,4	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Encyonema minutum</i>	288,6	173,1	173,1	288,6	173,1	115,4
<i>Fragilaria capucina</i>	288,6	115,4	173,1	230,9	0,0	115,4



Taxa	Estaciones de muestreo					
	A	B	C	D	E	F
<i>Fragilaria capucina</i> <i>var vaucheriae</i>	634,8	288,6	288,6	404,0	288,6	288,6
<i>Gomphoneis minuta</i>	0,0	57,7	57,7	0,0	0,0	0,0
<i>Gomphonema</i> <i>angustum</i>	404,0	57,7	692,6	404,0	230,9	173,1
<i>Gomphonema clevei</i>	0,0	115,4	115,4	115,4	57,7	0,0
<i>Gomphonema spp.</i>	115,4	173,1	57,7	173,1	173,1	173,1
<i>Hannaea arcus</i>	57,7	57,7	0,0	57,7	0,0	0,0
<i>Melosira varians</i>	0,0	115,4	0,0	57,7	0,0	0,0
<i>Navicula gregaria</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	115,4
<i>Nitzschia spp.</i>	288,6	230,9	173,1	230,9	115,4	230,9
<i>Nitzschia dissipata</i>	173,1	288,6	288,6	115,4	57,7	57,7
<i>Pennada</i> <i>indeterminada</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7
<i>Pinularia sp.</i>	57,7	57,7	57,7	0,0	0,0	0,0
<i>Rhoicosphenia</i> <i>abbreviata</i>	230,9	346,3	173,1	173,1	57,7	173,1
Densidad Total (cel/mm ²)	3.636	3.405	2.828	3.001	1.443	1.847
Riqueza de Taxa (N° de taxa)	14	17	14	14	11	11
Diversidad biológica (bits, Shannon)	0,997	1,031	1,007	1,030	0,966	0,984

- Macrófitas

No se detectaron macrófitas en las estaciones de muestreo ubicadas en el AI del proyecto.

- Crustáceos decápodos

No se detectaron crustáceos decápodos en las estaciones de muestreo ubicadas en el AI del proyecto

Flora acuática

Los antecedentes consultados indican la ausencia de macrófitas (plantas acuáticas).

e) Conclusiones

En función de los resultados de biota acuática obtenidos durante la prospección en el AI del proyecto en el estero Codegua durante un periodo de estiaje se plantean las siguientes conclusiones:

Los tramos de estudio en el estero Codegua corresponden a sistemas de tipo Rithron de acuerdo a la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Los tramos fluviales son abiertos y presentan escasa vegetación terrestre en la ribera. El sustrato es rocoso



compuesto principalmente por rocas de tipo Guijarros y Piedras según Bain et al. (1985). A veces se observa la presencia de rocas de mayor tamaño y de sedimento depositado en la ribera.

El análisis de los parámetros de calidad de agua medidos in situ en el área de influencia del proyecto, específicamente, el análisis de los valores de pH, conductividad específica y concentración de oxígeno disuelto indica la existencia de condiciones favorables de calidad de agua para el desarrollo de la biota acuática, según la normativa ambiental Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78.

El ensamble de peces en el AI del proyecto estuvo conformado por una especie: la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). La especie nativa *T. areolatus* se distribuye ampliamente en el territorio nacional y se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES. Todos los tramos de estudio presentan niveles altos de abundancia de peces y las poblaciones estuvieron conformadas por ejemplares juveniles y adultos.

No se detectaron macrófitas ni macrocrustáceos decápodos en toda el área de influencia del proyecto.

4.2.4 Biodiversidad

a) Antecedentes Generales

En la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), indica que existen dos áreas protegidas: un Parque Nacional y una Reserva Nacional. El primero corresponde al Parque Nacional Las Palmas de Cocalán, el cual posee una extensión de 3.709 hectáreas y se destaca como una de las tres Áreas Silvestres Protegidas de Chile que cuentan con bosques milenarios de Palma Chilena (*Jubaea chilensis*), una especie endémica considerada Vulnerable (DS 51/08).

La reserva nacional antes mencionada, corresponde a Río de Los Cipreses, la cual fue creada en 1985 con el fin de proteger y conservar muestras representativas de la diversidad biológica de la zona y de su hábitat, albergando especies en peligro de extinción o aquellas que se están tratando de reintroducir. Con 36.882 hectáreas de superficie, esta reserva es el resultado de una combinación de fenómenos volcánicos, glaciares y fluviales. La reserva destaca por la protección de las especies de fauna como el guanaco, el loro trichahue y el puma, entre otros. En cuanto a flora es posible destacar el peumo, el quillay, el litre y el ciprés de la cordillera.

Asimismo existen dos áreas declaradas como Santuario de la Naturaleza: Alto Huemul, un robledal de gran extensión, de aproximadamente 3.000 hectáreas en la Cuenca del Río Claro; esto es al interior de San Fernando, un poco más al Este de la localidad de Sierras de Bellavista.



El otro tiene por nombre Bosque de Calabacillo de Navidad, corresponde a un santuario marino ubicado al sur de la bahía de Navidad. Fue declarado como santuario en febrero de 2012, mediante DS 18/12. Corresponde a un área de 11.333 Ha. y cuyo objetivo principal es la protección del calabacillo (*Macrocystis pyrifera*) y de otras especies asociadas, como invertebrados marinos y peces de roca.

b) Área de Influencia

El área de influencia directa corresponde al área de inundación proyectada.

El área de influencia indirecta, corresponde al área aguas arriba y aguas abajo del sector del embalse, en que la presencia de éste pueda afectar desplazamientos de especies de la ictiofauna.

c) Metodología

Se analiza si las áreas que serán intervenidas por el embalse se encuentran relacionadas a alguna área correspondiente al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), Estrategia Nacional para la Conservación de la Biodiversidad, así como los Sitios Prioritarios definidos en la Estrategia y Plan de Acción para la biodiversidad en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

En este sentido, se realizó un revisión bibliográfica de antecedentes disponibles en las fuentes oficiales que establecen las áreas bajo protección oficial (CMN, SERNATUR, MINEDUC, CONAF, BIENES NACIONALES), consultando la información cartográfica que permite identificar los límites geográficos de estas áreas. En el portal del SEA se buscó la información relativa a la existencia de Sitios Prioritarios, nivel regional, en especial considerando la Estrategia de Conservación para la Biodiversidad de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Por otro lado, se realizó un análisis de las relaciones que puedan existir entre los diferentes componentes del medio biótico y otros del entorno, que al ser alterados por el proyecto de embalse, pudieran afectar relaciones de dependencia que sean vitales para la mantención de las diferentes formas de vida silvestre.

d) Resultados

El área del proyecto, presenta relaciones de dependencia en el contexto de la flora y fauna presente. La vegetación asociada ofrece nichos ecológicos de reproducción y alimentación a la fauna, estableciendo una relación directa de dependencia de esta última.

En relación a la flora y fauna acuática, el área del proyecto incluye un tramo del estero Codegua que presenta condiciones de hábitat favorables para la población del bagrecito (*Trichomycterus areolatus*) en toda su extensión, lo cual es consistente con la presencia de esta especie en todos los tramos de estudio. La oferta alimentaria es alta y variada,



constituida por el ensamble de macroinvertebrados bentónicos y secundariamente por microalgas bentónicas. Los tramos de estudio en el estero Codegua corresponden a tramos de tipo Rithron con sustrato rocoso y heterogéneo compuesto principalmente por Guijarros y Piedras (Bain et al., 1985) y los que presentan condiciones de calidad de agua favorables para realizar riego y para el desarrollo de la biota acuática según la normativa ambiental Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78. Por lo tanto y en base a los resultados hay una relación directa de dependencia entre las poblaciones del bagrecito y el hábitat existente.

Cabe mencionar que las poblaciones de *T. areolatus* presentan una amplia distribución a nivel nacional, por lo que el impacto del proyecto sobre esta población de peces en particular se considera no significativo. No obstante lo anterior y dado que la construcción y operación del proyecto modificará las condiciones de hábitat (intervención del cauce e inundación del área emplazada aguas arriba de la presa), el proyecto considera implementar una medida mitigadora de impacto que constituye el Rescate y la Relocalización de ejemplares del bagrecito durante las etapas de Construcción y Operación.

Por otro lado, en el área de influencia directa no existen Áreas Protegidas como Sitios Prioritarios, Parques Nacionales, Reservas Naturales, Monumentos Naturales, Santuarios de la Naturaleza., Áreas de Preservación Ecológica, Reservas Forestales, Áreas de Protección de la Ley de Bosques y de la Ley de Bosque Nativo, Áreas Protegidas Privadas, Áreas de Protección Turística (APT) ni Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Esto último hace disminuir los niveles de sensibilidad del ecosistema, al no existir relaciones sensibles y nichos ecológicos críticos que puedan ser afectados por algún tipo de alteración.

e) Conclusiones

El área de influencia directa del área del embalse, no afecta áreas pertenecientes al SNASPE, ni áreas que tengan un categoría especial de conservación.

Las relaciones de las diversas formas de vida que conforman la biodiversidad del área del embalse, se producen entre la vegetación y flora terrestre de la cual depende la fauna terrestre, en forma directa. La flora y fauna acuática manifiesta una relación directa con los cambios que se producirán en la condición de escurrimiento (profundidad, caudal), disminución de ribera y variación de sustrato en el área de inundación y por el cambio de régimen de escorrentía y de caudal aguas abajo del muro. El impacto que pudiese surgir será mitigado mediante el Rescate y Relocalización de ejemplares en áreas no afectadas por el proyecto.

En el área de mejoramiento del sistema de riego, se observa un alto grado de intervención antrópica, lo que determina un bajo a nulo grado de biodiversidad con sensibilidad.



4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

4.3.1 Asentamientos Humanos

a) Antecedentes Generales

Desde el punto de vista Político- Administrativo el área del proyecto pertenece a la Región de O'Higgins, comunas de Codegua y Mostazal. Se localiza entre los 33° 55' y los 34° 08' de latitud sur; y entre los 70° 19' y los 70° 41' de longitud oeste y está situada en el sector nororiental de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, provincia de Cachapoal. La superficie territorial de la comuna de Codegua alcanza los 284,7 km², mientras que para la comuna de Mostazal se cuenta con una superficie de 524 km². De acuerdo al Censo INE, la Población total para el año 2002, alcanza para Codegua los 10.796 habitantes, mientras que para Mostazal corresponde a los 21.866 habitantes, de estos totales el 48,66 y 81,88 % es población urbana mientras el 51,34 y 18,12% es población rural respectivamente.

b) Área de Influencia

El AID se define como la zona donde se emplaza el proyecto de embalse y su área de inundación.

El AI se puede definir como el área a ser mejorada por el sistema de riego, dentro de las comunas de Codegua y Mostazal.

c) Metodología

La descripción de los asentamientos humanos, así como de población dispersa en el área de estudio se realizó levantando la información relacionada con la presencia de ocupación de viviendas próximas a las obras.

Se estima que esta forma de recopilar la información y centrar el análisis en aquellas familias que efectivamente se encuentren próximas a las obras, permitirá acotar en mejor forma los posibles efectos negativos o positivos sobre la población.

Se utilizó información recopilada por el equipo de Participación Ciudadana para caracterizar los distintos usos y vías de tránsito que se generan en el área de estudio

Esta información base permitirá describir a la población que reciba los beneficios del regadío, y no se vea afectada por las obras; aquella que reciba los efectos negativos y no los beneficios del proyecto y aquella que reciba tanto los beneficios como los efectos negativos.

Especial atención se dio a la identificación de los residentes de casas que deban ser reubicados en otros sectores o que puedan verse afectados por la generación de

alteraciones a su vida cotidiana debido al tráfico de vehículos y maquinaria, movimiento de tierras y aquellas actividades de construcción que perjudiquen la calidad ambiental de su entorno. Ver Lámina 3 en Anexo 1 Cartografía

d) Resultados

De acuerdo a la revisión del Censo 2002 y visitas a terreno del equipo consultor, en el AID no existen asentamientos humanos tales como Pueblos, Localidades, Caseríos y Aldeas. No se encuentran asimismo, ningún asentamiento indígena como tampoco loteos de viviendas rurales. Sin embargo, es importante mencionar que se constató la existencia de áreas destinadas a camping ilegales temporales, emplazados en las cercanías de la intersección de la Quebrada Las Pipas y el Estero Codegua, próximos al punto F del muestreo de Flora y Fauna Acuática, y cercano al punto C de la estación de muestreo de Calidad de Aguas. Dicha zona coincide con la cola proyectada para el embalse. Esta área es utilizada principalmente para paseos familiares, y ocurre generalmente durante la temporada estival; dicha ocupación trae consigo la acumulación de desechos y basura en el sector. (Ver Anexo 1, Lámina 2).

En relación con el área de influencia indirecta, según la revisión del Censo 2002, las comunas de Codegua y Mostazal, presentan los siguientes asentamientos.

Tabla 4-33. Localidades presentes en las comunas de Codegua y Mostazal

Comuna	Entidad	Categoría	Nº de Viviendas
Codegua	Codegua	Ciudad	1.383
	La Compañía	Pueblo	43
	Callejones	Aldea	91
	Isla Norte	Aldea	89
	El Carmen	Aldea	113
	La Blanquina	Aldea	109
	La Morera	Aldea	105
	Callejones dos	Caserío	3
	Callejones uno	Caserío	31
	Codegua norte	Caserío	18
	Rancho grande	Caserío	48
	Isla norte	Caserío	14
	La leonera (p)	Caserío	11
	La leonera cuatro	Caserío	4
	La leonera dos	Caserío	8
	La leonera tres	Caserío	3
	La leonera uno	Caserío	15
	San Joaquín	Caserío	23
	Los nogales	Caserío	10
	Los Silva	Caserío	62
	El Carmen	Caserío	3
	El Maitén	Caserío	29
El romeral	Caserío	69	
La morera	Caserío	15	

Comuna	Entidad	Categoría	Nº de Viviendas
	Las delicias	Caserío	41
	Medialuna dos	Caserío	8
	Medialuna tres	Caserío	31
	Medialuna uno	Caserío	8
	Miraflores	Caserío	7
	Miraflores dos	Caserío	55
	Miraflores tres	Caserío	42
	Miraflores uno	Caserío	6
	Santa teresa de tunca	Caserío	22
	Tuncahue	Caserío	5
Mostazal	San Francisco de Mostazal	Ciudad	3.148
	La Punta	Pueblo	1.467
	Angostura	Pueblo	348
	Peuco	Aldea	88
	La Samuelina	Caserío	66
	Río Peuco	Caserío	23
	El arrayán	Caserío	26
	El Roble	Caserío	15
	San Pedro	Caserío	10
	La Punta (p)	Caserío	56
	El Estero	Caserío	9
	O'Higgins de Pilai	Caserío	81
	Las Encinas	Caserío	9
	Picarquín	Caserío	51
	Pilaicito	Caserío	10
	Camino a santa teresa	Caserío	7
Santa teresa	Caserío	63	
La candelaria	Caserío	40	

Fuente: Elaboración propia base INE. Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos, 2005.

De acuerdo a información obtenida por el equipo de participación ciudadana se destaca que dentro de los usos del territorio existentes en el área del proyecto, se encuentran dos elementos de interés.

Uno de ellos corresponde al tradicional uso de alimentar el ganado en las veranadas en la estación de primavera. Este uso implica que dentro del área del proyecto se encuentran los pasos o huellas por las que transitan los arrieros, hacia los campos de veranadas, así como algunos sitios puntuales de descanso.

En otro orden, se encuentra el uso de algunos sectores de las riberas del estero, a modo de camping, por parte de población flotante, en época estival. La mayor parte de estos sitios son utilizados en forma irregular, destacándose la acumulación de basuras en la superficie de estos lugares.



e) Conclusiones

El área de influencia directa, al no presentar asentamiento humano de algún tipo, genera un ambiente favorable para el proyecto del Embalse, debido a que no se producirán problemas de relocalización de población y cambios en los patrones de cultura y actividad económica.

No obstante, algunos usos esporádicos o transitorios, como los pasos de ganado hacia las veranadas y sus sitios de descanso, así como la utilización de sectores de ribera como camping, son usos que deben ser considerados.

En el área de influencia indirecta, se encuentra una serie de asentamientos humanos de diversa categoría, tanto en la comuna de Codegua como de Mostazal.

4.3.2 Patrimonio Cultural y Arqueológico

a) Antecedentes Generales

Los únicos monumentos históricos que registra la comuna de Codegua son el cerro de la Compañía (DS N° 119 del 11 de marzo de 1992) y la iglesia de Nuestra Señora de la Merced de Codegua, la que incluye la iglesia, plaza, casa y patio parroquial (Dec. N° 15 del 27 de Enero de 2009).

En cuanto a evidencias arqueológicas, no se encuentran registradas en la bibliografía consultada.

La arqueología de la región de O'Higgins presenta un desarrollo variable, tanto en términos geográficos como cronológicos. Pese a lo anterior, la totalidad de la secuencia arqueológica prehispánica se encuentra representada en ella. Para los momentos más tempranos de la prehistoria se registran las clásicas evidencias Pleistocenas de los sitios Tagua Tagua 1 y 2, en la localidad de San Vicente (Montane 1968, Núñez et. al 1994). Un poco más al sur, en las cercanías de Santa Cruz los trabajos de Tagle (Planella y Tagle 2004; Tagle et al. 2008) ha descrito un patrón funerario de túmulos que presenta antigüedades que se insertan en la transición Pleistoceno – Holoceno (ca. 11.000 AP), hasta los momentos alfareros. Esta autora indica que: "Este patrón funerario destaca por la intencionalidad en la construcción de estructuras de túmulos de grandes dimensiones, (300 m² a 1 ha. de superficie), localizados en ámbitos de antiguas cuencas lacustres. Se han identificado hasta la fecha 34 de estas estructuras en el valle, las que sin excepción han sido vulneradas y/o arrasadas por labores propias de la actividad agrícola allí desarrollada" (Tagle et al. 2008). Lamentablemente, sólo existe la publicación parcial de uno de ellos, denominado la Pataguilla 2. Otros yacimientos similares se ubican en el sector de Almahue (Planella y Tagle 2004). Para momentos inmediatamente posteriores a la transición Pleistoceno – Holoceno se cuenta con menos información, proviniendo esta del entorno de la laguna, de Tagua Tagua con las ocupación más "tardías" de ésta (Durán 1980) y el conocido sitio de Cuchipuy (Kaltwasser et al. 1980) con fechas el orden de los 8000 – 6000 antes del presente. La costa, por su parte, fue igualmente ocupada desde



momentos tempranos ya que Montané (1960) realizó prospecciones y recolecciones en diversos conchales al norte y sur del estero de Cahuil, en terrazas ubicadas entre los 15 a 35 msnm. En estos se constata la presencia de ocupaciones arcaicas y cerámicas. Gaete (Gaete y Martínez 2001), excavó en la ribera sur de la Laguna de Cahuil el conchal La Boca del Fundo Cahuil, el que presentó una potencia de 1,5 m y una extensa ocupación cultural, que se extiende desde el Arcaico temprano (ca. 9.200 a.C.) hasta períodos cerámicos. Más hacia el sur Weissner y Tagle (1995) intervinieron un conchal conocido como Paso de las Conchas el que presenta igualmente ocupaciones entre los 9900 y 5700 años AP (Weissner y Tagle 1995). Finalmente Tagle (2009) menciona la presencia de por lo menos siete conchales ubicados en el tramo comprendido entre Pichilemu y Cahuil. La cordillera por su parte, no parece haber sido ocupada de manera tan intensiva por grupos cazadores recolectores, por lo menos en la cuenca del Cachapoal, uno de los pocos lugares con trabajos sistemáticos (Cornejo 2004). Tagle, no obstante, ha realizado trabajos de impacto ambiental más al sur en la Región, en donde los resultados han sido más positivos (p.e. Tagle 2007). El catastro de sitios del MOP también señala asentamientos cordilleranos más al sur del área de estudio (UTA-MOP 1995). Para los momentos alfareros, el panorama parece cambiar particularmente en el valle central, ya que existe un importante cúmulo de información arqueológica, específicamente para el período Alfarero Temprano, aparentemente dominado por grupos Lolleo (Sanhueza 2009). Se han identificado complejos yacimientos de agregación social, como el sitio la Granja y numerosos asentamientos residenciales y en menor medida funerarios con una gran variabilidad en ciertos atributos técnicos en su cultura material, cuyo denominador común es la cercanía con cuerpos de agua (Sanhueza et al. 2007, Sanhueza 2009, Jackson et al. 2012). De acuerdo a Sanhueza et al. (2007) se trataría de comunidades conformadas por conjuntos de familias. Los asentamientos cordilleranos para este período son comparativamente escasos (Sanhueza et al. 2007). Para el período Intermedio tardío se dispone de menor información, ya que se ha sugerido que el río Cachapoal corresponde al límite sur de la cultura Aconcagua (Durán y Planella 1989). Los sitios arqueológicos para este período en el área, son por tanto más escasos. Por último, la influencia incaica en la zona es evidente por la presencia del conocido sitio del cerro Grande de la Compañía, ubicado en la comuna de Codegua. Se trata de una extensa fortaleza o pukara compuesto por a lo menos cinco líneas de muros defensivos confeccionados con la técnica de doble hilada con relleno. En la parte superior de éste se ubica una explanada natural a modo de plaza se identifican a lo menos once recintos de distintas dimensiones. Un poco más abajo se registran estructuras de planta circular con dataciones preinkaicas, correspondientes al período intermedio tardío (Stehberg 1995). Otros sitios inkaicos en la región son Tren Tren, cerca de Doñihue, desde donde se recuperaron algunos contextos funerarios (Stehberg y Rodríguez 1989).

Específicamente para el área de estudio, no se conocen de evidencias arqueológicas, cuestión que en principio se debería a la ausencia de trabajos específicos para el área. Latcham (1928) indica la recuperación de un puco en las márgenes del estero Codegua, sin entregar datos específicos de su emplazamiento. Por la decoración de éste probablemente corresponda al Período Alfarero Temprano. Olgún (2010), citando a Rees (Ms) indica la presencia de los sitios alfareros Codegua Norte (UTM: 6233400/353000) y Sur. Específicamente Codegua Norte corresponde a un campamento habitacional

cerámico ubicado en la ribera Norte del río Codegua. Sanhueza et al. (2007) señalan la escasez de sitios arqueológicos del PAT entre los esteros Codegua y Peuco, cuestión que también se observa en otros sectores precordilleranos de la cuenca del Cachapoal (Cornejo 2004, UTA MOP 1995).

El Catastro MOP sólo señala para la comuna las ruinas del pukara de la Compañía y el sitio arqueológico de la Leonera, ubicado cerca del hotel homónimo (UTM 6233100/355000).

Los únicos Monumentos históricos que registra la comuna de Codegua son el ya mencionado cerro de la Compañía (DS n° 119 del 11 de marzo de 1992) y la iglesia de Nuestra Señora de la Merced de Codegua, la que incluye la iglesia, plaza, casa y patio parroquial (DS n° 15 del 27 de Enero de 2009).

Para mayor detalle ver Anexo 4 Informe de Prospección Arqueológica.

b) Área de Influencia

El AID corresponde al área de inundación del embalse y obras anexas.

Para este componente no se aprecia la posibilidad de generar un área de influencia indirecta, por cuanto de existir la posibilidad de afectación eventual de algún sitio de interés, esta afectación es necesariamente directa.

c) Metodología

Para la correcta caracterización de los componentes arqueológicos del área de influencia se realizó una prospección arqueológica entendida como “El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de superficie” (D.S. 484, Artículo N°2). Particularmente para el caso de estudio, se consideró una prospección superficial pedestre sin recolección de materiales o excavación. Al respecto, la posibilidad de detectar videncias culturales, no obstante, se encuentra relacionada con las condiciones del lugar en donde se encuentran depositadas, así como las propiedades físicas de los propios objetos. Gallardo y Cornejo (1986) definen tres conceptos fundamentales que configuran los resultados de una prospección arqueológica. El primero de ellos corresponde al de obstrusividad el que “se relaciona a la naturaleza de los materiales arqueológicos (artefactos, ecofactos y rasgos) y a su ‘sensibilidad’ para ser descubiertos por una técnica específica” (Gallardo y Cornejo 1986:413). De esta manera, la coloración, forma o tamaño de los elementos son características que delimitan su obstrusividad. Un segundo concepto se relaciona con la visibilidad, entendida de acuerdo a Gallardo y Cornejo (1986:413) como, “las dificultades para que un observador pueda detectar la presencia de materiales culturales sobre o bajo el terreno”. En este caso factores como la topografía o vegetación afectan directamente la visibilidad de los materiales arqueológicos. Finalmente, el tercer elemento que condiciona una prospección arqueológica es la accesibilidad ya que “se encuentra vinculada a las constricciones

impuestas sobre la movilidad del observador para alcanzar un determinado lugar” (Gallardo y Cornejo 1986:414).

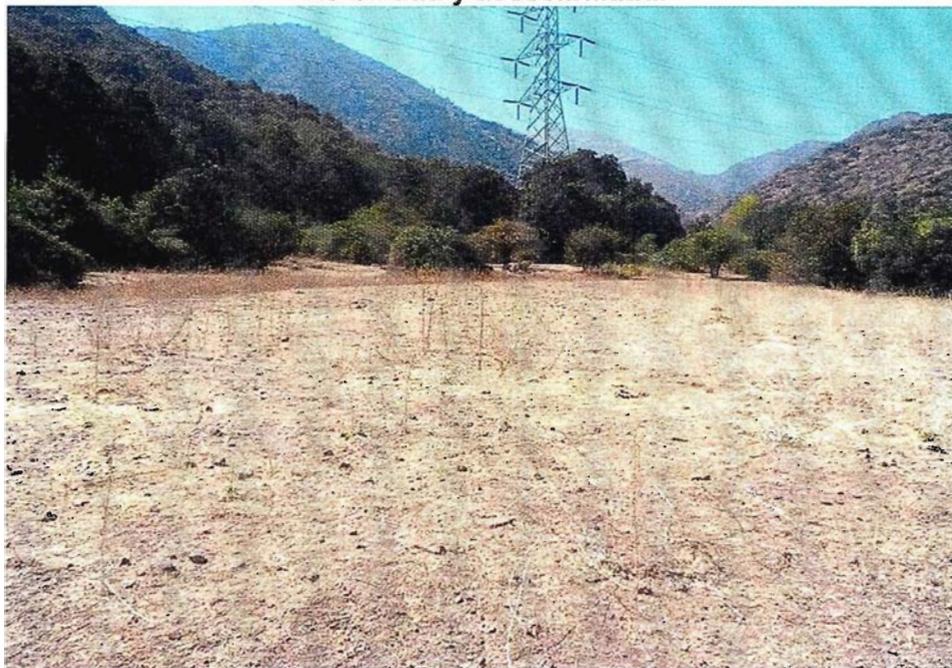
En función de la cantidad de material observable en superficie, las evidencias arqueológicas fueron divididas en tres categorías: Hallazgo aislado (hasta dos elementos arqueológicos), concentración arqueológica (entre 2 y 10 elementos arqueológicos asociados espacialmente) y sitio arqueológico (más de 10 elementos arqueológicos).

La prospección arqueológica se realizó entre los días 24 y 25 de Abril del 2014.

d) Resultados

Atendiendo a las condiciones topográficas y vegetacionales del área de influencia, se privilegiaron aquellos sectores con mejor visibilidad y accesibilidad, es decir aquellos lugares con pendientes moderadas y escasa o nula vegetación. Éstas se centraron fundamentalmente sobre a la caja del río y en terrazas de distinta extensión ubicadas en la ribera norte del área de inundación (Fotografía 4-9). En total se consideraron cinco sectores principales, con una superficie aproximada de 48.000 m². Esta decisión se sustentó también en la revisión bibliográfica, ya que uno de los pocos sitios cerca del área de influencia se localizó en la primera terraza de la ribera norte del estero Codegua (Sitio Codegua Norte). No obstante lo anterior, se realizó un recorrido completo del área de influencia por ambas riberas, desde el pretil hasta el extremo del área de inundación, prestando atención a elementos potencialmente arqueológicos en las laderas (p.e. aleros rocosos).

Fotografía 4-9. Vista de terraza ubicada en la ribera norte del río Codegua con buena visibilidad y accesibilidad.



Se identificaron en total cuatro sitios prehispánicos más un sitio de conmemoración subactual. Las características principales de éstos se resumen en la Tabla 4-34.

Tabla 4-34. Resumen de hallazgos registrados. PAT: Período Alfarero Temprano.

Código	Tipo	Coordenada 1	Coordenada 2	Superf.(m ²)	Funcionalidad	Cronología
COD-01		6.233.573	356.048	9	Conmemorativo	Subactual
COD-02	Sitio arq.	6.238.880	356.112	2592	Habitacional	PAT, Probablemente
		6.233.830	356.084			
		6.233.820	356.084			
		6.233.803	356.093			
		6.233.799	356.080			
COD-03	Sitio arq.	6.233.615	356.159	234	Habitacional	PAT, Probablemente
		6.233.620	356.140			
		6.233.614	356.179			
COD-04	Concentrac.	6.233.521	356.188	2	Indet.	Indet
COD-05	Sitio arq.	6.233.491	356.430	1404	Habitacional	PAT, Probablemente
		6.233.505	356.393			
		6.233.478	356.402			
		6.233.502	356.378			

i. COD-01

Corresponde a una animita a la memoria de Luis Urzúa Cuevas, emplazada sobre una gran roca en la ribera norte del río Codegua, adyacente al estero El Bolsón.

Fotografía 4-10. Vista general del sitio COD-01.



Fotografía 4-11. Detalle de placa conmemorativa.



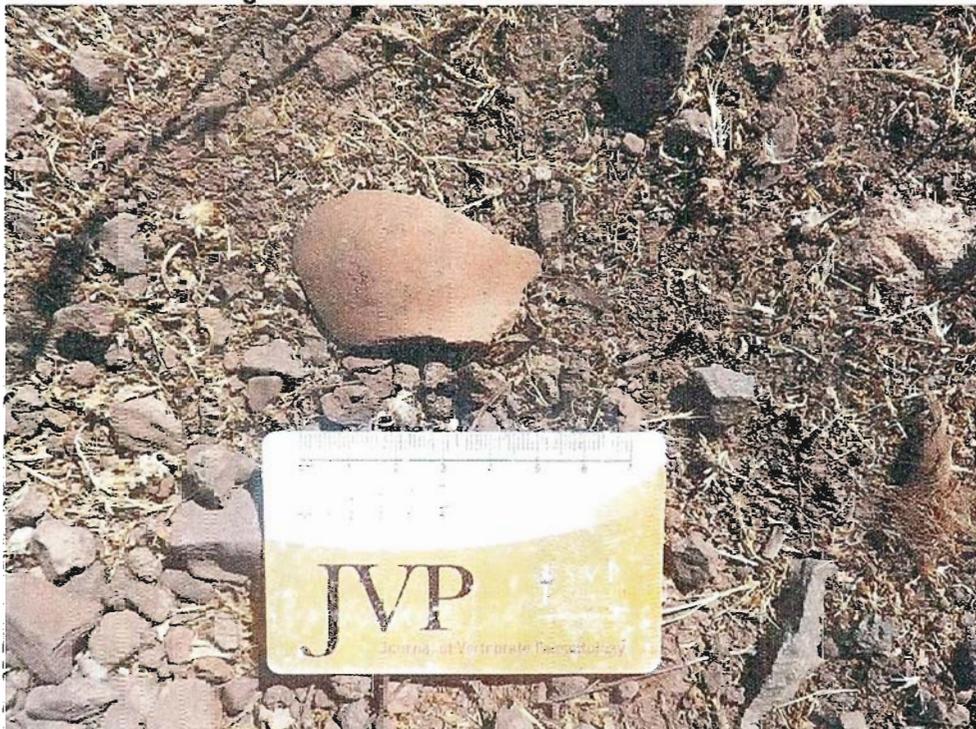
ii. COD-02

Corresponde a un sitio prehispánico de carácter residencial, con material cultural disperso, ubicado en una terraza de un pequeño afluente (El Bolsón), de orientación NW-SE, en la riberia Norte del Río Codegua, a unos 270 m de la caja del río actual. La presencia de surcos homogéneos y rectos da cuenta que el lugar fue utilizado para cultivo anteriormente. Presenta material cerámico monocromo muy fragmentado de paredes medias (< 1 cm esp.), de color anaranjado y que daría cuenta de formas globulares. Se registra material lítico compuesto por desechos secundarios de jaspe rojo y andesita (probablemente), y una preforma de punta de proyectil triangular. El sitio posiblemente tenga una adscripción cerámica temprana. Aunque no es evidente, es probable que la utilización de ésta terraza como campo de cultivo haya colaborado en la dispersión y fragmentación del material.

Fotografía 4-12. Vista general del emplazamiento del sitio COD-02. Se aprecian rastros de antiguos surcos para cultivo.



Fotografía 4-13. Detalle de material cerámico.



Fotografía 4-14. Detalle de material primas líticas de buena calidad, incluyendo preforma de punta de proyectil bifacial.



iii. COD-03

Se trata de un yacimiento ubicado en la misma terraza antes descrita, pero más cercano hacia la caja del río Codegua, a unos 190 m. Entre COD-02 y COD-03, hay cerca de 70 m sin material cultural, por lo que se optó por definir dos sitios arqueológicos independientes, aunque su registro material es similar. Se registró material cultural muy disperso (Sólo 5 hallazgos), destacando un desecho bifacial de obsidiana, una preforma bifacial de jaspe y fragmentos cerámicos monocromos erosionados. Este sitio probablemente tenga una antigüedad similar a COD-02.

Fotografía 4-15. Emplazamiento del sitio COD-03.



Fotografía 4-16. Detalle de materiales culturales identificados.



iv. COD-04

Concentración de dos fragmentos cerámicos monocromos y una lasca espesa de basalto (probablemente). Los restos se ubican en la terraza inmediatamente sobre la caja del río, en la ribera norte, en un campo de cultivo.

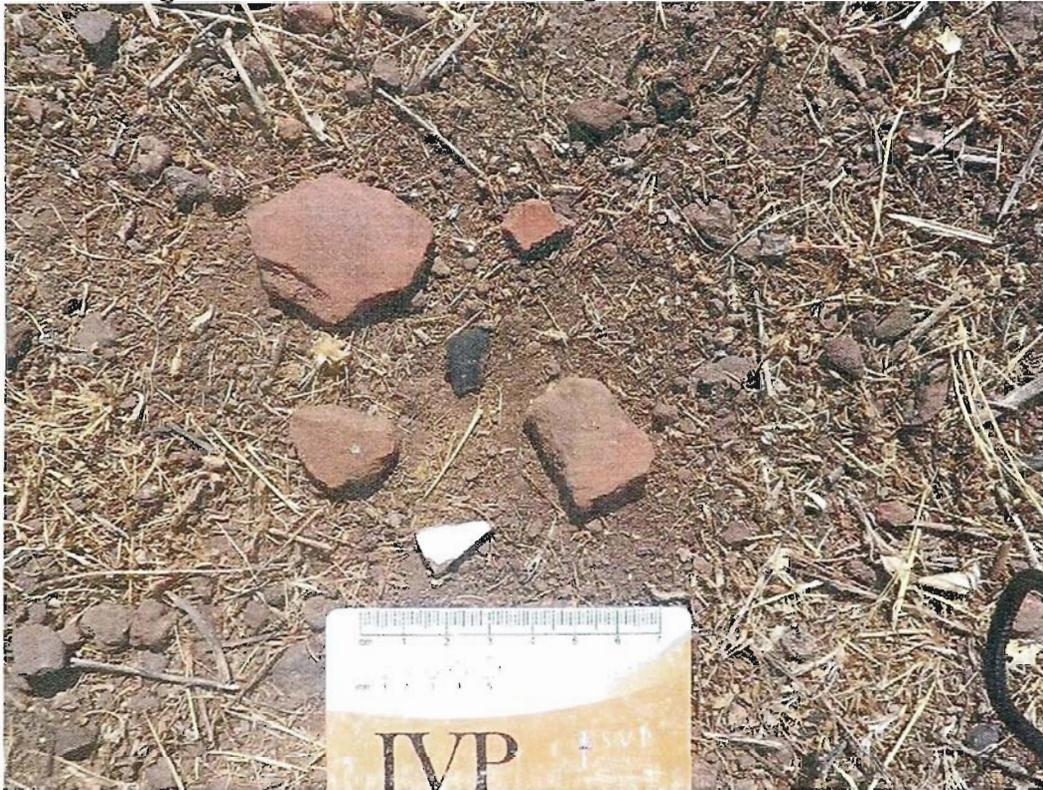
Fotografía 4-17. Lasca primaria de basalto (probablemente)



v. COD-05

Sitio arqueológico ubicado en una terraza alta (posiblemente la segunda), al oeste de un pequeño afluente del río Codegua sin nombre y asociado a una pequeña aguada al N. Presenta una leve pendiente hacia el suroeste y se encuentra desprovista de vegetación, por lo que debió haber sido un campo de cultivo hoy en desuso. En esta se reconocieron un mayor número de fragmentos cerámicos monocromos anaranjados de distintos tamaños, de paredes medianas a gruesas (5-9 mm). Se observó en superficie una lasca de obsidiana, desechos de jaspe y un raspador en materia prima de grano medio, posiblemente basalto. La materialidad registrada guarda similitud con los sitios registrados precedentemente. Los materiales se concentran en el sector W del sitio, quizás por la pendiente natural que presenta la terraza. Hay también fragmentos de loza, lo que podría indicar una reocupación histórica.

Fotografía 4-18. Material cultural registrado en el sitio COD-05.



Aun cuando no fueron registrados formalmente por encontrarse aún en uso, durante toda la prospección se observaron pequeños paraderos de arrieros, a juzgar por la presencia de fogones, latas y restos de huesos de vacuno. Parecen corresponder a lugares de pernocte enmarcados en los circuitos de movilidad estacional del ganado en el sector cordillerano de la región.

e) Conclusiones

Se registran un total de cuatro evidencias prehispánicas – tres sitios y una concentración– y un sitio conmemorativo subactual. Todos los sitios se ubican en terrazas fluviales de distinta altura que reúnen condiciones óptimas para el cultivo. Los sitios COD-2, 3 y 5 presentan similares condiciones de emplazamiento y de materialidad cultural, lo que sugiere su contemporaneidad. Tentativamente son asignados al período alfarero temprano.

4.3.3 Otros Proyectos en la Zona

El siguiente listado detalla los proyectos encontrados y que pueden tener alguna relación con el embalse.

Tabla 4-35. Listado de proyectos relacionados con el estudio

Comuna	Descripción Proyecto	Año y Etapa a Financiar o Evaluación
Codegua	Mejoramiento Ruta H-189 Y H-191, La Leonera Baja, Comuna de Codegua.	2013
	Proyecto de enrocado del Río Codegua (defensa fluvial) en sectores puntuales de alto riesgo en la comuna. Estudio de Encauzamiento del Estero Codegua desde el sector Las Marcas (La Leonera) hasta sector de Estancilla, comuna de Codegua	2008-2013

Fuentes: Banco Integrado de Proyectos y Pladeco de Codegua.

El mejoramiento del camino proyectado hacia el sector de La Leonera, genera una relación positiva con el proyecto, en la medida que podría agregar un valor turístico al área del embalse.

En relación con el proyecto de defensas fluviales en sectores puntuales, el embalsamiento del Estero Codegua, traería como consecuencia una modificación en el escurrimiento de las aguas del estero, lo cual permitiría reevaluar esta posible inversión en distintos puntos aguas abajo del proyecto.

4.4 ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL.

Se proponen las siguientes zonas de restricción para la ubicación de instalación de faenas, estacionamiento de maquinaria y camiones u otros emplazamientos relacionados con la etapa de construcción. Para la etapa de Operación del proyecto, no se establecen Zonas de Restricción Ambiental.

4.4.1 Zona de Protección por Cultivos Agrícolas.

Se refiere al área de Influencia Directa de las obras de mejoramiento de canales abastecedores de riego, contemplando una rectificación de la geometría de los canales Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria, El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera; la construcción de nuevas bocatomas de río, consistentes en: 1) Obra de Toma, 2) Canal de Aducción, 3) Bocatoma en los canales Tronco Ribera Norte, El Peumal y Tronco Ribera Sur; y la sustitución de las obras en mal estado: obras de cruce, tuberías de hormigón, marcos partidores de hormigón y compuertas de entrega y/o devolución para los canales Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria, El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera. (Ver Figura 3-9).

4.4.2 Zonas de Asentamientos Humanos.

Se trata de proteger los sectores residenciales, de modo de generar los menores inconvenientes a la población, particularmente a lo que se refiere a los componentes ruido y el impacto de material particulado por el desplazamiento de maquinaria. Estos



corresponden principalmente a sectores aledaños a los canales Revestido Comunero, La Leonera, Tronco Ribera Norte, Candelaria y La punta de Codegua.

4.4.3 Zona de restricción por protección de flora y fauna terrestre

Corresponde a toda área con presencia de vegetación, flora y fauna terrestre, que se encuentre fuera de los límites de trabajo establecidos para la fase de construcción del embalse. Con esta medida se intenta preservar y proteger las distintas formaciones vegetacionales existentes en la zona contigua a los trabajos, tales como bosques de Peumo y Litre, Lingue, matorral de Espino, Romerillo, Huañil y Quila, entre otros. (Ver lamina 2, Anexo 1).

4.4.4 Zona de restricción por protección de flora y fauna acuática

Se intenta proteger los ambientes ribereños de los cauces fluviales existentes, en todo lo que no corresponda al área de trabajos para la construcción del embalse.



5. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL.

5.1 Normativa Ambiental General

El presente marco legal analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto, incluyendo la identificación de los permisos ambientales sectoriales.

5.1.1 Decreto N°100/05, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Constitución Política de la República de Chile.

a) Materia Regulada

Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile

b) 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 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.

c) 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.

5.1.2 Ley 19.300, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Modificada por Ley 20.173/2007 y Ley 20.417/2010), Ley de Bases Generales del Medio Ambiente

a) Materia Regulada

La Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), incorpora a nuestro ordenamiento jurídico un conjunto de principios que dan coherencia y uniformidad a la legislación ambiental chilena. Es este cuerpo legal el que establece la normativa fundamental dentro de la cual debe enmarcarse el proyecto, con el objeto de prever, determinar, prevenir, mitigar, compensar o restaurar su impacto en el medio ambiente.

El artículo 10 de la Ley identifica aquellos tipos de proyectos que por ser susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases deben ser sometidos de forma



obligatoria al SEIA, ya sea a través de una DIA o de un EIA, este último caso en el evento de que el proyecto o sus actividades, en cualquiera de sus fases, generase o presentase a lo menos uno de los efectos, características o circunstancias señaladas en el artículo 11.

b) Relación con el Proyecto

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.

c) Forma de Cumplimiento

El cumplimiento de la Ley 19.300 y sus posteriores 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.

5.1.3 D.S. N° 40/2013, Ministerio del Medio Ambiente.

a) Materia Regulada

Establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Además el Reglamento establece la lista de permisos ambientales sectoriales, los que de ser aplicables a algún Proyecto, deberán ser incluidos en el documento correspondiente, ya sea un EIA o una DIA.

b) Relación con el Proyecto

El DS N° 40/13 se relacionará con las obras, en cuanto se trate de proyectos tipificados en el Art. 3.

En el Art. 3 se encuentra la tipología de ingreso a considerar para el proyecto en evaluación:

Artículo 3: "Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes:

"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 igual o 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 igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³)”.

“a.3. 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 m³) 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 m³) 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 m³) 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”.

“a.4. Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000 m³), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago”.

“Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente”.

“La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizad”.

c) Forma de Cumplimiento

El cumplimiento de la norma se produce por la vía del ingreso al SEIA en los casos de proyectos que correspondan a los tipificados en el al Art. 3°.



5.2 Normativa Ambiental Específica

5.2.1 Aire

a) DS N° 144/61, DEL MINISTERIO DE SALUD.

i. Materia Regulada

Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza.

ii. Relación con el Proyecto

De acuerdo a los antecedentes disponibles, es posible señalar que en la etapa de construcción del Embalse y el mejoramiento de los canales, se generarán emisiones a la atmósfera derivado del movimiento de tierra, maquinarias y vehículos.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante la Etapa de construcción, se deberán minimizar las molestias a receptores sensibles en las faenas que se desarrollen próximas a sectores poblados. Entre las medidas atinentes se encuentran las siguientes:

- Humedecer caminos de circulación internas que presentan altas probabilidades de levantar material particulado.
- Control de velocidad de circulación de vehículos.
- Utilizar mallas antipolvo a objeto de evitar la dispersión de material particulado directamente en las áreas adyacentes a los frentes de trabajo o en zonas con alta circulación de camiones, vehículos y maquinaria de la obra, en caso de encontrarse receptores sensibles a menos de 50 m de las faenas.
- Emplear sólo vehículos que cuenten con los permisos de emisión de gases y mantenimientos al día, para cumplir con la presente Norma.
- Respeto de zonas de restricción indicadas.

iv. Organismo Fiscalizador

Según lo establece el artículo 8 del presente texto reglamentario, corresponde a la SEREMI de Salud, vigilar, en general, el cumplimiento de todas las disposiciones a que se refiere.

b) D.S N° 4/1994 MINISTERIO DE TRANSPORTE.

i. Materia regulada

Establece Normas de Emisión de Contaminantes Aplicables a los Vehículos Motorizados y Fija los Procedimientos para su Control.



ii. Relación con el Proyecto

Los vehículos y maquinaria que participen de la construcción del embalse y del mejoramiento de los canales, emitirán gases de acuerdo a su funcionamiento. La ausencia de control de estas emisiones puede generar molestias adicionales a la población circundante a las áreas de faenas y de circulación de vehículos.

iii. Forma de Cumplimiento

Los vehículos y maquinaria que participen de la construcción de las obras deberán encontrarse en condiciones técnicas que aseguren el cumplimiento de los niveles establecidos en este decreto para lo que dispondrán de revisión técnica al día.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá a Carabineros de Chile, inspectores fiscales y municipales la fiscalización de esta normativa.

5.2.2 Ruido

a) D.S N° 38/11, DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.

i. Materia Regulada

Establece normas de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

ii. Relación con el Proyecto

El proyecto en etapa de construcción tendrá distintas actividades que generaran distintos niveles de ruido que pueden afectar a distintos receptores sensibles en el área de influencia directa.

iii. Forma de Cumplimiento

Se deberá considerar por parte de la empresa ejecutora la aplicación de medidas que reduzcan efectivamente las fuentes emisoras de contaminación acústica, entre las que se cuentan, en casos en que se encuentren receptores sensibles a menos de 50 m de las actividades productoras de ruido:

- Reducción de velocidad en sectores poblados
- Operación no simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.
- Desarrollo de faenas en horario diurno.
- Se deberá exigir el uso de maquinaria y camiones en buen estado técnico.
- Se deberá evitar la operación no simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.



- Respetar límite de velocidad de 50 Km/h, para todo vehículo de la obra;
- No se permitirá el uso de bocinas innecesariamente.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud de la Región de O'Higgins la fiscalización del cumplimiento de esta normativa.

b) DS N° 594/00, DEL MINISTERIO DE SALUD.

i. Materia Regulada

Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

ii. Relación con el Proyecto

Durante las faenas de construcción algunas actividades relacionadas con movimientos de tierra, excavaciones etc., pueden exponer al ruido a los trabajadores en los frentes de trabajo.

iii. Forma de Cumplimiento

Protección auditiva para los trabajadores en las actividades de faena que requieran protección especial y lo dictaminado por el profesional de prevención de riesgos.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos con competencias en la materia.

5.2.3 Agua

a) DFL N° 725/67, DEL MINISTERIO DE SALUD, CÓDIGO SANITARIO

i. Materia Regulada

Higiene del ambiente y de los lugares de trabajo (Libro Tercero).

Art. 73. Establece la prohibición de descargas de aguas servidas y de residuos industriales o mineros a ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos.



ii. Relación con el Proyecto

Durante las faenas, se generarán desechos domésticos y de las faenas mismas que podrían contaminar las aguas del Estero Codegua y los canales involucrados en el proyecto.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante las faenas, la empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuo en el Estero Codegua y de la red de canales, como también, cualquier curso o cuerpo de agua próximo a las obras, así como evitar el arrojo accidental o imprevisto en las aguas de cuerpos o cauces de agua. Asimismo debe existir un adecuado control de proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos con competencias en la materia.

b) NORMA CHILENA 1.333/Of. 78, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION,

i. Materia Regulada

Esta norma fija un criterio de calidad de agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado.

Agua para consumo humano

Agua para bebida de animales

Riego

Recreación y estética

ii. Relación con el Proyecto

Durante las faenas de mejoramiento se generarán desechos domésticos sólidos y líquidos de las faenas mismas que podrían contaminar las aguas del Estero Codegua y de los canales.



iii. Forma de Cumplimiento

Durante las faenas, la empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuos en el sector del Embalse y de los canales del Estero Codegua, como también, cualquier curso o cuerpo de agua adyacente.

Asimismo debe existir un adecuado control de proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos con competencia ambiental en la materia.

c) DL N° 3.557/80, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA.

i. Materia Regulada:

Dispone acerca de la prevención de emisión de cualquier contaminante que pueda afectar a la agricultura. En su artículo 11 establece que cualquier entidad que manipule productos susceptibles de contaminar la agricultura debe adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas para evitar la contaminación. En casos calificados, el Presidente de la República podrá ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas que emitan polvo, humos o gases, o que vacíen productos y residuos en las aguas, cuando se compruebe que se afecta la salud de las personas, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales.

ii. Relación con el Proyecto

En relación al proyecto, las actividades de construcción pueden provocar la contaminación de cauces, cuerpos de aguas, o suelos que pueden afectar los distintos cultivos cercanos al área del proyecto.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante la etapa de construcción en la zona de las obras se deben tomar medidas preventivas tales como:

- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.
- Control y supervisión permanente por parte del contratista, de los procedimientos de cada faena, siendo su responsabilidad asegurar que durante el desarrollo de éstas no se contaminarán las aguas.



- Uso de baños químicos, contratado a una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria de la Región del O'Higgins

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá al SEREMI de Agricultura de la Región de O'Higgins la fiscalización de esta normativa.

d) DS N° 90/2000, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA.

i. Materia Regulada

Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

ii. Relación con el Proyecto

Durante la construcción del embalse y el mejoramiento de los canales, es posible que se produzcan eventos que contaminen las aguas superficiales de los canales y del Estero Codegua, debido a las faenas de movimiento de material, transporte de carga o construcción de obras específicas en quebradas.

iii. Forma de Cumplimiento

Durante la construcción del embalse y el mejoramiento de los canales, se deberá contemplar la prohibición de arrojar cualquier tipo de residuos líquidos a los cursos y cuerpos de agua, incluyendo todas las acciones que puedan generar contaminación, como por ejemplo Instalación de Faenas, las que deberán operar en condiciones sanitarias adecuadas, en cuanto a la generación de residuos líquidos. Entre las medidas a implementar en estas faenas se considerará:

- Prohibición de arrojar cualquier tipo de residuos líquidos a cualquier cauce o quebrada.
- Quedará prohibido realizar mantención de maquinarias y equipos tanto en las zonas adyacentes como en cualquiera de los cauces.
- Quedará prohibido realizar el suministro de combustibles o su almacenamiento en sectores próximos al cauce de los cuerpos de agua a intervenir.
- Control de proveedor de servicio de baños químicos.

iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, y a la SEREMI de Salud la fiscalización de esta norma.



e) D.F.L 1.122, D.O. 29/10/81, MINISTERIO DE JUSTICIA, CODIGO DE AGUAS

i. Materia Regulada

Artículos 41 y 171

Establece los requisitos y obligaciones que asisten a los ejecutores de modificaciones en cauces naturales. Otorga atribuciones de aprobación a la DGA.

ii. Relación con el Proyecto

Las obras que constituyen el embalse corresponden al tipo de obra que debe ser autorizada por la DGA.

iii. Forma de Cumplimiento

Dependiendo del Titular que ejecute las obras de construcción del Embalse, será el encargado de requerir la autorización a la DGA. Si las obras las realiza la DOH, esta institución solicitará los permisos por las obras que ingresen al SEIA. Respecto a las obras que no ingresan al SEIA solo se informará a la DGA para su inclusión en el Catastro Público de Aguas. Si las obras las realiza un privado o entidad ajena al MOP, éste será el encargado de solicitar todos los permisos respectivos.

iv. Organismo Fiscalizador

Dirección General de Aguas.

5.2.4 Biota

a) D.S. N° 5/98 MINISTERIO DE AGRICULTURA.

i. Materia Regulada

Reglamento de La Ley de Caza

ii. Relación con el Proyecto

En el área definida como influencia directa del embalse, se encuentren algunos hábitats que albergan especies de fauna terrestre.

iii. Forma de Cumplimiento

La empresa contratista prohibirá la caza de cualquier tipo de especie de la fauna terrestre, durante todo el período de ejecución de las obras, inclusive en los momentos de descanso.



iv. Organismo fiscalizador

Corresponderá al SAG de la Región del O'Higgins la fiscalización de esta normativa.

5.2.5 Intervención en Cauces Naturales

a) D.F.L.1.122, D.O.29/10/81, MINISTERIO DE JUSTICIA CÓDIGO DE AGUAS.

i. Materia Regulada

Artículo 41 y 171: Establece los requisitos y obligaciones que asisten a los ejecutores de modificaciones en cauces naturales y otorga atribuciones de aprobación a la D.G.A.

ii. Relación con el Proyecto:

La construcción de las obras del embalse corresponde al tipo de obra regido por el código de Aguas.

iii. Forma de Cumplimiento

Para las obras correspondientes al Embalse Codegua, la Comisión Nacional de Riego (CNR) será el organismo competente que se encargará de cumplir con todas y cada una de las disposiciones estipuladas en los artículos 41 y 171 del código de aguas.

iv. Organismo Fiscalizador

Dirección General de Aguas.

5.2.6 Patrimonio Cultural

a) LEY 17.288/70, MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y SUS MODIFICACIONES.

i. Materia Regulada

Artículo 73: Obligatoriedad de informar existencia de elementos constituyentes del patrimonio cultural y de no alterarlos sin autorización del Consejo de Monumentos Nacionales.

ii. Relación con el Proyecto:

Las excavaciones necesarias para ejecutar algunas obras, podrían descubrir o encontrar sitios de interés para el patrimonio cultural, no detectables en superficie.



iii. Forma de Cumplimiento

Si durante las excavaciones, se encuentran sitios, restos, ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter arqueológico, antropológico o paleontológico, se actuará conforme a la legislación vigente y se comunicará de inmediato el descubrimiento al Consejo de Monumentos Nacionales y a Carabineros de Chile.

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a Carabineros de Chile y al Consejo de Monumentos Nacionales la fiscalización de estas actividades.

5.2.7 Higiene y Seguridad

a) DS N° 594/00, DEL MINISTERIO DE SALUD.

i. Materia Regulada

Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo

ii. Relación con el Proyecto

En las actividades de construcción se deberá mantener el cumplimiento de estas indicaciones para todo el personal de la empresa contratista.

iii. Forma de Cumplimiento

La empresa contratista deberá dar cumplimiento a la normativa atingente en todos los aspectos relacionados con la provisión de agua potable, disposición de aguas servidas y acopio y disposición de desechos sólidos.

La basura doméstica (desechos orgánicos, papeles, cartones, plásticos, latas) será dispuesta, en forma temporal, en tambores de PVC o metálicos, debidamente rotulados, los que deberán mantenerse tapados en todo momento.

Los tambores destinados a basura deberán disponerse en todas las áreas que sea necesario (casino, campamento, oficinas, etc.).

iv. Organismo Fiscalizador

Corresponderá a la SEREMI de Salud.



b) D.F.L. N° 725/68, MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, CÓDIGO SANITARIO

i. Materia Regulada

En lo que respecta el proyecto esta normativa regula las condiciones laborales respecto a la higiene en los lugares de trabajo los cuales se señalan en el Libro III títulos I normas generales, Título II de la higiene y seguridad del ambiente. En el Título II se consideran el Párrafo I sobre las aguas y sus usos sanitarios, el Párrafo II de las viviendas, locales, campamentos y por ultimo lo que establece el Párrafo III en relación a los desperdicios y basuras. En el Título III se consideran los aspectos de higiene y seguridad de los lugares de trabajo los equipos, maquinarias, instalaciones, materiales y cualquier otro elemento, con el fin de proteger eficazmente la vida, la salud y bienestar de los obreros y empleados y de la población en general.

ii. Relación con el Proyecto

Durante la ejecución de las obras se deberán considerar todas las disposiciones legales sobre las instalaciones sanitarias y la dotación de agua potable para los trabajadores de las distintas obras, como también la generación y disposición final de residuos sólidos.

iii. Forma de Cumplimiento

- Dotación de baños químicos a los trabajadores de acuerdo al número que establece el Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
- Control de vectores en el área de campamentos e instalación de faenas
- La basura doméstica (desechos orgánicos, papeles, cartones, plásticos, latas) será dispuesta, en forma temporal, en tambores de PVC o metálicos, debidamente rotulados, los que deberán mantenerse tapados en todo momento.
- Los tambores destinados a basura deberán disponerse en todas las áreas que sea necesario (casino, campamento, oficinas, etc.).
- Prohibición de arrojar cualquier tipo de residuo sólido o efectuar descargar de las aguas servidas de casino o baños en cualquier cauce natural.

iv. Organismo Fiscalizador

Seremi de Salud de la Región del O'Higgins

5.3 Permisos Ambientales Sectoriales

En la siguiente tabla se listan los permisos ambientales establecidos en el título VII del Reglamento del SEIA, indicando si son o no aplicables a las obras proyectadas.

Cabe destacar que estos permisos se tramitan dentro del SEIA sólo en el caso que el proyecto o alguna de sus partes ingresen al Sistema.



Tabla 5-1. Permisos Ambientales Sectoriales Aplicables

Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
De los permisos ambientales sectoriales de contenidos únicamente ambientales.		
111	Permiso para el vertimiento en las aguas sometidas a jurisdicción nacional desde naves, aeronaves, artefactos navales, construcciones y obras portuarias.	No
112	Permiso para emplazar instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas, en los puertos y terminales del país.	No
113	Permiso para la instalación de plantas de tratamiento de instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas cuyas aguas tratadas sean descargadas en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.	No
114	Permiso para la instalación de un terminal marítimo y de las cañerías conductoras para transporte de sustancias contaminantes o que sean susceptibles de contaminar.	No
115	Permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.	No
116	Permiso para realizar actividades de acuicultura.	No
117	Autorización para realizar repoblación y siembra de especies hidrobiológicas con fines de pesca recreativa.	No
118	Permiso para realizar actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.	No
119	Permiso para realizar pesca de investigación.	No
120	Permiso para iniciar trabajos de construcción, excavación, o para desarrollar actividades que pudieran alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza.	No
121	Permiso para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales.	No
122	Permiso para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico.	No
123	Permiso para la introducción en el medio natural de especies de fauna silvestre, sea ésta del país o aclimatada, semen, embriones, huevos para incubar y larvas en regiones o áreas del territorio nacional donde no tengan presencia y puedan perturbar el equilibrio ecológico y la conservación del patrimonio ambiental.	No
124	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para controlar la acción de animales que causen graves perjuicios al ecosistema.	No
125	Permiso para la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar un caudal o la calidad natural del agua.	No
126	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de toda instalación diseñada para el manejo de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas.	No
127	Permiso para la corta y destrucción del Alerce.	No
128	Permiso para la corta o explotación de araucarias vivas.	No
129	Permiso para la corta o explotación de Queule -Gomortega keule (Mol.) Baillon-, Pitao -Pitavia punctata (Mol.)-, Belloto del Sur -Beilschmiedia berteriana (Gay) Kostern-, Ruil -Nothofagus alessandrii Espinoza-, Belloto del	No



Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
	Norte -Beilschmiedia miersii (Gay) Kostern.	
130	Permiso para realizar nuevas explotaciones o mayores extracciones de aguas subterráneas que las autorizadas, en zonas de prohibición que corresponden a acuíferos que alimentan vegas y bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta.	No
De los permisos ambientales sectoriales mixtos.		
131	Permiso para realizar trabajos de conservación, reparación o restauración de Monumentos Históricos; para remover objetos que formen parte o pertenezcan a un Monumento Histórico; para destruir, transformar o reparar un Monumento Histórico, o hacer construcciones en sus alrededores; o para excavar o edificar si el Monumento Histórico fuere un lugar o sitio eriazó.	No
132	Permiso para hacer excavaciones de tipo arqueológico, antropológico y paleontológico.	No
133	Permiso para hacer construcciones nuevas en una zona declarada típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación.	No
134	Permiso para el emplazamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.	No
135	Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves.	No
136	Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral.	Si
137	Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera.	No
138	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza.	No
139	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros.	No
140	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.	Si
141	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de relleno sanitario.	No
142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.	Si
143	Permiso para el transporte e instalaciones necesarias para la operación del sistema de transporte de residuos peligrosos.	No
144	Permiso para instalaciones de eliminación de residuos peligrosos.	No
145	Permiso para el sitio de reciclaje de residuos peligrosos.	No
146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.	Si
147	Permiso para la recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción.	No
148	Permiso para corta de bosque nativo.	Si
149	Permiso para la corta de plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal.	No
150	Permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N° 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat.	Si
151	Permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas.	No



Artículo	Extracto de los Permisos	Aplica
152	Permiso para el manejo de bosque nativo de preservación que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país.	Si
153	Permiso para la corta de árboles y/o arbustos aislados ubicados en áreas declaradas de protección.	No
154	Permiso para realizar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas o bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y de Antofagasta.	No
155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.	Si
156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce.	Si
157	Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.	Si
158	Permiso para ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos.	No
159	Permiso para extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros.	Si
160	Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos.	No

De total de permisos ambientales a solicitar, se deberá pedir los permisos 136, 140, 142, 146, 148, 150, 152, 155, 156, 157 y 159.

6. ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA.

El análisis de pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) del proyecto “Mejoramiento del Sistema de Riego Estero Codegua, Región del Libertador Bernardo O’Higgins”, que se presenta a continuación, corresponde a un análisis de tipo jurídico, en el cual se revisa lo estipulado en la Ley N° 19.300 que aprueba la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus Modificaciones establecidas en la Ley N° 20.417/2010 que tengan relación con el proyecto y en el DS MMA N° 40/13.

El articulado de la ley y de las normas citadas constituye el Marco del Sistema Normativo Ambiental chileno.

Los antecedentes jurídicos son contrastados con las características del Proyecto, con el objeto de establecer si éste se ajusta a las definiciones jurídicas analizadas y en consecuencia, determinar si existe o no obligatoriedad de someter al Proyecto a la evaluación de impacto ambiental definida en el SEIA.

Las obras consideradas para el análisis de Pertinencia son los siguientes:

Tabla 6-1. Obras del embalse

Obra a realizar	Tipo de obra
Muro de embalse 64.5 m de altura, con un coronamiento de longitud de 385 m.	Obra Nueva
Evacuador de Crecida	
Túnel de evacuación	
Obras de entrega de riego	

Fuente: Proyecto de Ingeniería.

Tabla 6-2. Obras de mejoramiento de los canales analizados

Canales	Obra	Descripción
Ribera Norte: Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria.	Revestimiento de Canales	Rectificación de las geometrías de los canales, con elección de sección trapezoidal revestida de hormigón H20 elaborado in situ.
Ribera Sur: El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera		
Ribera Norte: Tronco Ribera Norte. Ribera Sur: El Peumal y Tronco Ribera Sur	Bocatomas	Construcción de nuevas bocatomas de río, consistentes en: 1) Obra de Toma, 2) Canal de Aducción, 3) Bocatoma.
Ribera Norte: Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria. Ribera Sur: El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera	Obras de Arte y Singularidades	Sustitución de las siguientes obras en mal estado: obras de cruce, tuberías de hormigón, marcos partidores de hormigón y compuertas de entrega y/o devolución



6.1 Antecedentes Legales

- a) Ley 19.300 modificada por Ley N° 20.417 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

El Art. 8 de la Ley establece que los proyectos que se indican en el Art. 10 de la misma Ley, sólo podrán ser ejecutados o modificados previa evaluación de su impacto ambiental. Asimismo, indica que el procedimiento para esta evaluación se realizará a través de un sistema de evaluación de impacto ambiental. La administración de este sistema corresponderá al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

“Artículo 8°.- Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley

Todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación, serán otorgados a través de dicho sistema, de acuerdo a las normas de este párrafo y su reglamento.

Sin perjuicio de los permisos o pronunciamientos sectoriales, siempre se requerirá el informe del Gobierno Regional, del Municipio respectivo y la autoridad marítima competente, cuando corresponda, sobre la compatibilidad territorial del proyecto presentado.

Los proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental deberán considerar siempre las políticas y planes evaluados estratégicamente, de conformidad a lo señalado en el Párrafo 1°bis de este título.

Corresponderá al Servicio de Evaluación Ambiental, la administración del sistema de evaluación de impacto ambiental, así como la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el mismo, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos a que se refiere el inciso anterior”

Lo indicado en esta disposición legal establece dos situaciones, a saber, la primera es que los proyectos listados en el Art. 10 deben ingresar al SEIA y la segunda, es que aquellos que no están incorporados al mismo, no deben ser ingresados, salvo que se opte a ello en forma voluntaria, como se establece en el art. 9 de la Ley.

Por su parte el Art. 10 establece, en sus letras a) a q), la tipología de proyectos que deben ingresar al SEIA, cuyo encabezado es el que sigue y donde interesa destacar lo dispuesto en la letra a):

“Art. 10. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes”:



“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”;

Del análisis de la letra a) del Art. 10, se observa necesario remitirse al Art. 294 del Código de Aguas, el que especifica los siguientes tipos de obras relacionadas con el proyecto en estudio:

“a) Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura”;

“b): Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo”.

“c): 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 10 metros sobre la cota de dicho límite”.

De acuerdo al listado de obras enunciadas en tablas 6-1 y 6-2, las obras del embalse debiese entrar al Sistema de Evaluación Ambiental porque su muro será mayor a 5 metros de altura según la letra a) del Art. 294 del Código de Aguas.

b) D.S. N° 40/2012, Ministerio del Medio Ambiente.

Respecto del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el Art. 13 de la Ley establece que se dictará un Reglamento, a cuyas normas se sujetarán el proponente y la autoridad ambiental. Este Reglamento es el que actualmente tiene su expresión en el D.S. M.M.A N° 40/13, el cual entrega las normas detalladas para realizar los análisis de pertinencia de ingreso en el Art. 3, cuyos literales indican las condiciones para determinar si un proyecto debe ingresar al SEIA.

En su Art. 3 se encuentra la tipología de proyectos a considerar en esta etapa de prefactibilidad:

Artículo 3: “Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes”:

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, incluyendo a los glaciares que se encuentren incorporados



como tales a 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 igual o superior a cinco metros (5m) 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 igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³)”.

“a.4. Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000 m³), tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago”.

“Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de éstos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente”.

c) Relación del Proyecto con la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 40/2012.

El proyecto que se analiza es una obra nueva correspondiente al Embalse en el Estero Codegua y sus obras asociadas: Muro de embalse, Evacuador de Crecida, Túnel de evacuación y Obras de entrega de riego.

Por otra parte se contemplan varias obras puntuales de mejoramiento en los canales existentes de: Carlino, Leonera, Peumal, La Punta de Codegua, Candelaria, Revestido Comunero, de los cuales los únicos que tienen un caudal superior a 1m³/seg son el canal Tronco Ribera Sur y el canal Tronco Ribera Norte. De las obras señaladas anteriormente, las que por sus características están dentro de los criterios señalados en la ley la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 40/2013 son las obras asociadas al Muro del embalse del Estero Codegua el cual posee 64.5 metros de altura lo cual es más que los 5 metros de altura señalados por el reglamento, además generará un embalse de 17.50 millones de m³ muy superior a los 50.000 m³. Por otro lado el evacuador de crecidas, el túnel de evacuación y las obras de entrega a riego son todos acueductos de más de 2 m³/s, por lo cual corresponderían a tipos de obras tipificadas como aquellas que deben ingresar al SEIA.

Respecto a las obras de mejoramiento de los canales, al tratarse de modificaciones y no de proyecto nuevo, se debe establecer si estas modificaciones presentarán el carácter de “cambios de consideración” según lo indica el Art. 2 del Reglamento del SEIA (D.S. N° 40/2012).

Artículo 2, letra g): “Modificación de proyecto o actividad: realización de obras, acciones o medidas tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad, de modo tal que éste sufra cambios de consideración”.



El punto que debe ser analizado en mayor detalle corresponde al concepto de “cambios de consideración”, involucrados en el proyecto “Mejoramiento del Sistema de Riego en el Estero Codegua de la comuna del mismo nombre, Región del Libertador Bernardo O’Higgins”.

De acuerdo a la descripción de las obras contempladas en el proyecto, se revisa en lo que sigue la atinencia de considerar a estas modificaciones como cambios de consideración.

Según el Artículo 2 del Reglamento del SEIA se considera como cambio de consideración lo siguiente:

g.1. Las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento;

g.2. Para los proyectos que se iniciaron de manera previa a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental, si la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad de manera posterior a la entrada en vigencia de dicho sistema que no han sido calificado ambientalmente, constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento.

Para los proyectos que se iniciaron de manera posterior a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental, si la suma de las partes, obras y acciones que no han sido calificadas ambientalmente y las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementarlo, constituyen un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento;

g.3. Las obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad modifican sustantivamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales del proyecto o actividad; o

g.4. Las medidas de mitigación, reparación y compensación para hacerse cargo de los impactos significativos de un proyecto o actividad calificado ambientalmente, se ven modificadas sustantivamente.

Para efectos de los casos anteriores, se considerarán los cambios sucesivos que haya sufrido el proyecto o actividad desde la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental.

6.2 Resultados

El embalse, corresponde a un tipo de obra catalogada dentro del art. 3 del Reglamento del SEIA, más específicamente a la letra a), literal a.1. Por consiguiente el proyecto debiera ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental. La forma de ingreso debiera ser Estudio de Impacto Ambiental debido a que afectará la calidad y cantidad de recursos



naturales renovables, tales como la pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes y afectará la superficie con plantas, algas, hongos, animales silvestres y biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el impacto generado en dicha superficie, Art 6, letras a) y b) y a sitios arqueológicos Art 10 letra c) del mismo Reglamento.

En cuanto a las obras de mejoramiento de los canales, se puede afirmar que éstas no requieren el ingreso al SEIA, debido fundamentalmente a dos razones relevantes:

- Estas obras definitivamente están concebidas como trabajos de mejoramiento, adecuación y renovación, con el objetivo principal de cumplir de mejor manera las funciones de regulación y reparto de caudal, fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema de riego. Además, en dichas mejoras no se realizarán cambios de consideración, ya que sólo se trabajará en las obras ya existentes, mejorando el revestimiento y geometría en los canales Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria, El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera; realizando a su vez bocatomas en los canales Tronco Ribera Norte, El Peumal y Tronco Ribera Sur; y por último, trabajos de restitución y singularidades en los canales Tronco Ribera Norte, La Punta de Codegua, Revestido Comunero, Candelaria, El Peumal, Tronco Ribera Sur, Carlino y La Leonera.
- Todos los canales que forman parte de las obras de mejoramiento que están contempladas en este proyecto poseen un caudal que es inferior al establecido para el ingreso en el SEIA; en este sentido, sólo los canales Tronco Ribera Norte y Tronco Ribera Sur poseen un caudal mayor a $1 \text{ m}^3/\text{seg}$ ($1.43 \text{ m}^3/\text{seg}$ y $1.38 \text{ m}^3/\text{seg}$ respectivamente), flujos que aún se encuentran por debajo de lo que la norma establece para el ingreso al SEIA, que indica un valor mínimo de caudal de $2 \text{ m}^3/\text{seg}$. Todos los demás canales sujetos a mejoramiento (Carlino, Leonera, Peumal, La Punta de Codegua, Candelaria y Revestido Comunero) poseen valores de caudal inferiores a $1 \text{ m}^3/\text{seg}$.



7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

7.1 Identificación de impactos

Se ha realizado la identificación de impactos ambientales de las obras proyectadas, para las etapas de construcción y operación.

El método de identificación comprende el contraste de las actividades que cada tipo de obra requiere, con las características del entorno, considerando los componentes del ambiente presentes.

7.1.1 Impactos en la etapa de construcción.

Se refiere a los impactos sobre los componentes ambientales durante las faenas.

a) Impacto N°1: Generación de Ruidos

El tránsito de camiones a las obras, movimiento de maquinaria y en general las faenas, producirán emisiones de ruido que alteran la situación actual. Este impacto recaerá en los asentamientos cercanos al Hotel La Leonera y en asentamientos cercanos a las áreas de mejoramiento de los canales.

b) Impacto N° 2: Emisión de gases y material particulado

El desarrollo de las actividades de la construcción, como el movimiento de tierra y el tránsito de camiones y maquinaria, cuyo desplazamiento genera el levantamiento de material particulado y emisiones de gases de estos vehículos. Este impacto recaerá en los asentamientos cercanos al Hotel La Leonera y en asentamientos cercanos a las áreas de mejoramiento de los canales.

c) Impacto N°3: Contaminación de suelo agrícola.

Las faenas que se desarrollen en el área podrían introducir elementos contaminantes en los suelos de uso agrícola. Entre estos se pueden considerar el derrame de residuos líquidos como aceites, grasa y lubricantes o lechadas del lavado de tolvas.

La posibilidad de ocurrencia de este impacto se encuentra en las obras próximas a áreas agrícolas.

d) Impacto N°4: Posible contaminación de aguas en los canales.

A causa de las diferentes faenas en el mejoramiento, se podrían introducir elementos contaminantes como aceites, grasas lubricantes, desechos sólidos y líquidos en forma accidental o intencionada a los canales.

e) Impacto N° 5 Posible alteración de la calidad de agua del Estero Codegua.

La circulación de maquinaria y vehículos pesados durante las obras de construcción del muro, generan la posibilidad de contaminación de aguas por adición de diversos tipos de elementos contaminantes. Junto a ello, los movimientos de tierra, necesarios para los desvíos del cauce y construcción de las obras producirán sólidos suspendidos por lo que podría afectar aguas abajo la calidad de agua para la vida acuática y bebida animal.

f) Impacto N° 6 Corte de vegetación nativa.

Las actividades de excavaciones y movimientos de tierra para la construcción del muro, evacuador de crecida, túnel de desvío, y obras de entrega de riego requerirán el despeje de vegetación nativa en zonas ribereñas y de laderas. En este sector, existen formaciones de Bosques de Peumo y Litre y Bosque de Lingue, además de matorral de Vautro con zarzamora. De las cuales la *Persea lingue* es considerada como "Vulnerable" (DS 51/08).

g) Impacto N° 7: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

El Impacto "Corte de vegetación nativa", presenta una consecuencia colateral que corresponde a la afectación de la fauna cuyo hábitat es la masa vegetal. Las actividades de excavaciones y movimientos de tierra para la construcción del muro y obras anexas, requerirán el despeje de vegetación nativa en zona ribereñas y de laderas, alterando o destruyendo el hábitat de las especies de aves, mamíferos y reptiles, los que eventualmente sufrirán un cambio en las condiciones de hábitat. En el sector del muro se detectaron 10 especies: *Pleurodema thaul*, Sapito de cuatro ojos, *Aphrastura spinicauda*, Rayadito, *Callipepla californica*, Codorniz, *Colaptes pitius*, Pitío, *Glaucidium nana*, Chunchu, *Leptasthenura aegithaloides*, Tijeral, *Mimus thenca*, Tenca, *Sepahnoides sephanioides*, Picaflor chico, *Xolmis pyrope*, Diucón, *Zonotrichia capensis*, Chincol, de las cuales solo el sapito de cuatro ojos tiene una categoría de conservación, catalogado como casi amenazado.

h) Impacto N° 8 Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

Durante la construcción del muro, vertedero y túnel de desvío, se generará corta de vegetación ribereña, además de emisiones de residuos sólidos, líquidos y actividades de movimientos de tierra que será depositado en el río y que eventualmente puedan llegar al río, lo que impactará las condiciones del hábitat de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito).

i) Impacto N°9 Alteración de transporte en ruta H-189.

Durante la construcción del muro de la presa y obras de mejoramiento de canales, se producirá tránsito de camiones de carga y maquinaria que afectará las actuales condiciones de circulación en esta ruta en el sector del hotel La Leonera. Lo cual puede provocar demoras en el tránsito vehicular durante las horas en que se realicen las faenas.



j) Impacto N°10: Generación de empleo

El proceso de construcción de todas las obras genera un efecto de activación económica a nivel local, al requerir mano de obra.

k) Impacto N°11: Demanda de servicios

El proceso de construcción de todas las obras genera un efecto de activación económica a nivel local, demanda de insumos y materiales de construcción, así como servicios para el personal de las faenas.

l) Impacto N° 12 Posibilidad de afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.

Durante la etapa de construcción podrían verse afectados los 4 elementos patrimoniales y arqueológicos detectados en el área de influencia directa de las obras.

m) Impacto N° 13 Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos.

Por otro lado, cabe la posibilidad de que durante la construcción de las obras que requieren realizar excavaciones, podrían ocurrir hallazgos arqueológicos y verse afectados.

n) Impacto N°14: Intervención infraestructura pública o privada

Durante esta etapa se intervendrán las obras como son por ejemplo tomas de canales de riego, puentes, pasarelas, caminos interiores de predios agrícolas y torres de alta tensión que podrían ser afectadas accidentalmente por las faenas. Este impacto es susceptible de ocurrir en todas las obras proyectadas.

7.1.2 Impactos en etapa de operación

En la etapa de operación sólo se considera el mantenimiento de los elementos y obras que cumplen funciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema de riego.

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería

El llenado del embalse Codegua cubrirá un área importante de superficie, afectando tierras aptas para pastoreo de ganado.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento

El embalse modificará el escurrimiento natural del Estero Codegua, por cuanto su finalidad es regular el caudal del cauce.



c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

Una vez que se inicie el llenado del embalse, las especies deberán buscar otro hábitat fuera del área de inundación, siendo las especies más afectadas aquellas con menor desplazamiento como reptiles.

En este sector se detectaron 6 especies consideradas en alguna categoría de conservación, 2 de ellas conocidas por presentar una muy baja movilidad, siendo la lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*) y la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) catalogadas como de preocupación menor y el sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), en tanto, está considerado como casi amenazado.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

El área de inundación ocasionaría cambios a las condiciones de hábitat para la flora y fauna acuática en general. La inundación causada por el embalse significará la pérdida de un sistema lótico como es el Estero Codegua, desde la cola del embalse hasta su muro, siendo reemplazado por un sistema de tipo léntico (embalse). Entre la más comprometida por esta situación se puede mencionar: la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito), que se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como *Vulnerable*.

Complementariamente se debe considerar que el lago que se formará atraerá la presencia de especies cuyos hábitos se asocien de cuerpos de agua. Por otro lado, las modificaciones en el caudal del Estero Codegua y su escurrimiento natural aguas abajo del muro, provocará la modificación de condiciones de vida acuática actual.

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales

En el área de inundación del embalse se producirá un cambio de uso de suelo afectando fundamentalmente actividades ganaderas, principalmente en lo que se refiere a las actividades de pastoreo, debido a que existen caminos, básicamente los ubicados en sectores aledaños al lecho del estero Codegua, que se verán inundados, y por ende, no podrán ser utilizados en las labores de transporte del ganado hacia las veranadas, actividad que se realiza con recurrencia en la zona.

f) Impacto N° 6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

El embalse del Estero Codegua permitirá mejorar la entrega de caudal de riego al sistemas de canales aguas abajo.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Al mejorar el sistema de riego, repercutirá en una mejora en los sistemas productivos traduciéndose en un aumento de la producción lo que significará un aumento también en la demanda de mano de obra agrícola local.

h) Impacto N° 8 Modificación del paisaje

El embalse tendrá un impacto significativo en el paisaje de la zona, ya que se inundarán tierras de pastoreo y zonas con vegetación nativa y aparecerá un espejo de agua que contrastará con la vegetación existente en la zona.

7.2 Valorización de impactos

7.2.1 Método

La valoración de cada impacto ambiental se realiza considerando los impactos en el escenario más desfavorable, para posteriormente proponer las correspondientes medidas de mitigación en el acápite correspondiente. Los criterios utilizados para ponderar y valorar los impactos identificados son:

Tabla 7-1. Criterios de Valoración de Impactos

Calificación del Impacto	Duración	Reversibilidad	Probabilidad	Plazo	Área
Positivo Negativo	Permanente Temporal	Irreversible Reversible	Alta Media Baja	Corto Mediano Largo	Trasciende Área Proyecto Generalizada en Área Proyecto Inmediata a obras

La definición de estos conceptos se describe a continuación:

i. Impacto Positivo:

Se consideran dos acepciones.

Efecto que favorece o refuerza las características que permiten la existencia de los componentes del medio involucrados en el análisis.

Efecto que favorece la generación de condiciones que permiten una mejor utilización de los recursos naturales y sociales disponibles.

ii. Impacto Negativo:

Situación que actúa en contra de la mantención de la calidad, cantidad y abundancia de los recursos ambientales o socioculturales.

a) Duración:

Temporal: La manifestación de la alteración ocurre en un período limitado de tiempo.

Permanente: La manifestación de la alteración ocurre en forma incesante en el tiempo.

b) Reversibilidad:

Reversible: La manifestación de la alteración es revocable ya sea como resultado de una evolución de procesos naturales o de una intervención antrópica.

Irreversible: La manifestación de la alteración no es revocable por medio alguno.

c) Probabilidad:

Alta: Alteración cuya ocurrencia se presentará sin lugar a dudas.

Media: La ocurrencia de la alteración se presentará con un alto nivel de seguridad, pero cabe la posibilidad que situaciones no previstas impidan su manifestación.

Baja: Existe un alto nivel de seguridad, no absoluto, de que la alteración no ocurrirá.

d) Plazo:

Corto: La alteración ocurre inmediatamente o poco después que se inicia la ejecución de la acción que la provoca.

Mediano: La alteración ocurre después de un tiempo variable de iniciada la ejecución de la acción que la provoca, pero siempre dentro del período en que se ejecuta la acción.

Largo: La alteración se manifiesta tras un período de tiempo prolongado después de terminada la acción que la provoca.

e) Área:

Trasciende Área Proyecto: Corresponde a una alteración que incide en un sistema mayor que el área de implementación del proyecto o en un sistema localizado fuera de ella.

Generalizada en Área Proyecto: Alteración que afecta la globalidad o a gran parte de los sistemas insertos en el área del proyecto.

Área Inmediata: Alteración que afecta un sitio específico de un sistema, próximo al origen de la alteración, sin alterarlo en su globalidad.

Luego, para calificar los impactos se adopta una graduación de tres niveles que se expresa en los conceptos "Alto", "Medio" y "Bajo", aplicables a los impactos de carácter Positivo y Negativo. Estos conceptos representan la importancia del impacto, los cuales han sido definidos en la siguiente forma:

Impacto Alto:

Involucra una alteración de la situación actual, de forma que la estructura, relaciones y funciones del sistema pre-existente no se desarrollarán en la forma en que lo hacen en la situación previa a la intervención.

Impacto Medio:

La alteración se produce sobre relaciones y funciones, pero no afecta las características básicas o fundamentales del sistema.

Impacto Bajo:

Nivel de alteración que no compromete el funcionamiento del sistema.

Para la determinación de los rangos de valores que contienen a estos tres niveles, en esta metodología se analiza separadamente el conjunto de impactos positivos y los negativos. En cada subconjunto se tiene un total de 108 valores de intensidad de preferencia determinados mediante la metodología multicriterio aplicada.

Cada conjunto de valores se ordena de mayor a menor y se les calcula la media aritmética y la desviación estándar. Los rangos que definen los conjuntos de valores Alto, Medio y Bajo se definen como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 7-2 Rangos de Niveles

Rango	Niveles Negativos	Niveles Positivos
Peso > Media + σ	Bajo Negativo	Alto Positivo
Media + σ > Peso > Media - σ	Medio Negativo	Medio Positivo
0 < Peso < Media - σ	Alto Negativo	Bajo Positivo

El resultado de la valoración final de los impactos los clasifica en Alto, Medio o Bajo.

Tabla 7-3 Valoración de Impactos

Valoración Final de los Impactos
Importancia Alta
Importancia Media
Importancia Baja

Finalmente una Matriz de Identificación de Impactos presenta gráficamente la síntesis de los resultados de la evaluación. La calificación de impacto positivo o negativo se define en colores verde y rojo respectivamente, y la evaluación de bajo, medio o alto, mediante matices de dichos colores. Ver Tabla 7.4

Tabla 7-4. Escala de Evaluación de Impactos

Impacto	Negativo	Positivo
Bajo		
Medio		
Alto		

El conjunto de las valoraciones de los impactos se constituye en la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, diferenciado para las etapas de construcción y de operación. En cada etapa (Construcción y Operación), una Matriz de Identificación de



Impactos presenta gráficamente la síntesis de los resultados de la evaluación, en la que se agrupan los impactos de acuerdo a las variables ambientales.

A continuación se entregan los resultados de la valoración de impactos por etapa de proyecto.

7.2.2 Valorización de Impactos en la Etapa de construcción

a) Impacto 1: Generación de Ruidos

La circulación de vehículos pesados y maquinaria en las Rutas y caminos cercanos, generará ruido que afectará a las personas que residan aledañas o trabajan en las obras, esto en todos los lugares donde se realice las intervenciones. Este Impacto es Negativo.

En todos los sectores en que se producirá este impacto su efecto será Temporal, Reversible, de una alta Probabilidad de Ocurrencia, se producirá en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto. Todo ello lo define como un impacto de nivel Medio.

Asimismo, el impacto es susceptible de ser manejado con medidas relacionadas con buenas prácticas en la construcción.

b) Impacto 2: Emisión de gases y material particulado

El desarrollo de las actividades de la construcción exige el tránsito de camiones y maquinaria, cuyo desplazamiento genera el levantamiento de material particulado y emisiones de gases de estos vehículos. Este impacto se produce en todas las obras proyectadas y es Negativo.

En todos los sectores en que se producirá este impacto su efecto será Temporal, Reversible, de una Alta Probabilidad de Ocurrencia, se producirá en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto. Asimismo, el impacto es susceptible de ser manejado con medidas de mitigación. Todo ello lo define como un impacto de nivel Medio.

Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas relacionadas con buenas prácticas de construcción.

c) Impacto 3: Contaminación de suelo agrícola

Las faenas que se desarrollen en el área podrían introducir elementos contaminantes en los suelos de uso agrícola. Es un impacto Negativo.

Este impacto será de carácter Temporal, Reversible con una baja Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en el Área Inmediata del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Baja. Este impacto puede ser mitigado a través de la implementación de medidas relacionadas con buenas prácticas de construcción.



d) Impacto 4: Posible Contaminación de aguas en los canales

La contaminación accidental con lubricantes o residuos de aguas producto de las faenas. Este es un impacto Negativo.

Este impacto será de carácter Temporal, Reversible con una Baja Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en el Área Inmediata del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Baja.

Puede ser previsto y evitado con medidas de gestión relacionado a los procedimientos de manejo de residuos sólidos y líquidos.

e) Impacto N° 5 Posible alteración de la calidad de agua del Estero Codegua

Este impacto se refiere a la posible contaminación del Estero Codegua producto de la intervención que sufrirá éste durante la construcción de muro, y obras anexas.

Este Impacto Negativo será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

Puede ser manejado con medidas de gestión relacionado a los procedimientos de gestión de residuos sólidos y líquidos.

f) Impacto N° 6 Corte de vegetación nativa.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

g) Impacto N° 7: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

Especies de aves, mamíferos y reptiles en el área de construcción del muro, sufrirán un cambio en las condiciones de hábitat.

Este Impacto Negativo, será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

h) Impacto N° 8 Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

i) Impacto N° 9: Alteración de transporte en ruta H-189.

Este Impacto Negativo será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

j) Impacto 10: Generación de empleo

Las obras propuestas son potencialmente fuente de trabajo para la mano de obra local. Impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

k) Impacto 11: Demanda de servicios

La generación de productos y servicios para satisfacer demandas asociadas a las obras en los asentamientos humanos cercanos. Es un impacto Positivo

Este impacto será de carácter Temporal, Reversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

l) Impacto N° 12: Posibilidad de afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.

La posibilidad de afectación de los 5 sitios detectados en el área de inundación representa un impacto Negativo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área Inmediata del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

m) Impacto N° 13 Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos

La posibilidad de hallazgos arqueológicos en función de las excavaciones a desarrollar en etapa de construcción, en la zona de emplazamiento del muro y en el sitio de explotación de empréstitos localizados en el área de inundación, representa un impacto Negativo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y dentro del Área Inmediata del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

n) Impacto 14: Intervención infraestructura pública o privada

El uso de caminos interiores adyacentes y contiguos a la ruta H-189 o huellas próximos a la zona de obras por parte del tránsito de camiones y maquinaria, podría afectar la calidad de caminos, que no se encuentran preparados para el nivel de transporte de carga; como también la inhabilitación de éstos mismos, por estar inmersos dentro del área de inundación del proyecto. Asimismo, el traslado y posterior reubicación de cuatro torres de alta tensión igualmente podría afectar a la comunidad en general junto con modificar el paisaje circundante.

Impacto Negativo. Este impacto será de carácter Temporal, Reversible con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en el Área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Media.

Tabla 7-5 Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Construcción

Nº IMPACTO	COMPONENTE	IMPACTO	VALORACIÓN
1	Aire	Generación de Ruidos	Media
2	Aire	Emisión de gases y material particulado	Media
3	Suelo	Contaminación de suelo agrícola	Baja
4	Agua	Posible contaminación de aguas en los canales	Baja
5	Agua	Posible alteración de la calidad de agua del Estero Codegua	Alta
6	Flora y Vegetación	Corte de vegetación nativa	Alta
7	Fauna	Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	Alta
8	Fauna	Afectación de hábitat de flora y fauna acuática	Alta
9	Infraestructura	Alteración de transporte en ruta H-189	Media
10	Socioeconómico	Generación de empleo	Positiva
11	Socioeconómico	Demanda de servicios	Positiva
12	Patrimonio Cultural	Posibilidad de afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.	Alta
13	Patrimonio Cultural	Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos.	Alta
14	Infraestructura	Intervención infraestructura pública o privada	Media

De la tabla anterior se puede concluir que la mayoría de los impactos detectados se reparten entre una valoración Media (7) y Alta (5) correspondiente principalmente a componentes ambientales de aire, flora, vegetación y fauna, infraestructura, socioeconómico y patrimonio cultural, mientras que los impactos valorados como Bajos (2) se refieren a los componentes de suelo y agua. De los impactos señalados (12) se pueden considerar de naturaleza Negativa y (2) Positiva.

Los detalles de los distintos criterios de valoración de impacto durante la etapa de construcción se detallan en la Tabla 7-6.



Tabla 7-6 Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Construcción

IMPACTO	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD	PLAZO	AREA	VALORACION
Generación de Ruidos	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Emisión de gases y material particulado	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Contaminación de suelo agrícola	Temporal	Reversible	Baja	Corto	Área Proyecto	Bajo
Posible contaminación de aguas en los canales	Temporal	Reversible	Baja	Corto	Área Proyecto	Bajo
Posible alteración de la calidad de agua del Estero Codegua	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Corte de vegetación nativa	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Afectación de hábitat de flora y fauna acuática	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Alteración de transporte en ruta H-189	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Generación de empleo	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Demanda de servicios	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio
Posibilidad de afectación de Sitios Arqueológicos y patrimoniales.	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Alto
Intervención infraestructura pública o privada	Temporal	Reversible	Alta	Corto	Área Proyecto	Medio

7.2.3 Valorización de Impactos en la Etapa de Operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para Ganadería.

El llenado del embalse cubrirá una superficie de 56.7 hectáreas, afectando aproximadamente 35 hectáreas de tierras aptas para pastoreo de ganado, equivalente al 61.4% de los suelos inundados.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

La regulación del cauce que realizará el embalse provocará el cambio permanente del régimen de escurrimiento del Estero Codegua, generando un cambio de régimen lótico a régimen léntico.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

Se perderá el hábitat para las especies con menor desplazamiento como reptiles, de ellos (1) se encuentran en categoría de conservación "Vulnerables", (3) están catalogadas como de "Preocupación Menor" y (1) en "Casi Amenazado".

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

El área de inundación ocasionaría cambios a las condiciones de hábitat para la fauna acuática particularmente para (1) especie que se encuentra en categoría de conservación "Vulnerable".

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales.

El área de inundación impedirá la permanencia del desarrollo de actividad ganadera con bovinos y equinos.

Este Impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en Área inmediata al proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

f) Impacto N°6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

El mejoramiento en la conducción y entrega de caudal hídrico desde el nuevo embalse hacia el sistema de canales, aumentará la seguridad de riego lo que permitirá potenciar la economía de este sector. Impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Corto Plazo y en un Área mayor al área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Al aumentar la disponibilidad de agua para riego aumentará también la demanda de mano de obra agrícola para las labores en los campos favorecidos con el recurso hídrico. Impacto Positivo.

Este impacto será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Mediano Plazo y en un Área mayor al área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

h) Impacto N° 8 Modificación del paisaje

El embalse tendrá un impacto significativo en el paisaje de la zona, ya que se inundarán tierras de pastoreo y zonas con vegetación nativa y aparecerá un espejo de agua que contrastará con la vegetación existente en la zona.

Este impacto Negativo será de carácter Permanente, Irreversible, con una Alta Probabilidad de Ocurrencia, a producirse en el Mediano Plazo y en el área del proyecto, por lo que se califica como un impacto de valoración Alta.

Tabla 7-7. Matriz Síntesis de Evaluación de Impactos – Etapa de Operación

Nº IMPACTO	COMPONENTE	IMPACTO	VALORACIÓN
1	Suelo	Pérdida de suelos para ganadería	Negativo
2	Agua	Modificación del régimen de escurrimiento	Negativo
3	Fauna	Alteración de hábitat de fauna terrestre	Negativo
4	Fauna	Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática	Negativo
5	Socioeconómico	Afectación de actividades económicas actuales	Negativo
6	infraestructura	Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas	Positivo
7	Socioeconómico	Aumento en demanda de mano de obra agrícola	Positivo
8	Paisaje	Modificación del paisaje	Negativo

La tabla anterior muestra que del total de 8 impactos, la mayoría se considera como Negativos (6) correspondiendo principalmente sus efectos sobre los componentes físico ambientales como el agua y suelo. También los componentes del medio biótico donde se consideró fauna, terrestre y acuática.

Cabe destacar que el impacto en la componente paisaje posee una valoración alta y se considera de carácter negativo.

Sin embargo, los impactos de la componente socioeconómica e infraestructura se consideran un impacto positivo y con una alta valoración ya que el proyecto representa un avance en estos aspectos a nivel local.

Los detalles de los distintos criterios de valorización de impacto durante la etapa de operación se detallan en la Tabla 7-8.



Tabla 7-8 Criterios de Valorización de Impactos en Etapa de Operación

IMPACTO	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD	PLAZO	AREA	VALORACION
Pérdida de suelos para Ganadería	Permanente	Irreversible	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Modificación del régimen de escurrimiento	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Alteración de hábitat de fauna terrestre	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta.
Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Afectación de actividades económicas actuales	Permanente	Irreversible.	Alta	Corto	Área proyecto	Alta
Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.	Permanente	Irreversible.	Alta.	Corto	Mayor al área del proyecto	Alta
Aumento en demanda de mano de obra agrícola.	Permanente	Irreversible.	Alta	Mediano	Mayor al Área del proyecto	Alta
Modificación del paisaje	Permanente	Irreversible	Alta	Mediano	Área proyecto	Alta



8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

8.1 Etapa de Construcción

a) Impacto N° 1: Generación de Ruidos.

Para este impacto se considera una serie de medidas de gestión de faenas, comúnmente conocidas y relacionadas con buenas prácticas de construcción.

- Se deberá exigir el uso de maquinaria y camiones en buen estado técnico y con revisiones técnicas al día.
- Se deberá evitar la operación simultánea de equipos y actividades generadoras de ruido.
- El desarrollo de faenas deberá realizarse sólo en horario diurno.
- Respetar límite de velocidad de 50 Km/h, para todo vehículo de la obra.
- No se permitirá el uso de bocinas innecesariamente.
- En caso de existir, la ubicación de la Instalación de Faenas y Planta de Producción de Materiales deberán encontrarse a más de 200 m de viviendas.
- Se deberá preferir el uso de maquinaria de última generación, con tecnologías silenciosas.
- Se deberá usar maquinarias y herramientas en buen estado de mantenimiento y, en el caso de equipos generadores y compresores móviles deberán encontrarse dentro de encapsulamiento acústico.
- Se deberá realizar la fabricación de partes y piezas en áreas, a más 80 m de los receptores y se deberá prefabricar los elementos que sea posible, en recintos cerrados como bodegas o talleres.
- Se deberá monitorear los niveles de ruido durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento del D.S. 38/2012.

b) Impacto N° 2: Emisión de gases y material particulado.

Las medidas de gestión útiles a la mitigación de este impacto son las siguientes:

- Humedecer caminos de circulación interna que presentan altas probabilidades de levantar material particulado.
- Reducción de velocidad en caminos de tierra a 40 Km/h.
- Emplear sólo vehículos que cuenten con los permisos de emisión de gases y mantenimientos al día.
- En todo el trayecto de las faenas, el transporte de materiales áridos y tierra, las tolvas de los camiones deberá ir cubierta con la finalidad de evitar la propagación de particulado.

c) Impacto N° 3: Contaminación de Suelos agrícola.

- Se exigirá la ubicación de sectores específicos y fijos, dentro de la instalación de faenas, para la disposición de desechos inorgánicos como, baterías, pinturas,

grasas, solventes, reactivos y resinas. Estos productos deberán ser confinados en tambores temporalmente hasta el envío y su disposición final en sitio autorizado.

- Se exigirá la ubicación de sectores específicos y fijos dentro de la instalación de faenas para la disposición de residuos sólidos domésticos. Estos serán acopiados en bolsas plásticas y confinados en tambores cerrados, hasta que sean retiradas para su disposición final en vertedero autorizado.
- Mantener un área y contenedores adecuados para el acopio temporal de residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios, hasta su posterior traslado para disposición final a vertedero municipal autorizado.
- Utilizar contenedores aptos para la acumulación de residuos provenientes de derrames de sustancias peligrosas tales como aceites, lubricantes pinturas, pegamentos, etc., hasta su posterior envío a sitio autorizado para su recepción.
- Mantener las medidas de seguridad para el almacenamiento de elementos combustibles (contenedores aptos, rotulación de ellos, ubicación de contenedores).
- En la eventualidad de que ocurra un derrame durante el desarrollo de las diferentes actividades, se tomarán acciones para limpiar y restaurar el área.

d) Impacto N° 4 y 5: Posible Contaminación de Aguas en los canales y Estero Codegua

- El contratista deberá presentar a la Inspección Fiscal un Plan de Contingencia ante la eventualidad de contaminación de aguas con elementos riesgosos, como aceites, lubricantes y otros insumos de la construcción, que puedan afectar gravemente la calidad de aguas para el riego. En el Plan detallará los procedimientos a seguir, las personas de la empresa a cargo o responsables de su aplicación.
- Se prohibirá la mantención y reparación de vehículos y maquinarias, además del lavado de camiones y maquinarias en los cauces o quebradas con escurrimiento que se encuentren en el área del proyecto.
- Se exigirá la disposición de los residuos de la mantención de vehículos y maquinaria como aceites, grasas y otros, en tambores sellados destinados a este fin exclusivamente, los que a su vez deberán ser dispuestos en sitios autorizados.
- La empresa contratista establecerá las medidas y acciones necesarias para prohibir la disposición de cualquier tipo de residuos en cauces de agua así como evitar el arrojado accidental o imprevisto en las aguas, de cualquier tipo de desecho. (desechos domiciliarios, escombros, materiales de rechazo de áridos).
- La empresa contratista deberá exigir un adecuado control del proveedor de servicio de baños químicos, respecto de la disposición de los residuos de estos artefactos en sitios autorizados.
- Los residuos sólidos domésticos generados deberán ser almacenados temporalmente en contenedores especiales, para luego ser evacuados en sitios de disposición autorizados por la autoridad sanitaria.
- Se exigirá el uso de productos biodegradables para el aseo y limpieza de personas y utensilios.
- Se deberá monitorear la calidad del agua durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento de la Norma Chilena 1.333/Of.78.



e) Impacto N° 6: Pérdida de vegetación

- Se deberá realizar Plan de Manejo forestal cumpliendo con lo establecido en la ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal en etapa de diseño de este proyecto.
- Se deberá realizar sólo el corte de la vegetación necesaria para la preparación del área de trabajo, quedando prohibido el corte de cualquier tipo de vegetación arbustiva o arbórea que no se estime en el diseño del proyecto o la quema de leña o vegetación por parte de los trabajadores en las faenas, se recomienda cercar las áreas de faenas.
- Capacitación de trabajadores: Se darán charlas durante la fase de construcción a los trabajadores y operadores del proyecto, respecto del tipo, características y valor de la flora y vegetación del área del proyecto.

f) Impacto N°7: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

- La empresa contratista prohibirá la caza y pesca de cualquier tipo de especie de la fauna, durante todo el período de construcción, inclusive en los momentos de colación y descanso.
- Se informará a las cuadrillas de trabajo sobre la prohibición de pescar, cazar y coleccionar especies de la fauna silvestre o nidos durante toda la fase de construcción del proyecto, como también de la prohibición de llevar animales domésticos a los lugares de trabajo, para evitar la depredación de algunas especies como los roedores nativos y aves, y la transmisión de enfermedades hacia la fauna nativa.
- Se establecerán normas de conducta para el personal en faenas, tendientes a minimizar la perturbación de la fauna, especialmente durante la primavera y principios del verano.
- Se dispondrán letreros con avisos donde se señale que la caza está prohibida.
- Se deberá prohibir la ejecución de las siguientes actividades: roce con fuego o encender fogatas, utilización de herbicidas y/o venenos (raticidas) para las labores de despeje de las zonas a utilizar para instalación de faenas y la vegetación leñosa será cortada a nivel del suelo con hachas o sierra de cadena.
- Se evitará el tránsito de vehículos y maquinarias fuera de las áreas de trabajo o caminos habilitados para la construcción.
- En atención a que existen 5 especies consideradas en alguna categoría de conservación, 4 de ellas conocidas por presentar una muy baja movilidad, se deberá considerar al menos un plan de relocalización para las especies de baja movilidad, que deberá contar con la aprobación del SAG.

g) Impacto N° 8: Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

- Se mantendrá la prohibición estricta de usar las aguas o lavar maquinarias y camiones en el cauce del Estero Codegua, y cualquier otro cauce existente.
- Se mantendrá la prohibición permanente de disponer cualquier tipo de residuos en los suelos ribereños y cauces de aguas señalados anteriormente.

- Además, se contempla un Plan de Rescate y Relocalización de ejemplares de la especie en categoría de conservación "Vulnerable" *Trichomycterus areolatus*. Dicho plan debe ser realizado durante la etapa de construcción del proyecto, en el sector de aguas arriba y aguas abajo del área de inundación del embalse. La frecuencia en el rescate y relocalización de estas especies debe ser quincenal para la etapa de construcción. Es de importancia señalar que se debe contar con la autorización y el permiso respectivo de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA).

h) Impacto N° 9 Alteración de transporte en ruta H-189.

- Implementar un programa de seguridad vial con sus debidas señalizaciones de acuerdo con las normas vigentes, como también ubicar bandereros en los sectores de salida y entrada de camiones.
- Se deberá implementar señalética clara, ubicada en sitios que informen los desvíos disponibles con la suficiente anticipación para que los usuarios estén debidamente informados. La señalética deberá mantenerse actualizada según el avance de las obras.

i) Impacto N° 10: Generación de empleo

Este impacto no requiere de medidas ambientales.

j) Impacto N°11: Demanda de servicios

Este impacto no requiere de medidas ambientales.

k) Impacto N° 12 y 13: Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados.

- Se recomienda, para el caso de los sitios encontrados en Área de Inundación del embalse Codegua, la realización de prospección superficial con uso de barrenos y recolección superficial junto con los respectivos análisis de gabinete para discernir si existen contextos estratigráficos sub superficiales de los materiales cerámicos y líticos detectados durante prospección arqueológica y su extensión real en términos horizontales y verticales. Estas labores deben necesariamente incorporar un levantamiento topográfico de los hallazgos y unidades de análisis arqueológico. En base a los resultados se definirá la pertinencia de llevar a cabo un rescate arqueológico de los sitios documentados.
- Ante la eventualidad de que en las excavaciones ocurran hallazgos arqueológicos, se deberá dar aviso inmediatamente a Inspección Fiscal, a Carabineros de Chile y al Consejo de Monumentos Nacionales, dando cumplimiento a la ley N° 17.288.



I) Impacto N°14: Intervención infraestructura pública o privada

- Se deberá mantener las condiciones necesarias para la circulación normal de personas y vehículos por todos los caminos a utilizar.
- Se deberá disponer alternativas para circulación de peatones y vehículos hacia las entradas a las propiedades vecinas a los canales y sus derivados, como así también la reposición de todos los accesos afectados.
- En relación con el daño que pudiesen ocasionar las obras con respecto a otros bienes públicos, tales como tendido eléctrico, telefónico, señalética, cercos, portones de acceso, etc., la empresa constructora deberá disponer previamente las medidas necesarias para no provocar colapso o daño, o en su defecto, reparar inmediatamente el daño causado.

8.2 Etapa de Operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería.

Este impacto no puede mitigarse.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

Para mitigar este impacto se deberá realizar una estimación de caudal ecológico de acuerdo al reglamento vigente D.S. MMA N°14/13.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

No se contemplan medidas en la etapa de operación.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

Como medida de mitigación para los cambios en el caudal del Estero Codegua, se debe considerar mantener la entrega de un caudal ecológico con el objetivo de asegurar la conservación de la flora y fauna aguas abajo del muro.

Además, se contempla un Plan de Rescate y Relocalización de ejemplares de la especie en categoría de conservación "Vulnerable" *Trichomycterus areolatus*. Dicho plan debe ser realizado durante la etapa de operación del proyecto, en el sector de aguas arriba y aguas abajo del área de inundación del embalse. La frecuencia en el rescate y relocalización de estas especies debe ser estacional durante la etapa de operación. Es de importancia señalar que se debe contar con la autorización y el permiso respectivo de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA).

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales

Este impacto no requiere medidas ambientales.



f) Impacto N° 6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

Este impacto no requiere medidas ambientales.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Este impacto no requiere de medidas ambientales.

h) Impacto N°8 Modificación del paisaje.

Este impacto no requiere de medidas ambientales.



9. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.

El Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto tiene por finalidad asegurar en todo momento que las medidas ambientales sean las adecuadas y suficientes. Asimismo, busca demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.

Si como consecuencia de la aplicación del Plan de Seguimiento, se detecta que las medidas específicas establecidas en el Plan no cumplen con sus finalidades o que el estado de los elementos del medio ambiente no evolucionó de acuerdo a lo previsto en la evaluación respectiva, se rediseñará las medidas propuestas.

El Plan de Seguimiento corresponde a un Plan de Gestión Ambiental, aplicable tanto a la etapa de construcción, como a la de operación, que debe ser adecuado a las dimensiones temporales de ambas etapas: construcción (corto plazo) y operación (largo plazo).

Para la ejecución efectiva del Plan de Seguimiento Ambiental, se comparará la información de la línea de base, las medidas de mitigación, las de prevención de riesgos y las proyecciones de impacto futuras, con lo que esté ocurriendo en el momento de la aplicación del Plan.

9.1 Estructuración del plan de seguimiento ambiental

El Plan de Seguimiento está orientado al seguimiento del cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención indicadas en las especificaciones del proyecto, poniendo énfasis en el monitoreo de las medidas respecto de calidad de ruido, Medio Humano y Medio Biótico.

9.1.1 Etapa de Construcción

A continuación se presentan las medidas de seguimiento para los planes de manejo surgidas de los impactos ambientales detectados.

a) Impacto N° 1: Generación de Ruidos

- i. Monitoreo de Medidas de Mitigación Generación de Ruidos que cumplan con D.S. 38/12.

Debido al carácter temporal y reversible de esta etapa, la función del monitoreo tendrá como objetivo verificar que los frentes de trabajo cumplan con el D.S.38/12, y se cumplan eficientemente las medidas mitigadoras recomendadas. Para esto, se deberá realizar una campaña trimestral de mediciones de Nivel de Presión Sonora en los sectores potencialmente afectados, según los procedimientos mencionados en el Decreto.



b) Impacto N° 2: Emisión de gases y material particulado.

- i. Monitoreo de Medidas de riego sobre movimientos de tierra y mantención de maquinarias.

Se realizará una inspección en los puntos determinados en las Zonas de Restricción Ambiental de localización de obras y faenas con movimiento de tierras y en las zonas de tránsito vehicular, con una frecuencia de una vez por semana, a fin de chequear la aplicación de riego y todas las medidas planteadas para mitigar el impacto de emisión de gases y material particulado.

c) Impacto N° 3: Contaminación de Suelos agrícola, Impacto N° 4: Posible contaminación de Aguas en los canales e impacto N°5 Posible alteración de la calidad de agua del Estero Codegua.

- i. Seguimiento Medidas de Prevención de Contaminación de Suelos y Cauces.

El plan consistirá en un programa de inspecciones periódicas a los frentes de trabajo considerados en la construcción, verificando que las obras no alteran las áreas circundantes a las faenas, no incluidas en los trabajos. Se verificará la existencia y el estado de las cintas reflectantes y señales que delimitan dichas áreas.

Se deberá realizar un "checklist" y registro fotográfico, donde se constate periódicamente el estado de cada cauce, de modo tal que exista un registro histórico verificable, para la fiscalización de esta tarea. Asimismo el profesional que realice la inspección debe ir equipado con un GPS (tipo navegador), fotografías aéreas, linterna, notebook (el cual debe contar con un software SIG y la base de datos cartográfica) y otros elementos que propios de estas actividades; de modo tal que le permita "cartografiar" los diversos eventos y generar el informe respectivo en el terreno mismo.

Se verificará igualmente el correcto manejo de los materiales de construcción, de los residuos de construcción. En forma complementaria se verificará el traslado y la disposición de los mismos.

d) Impacto N° 6: Corte de vegetación nativa

- i. Seguimiento de Plan de Manejo Forestal

En la etapa de construcción deberá verificarse la implementación del Plan de Manejo Forestal. El plan de seguimiento debe dar cumplimiento al D.L 701 y a la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

En tal sentido, cabe señalar que el Artículo 14 de la Ley 20.283 señala que "Los compromisos de regeneración o reforestación establecidos en los planes de manejo aprobados por la Corporación, o en las medidas de compensación o reparación establecidas por orden judicial, se entenderán cumplidos cuando se verifique en terreno



una sobrevivencia igual o superior al 75% del número de individuos comprometidos en los respectivos planes de manejo. Esta sobrevivencia deberá determinarse, no antes que dichos individuos cumplan dos años de vida, desde su plantación o regeneración natural.”

Este seguimiento del Plan de Manejo Forestal deberá realizarse en la etapa de construcción. El proceso de seguimiento de la reforestación, deberá controlar que se dé estricto cumplimiento a la reforestación en aquellas áreas definidas por el Plan de Reforestación. En el Plan de Manejo forestal, viene identificada y cartografiada la localización donde se debe cortar y realizar la reforestación de especies esclerófilas y no esclerófilas. El contratista deberá informar por escrito a la CONAF Regional respectiva, sobre el cumplimiento del plan de reforestación

e) Impacto N°7: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre

- i. Seguimiento a Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación.

En la etapa de construcción deberá verificarse la implementación del Plan de Rescate de Especies de Fauna en Categoría de Conservación, en zonas de riesgos definidas en Plan de Manejo Ambiental y en el Artículo 146 del D.S 40, para Plan de Rescate y Relocalización de Reptiles:

f) Impacto N° 8: Afectación de hábitat de flora y fauna acuática

- i. Seguimiento Medidas de Prevención de Contaminación de Suelos y Cauces.

Se verificará que no se realicen lavados de maquinaria con agua del cauce y que esta no se ocupe para ninguna actividad

Se deberá realizar un “checklist” y registro fotográfico, donde se constate periódicamente el estado de cada cauce, de modo tal que exista un registro histórico verificable, para la fiscalización de esta tarea. Asimismo el profesional que realice la inspección debe ir equipado con un GPS (tipo navegador), fotografías aéreas, linterna, notebook (el cual debe contar con un software SIG y la base de datos cartográfica) y otros elementos que propios de estas actividades; de modo tal que le permita “cartografiar” los diversos eventos y generar el informe respectivo en el terreno mismo.

Se verificará igualmente el correcto manejo de los materiales de construcción, de los residuos de construcción. En forma complementaria se verificará el traslado y la disposición de los mismos.

- ii. Seguimiento a Plan de Rescate y Relocalización de ejemplares de *Trichomycterus areolatus*.

En esta etapa deberá verificarse la implementación del Plan de Rescate de ejemplares de Bagrecito, especie en Categoría de Conservación, en las zonas de riesgos definidas en



Plan de Manejo Ambiental y a través del Artículo 146 del D.S 40, "*Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso*".

g) Impacto N° 9 Alteración de transporte en ruta H-189

- i. Monitoreo a medidas de comunicación con comunidad por Alteración de transporte en ruta H-189.

Se deberá dar cuenta acerca del grado de información entregada a la comunidad a través de las actividades a realizar tales como:

- Asambleas informativas.
- Establecimiento de compromisos de información por localidad
- Elaboración y difusión de material informativo sobre obras y medidas de mitigación

h) Impacto N° 10: Generación de empleo

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni seguimiento.

i) Impacto N°11: Demanda de servicios

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

j) Impacto N° 12 y 13: Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados.

- i. Monitoreo de Posibles Hallazgos de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados.

Se deberá implementar un Monitoreo Arqueológico Permanente durante la fase constructiva, por parte de un Arqueólogo.

Ante la eventualidad de que en las excavaciones ocurran hallazgos arqueológicos, se realizara seguimiento del cumplimiento a la ley N° 17.288.

k) Impacto N°14: Intervención infraestructura pública o privada

- i. Monitoreo a medidas Intervención infraestructura pública o privada.

Se deberá chequear las condiciones necesarias para la circulación normal de personas y vehículos por todos los caminos a utilizar. Además se hará seguimiento a la empresa constructora para que disponga previamente las medidas necesarias para no provocar colapso o daño, o en su defecto, reparar inmediatamente el daño causado.



9.1.2 Etapa de Operación

a) Impacto N°1 Pérdida de suelos para ganadería.

Este impacto no puede mitigarse, por lo tanto no posee plan de seguimiento.

b) Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.

- i. Seguimiento a desarrollo de estudio de caudal ecológico.

Se realizará un seguimiento de los aspectos desarrollados en el informe de acuerdo a lo dispuesto por la Dirección General de Aguas mediante visitas a terreno, fichas técnicas y fotografías.

c) Impacto N° 3 Alteración de hábitat de fauna terrestre

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

d) Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática

Como medida de mitigación para los cambios en el caudal Estero Codegua se debe considerar mantener la entrega de un caudal ecológico con el objetivo de asegurar la conservación de la flora y fauna aguas abajo del muro.

Además, en esta etapa deberá verificarse la implementación del Plan de Rescate de ejemplares de Bagrecito, especie en Categoría de Conservación, en las zonas de riesgos definidas en Plan de Manejo Ambiental y a través del Artículo 146 del D.S 40, "*Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso*".

e) Impacto N° 5 Afectación de actividades económicas actuales

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

f) Impacto N° 6 Mejora de la entrega de caudal para riego de superficies agrícolas.

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

g) Impacto N° 7 Aumento en demanda de mano de obra agrícola.

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.

h) Impacto N°8 Modificación del paisaje.

Este impacto no requiere de medidas ambientales ni plan de seguimiento.



Tabla 9-1 Resumen del Plan de Seguimiento Ambiental

Componente	Elemento o Variable	Impacto Ambiental	Acción	Etapa del proyecto	
				Construcción	Operación
Ruido	Ruido	Generación de Ruidos	Monitoreo de Medidas de Mitigación Generación de Ruidos que cumplan con D.S. 38/12.	x	
Emisiones atmosféricas y calidad del aire	Emisiones atmosféricas	Emisión de gases y material particulado	Monitoreo de Medidas de riego sobre movimientos de tierra y mantención de maquinarias.	x	
Abiótico	Suelo y Agua	Posible contaminación de Suelos agrícola y aguas en los canales y Estero Codegua	Seguimiento Medidas de Prevención de Contaminación de Suelos y Cauces. Programa de inspecciones periódicas a los frentes de trabajo, mediante "checklist" y registro fotográfico.	x	
Biótico	Vegetación	Pérdida de vegetación	Seguimiento de Plan de Manejo Forestal Verificación de acuerdo a la implementación del Plan de Manejo Forestal. El plan de seguimiento debe dar cumplimiento al D.L 701 y a la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.	x	
Biótico	Fauna	Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	Seguimiento a Plan de rescate de especies de fauna en categoría de conservación	x	
Biótico	Flora y fauna acuática	Posible contaminación de las aguas en Estero Codegua y red de canales	Seguimiento Medidas de Prevención de Contaminación de Suelos y Cauces y Rescate de Fauna acuática. Programa de inspecciones periódicas a los frentes de trabajo, mediante "checklist" y registro fotográfico.	x	
Humano	Conectividad	Alteración de transporte en ruta H-189	Monitoreo a medidas de comunicación con comunidad por Alteración de transporte en ruta H-189.	x	



Componente	Elemento o Variable	Impacto Ambiental	Acción	Etapa del proyecto	
				Construcción	Operación
Humano	Arqueología	Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados	Monitoreo de Posibles Hallazgos de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados. Monitoreo Arqueológico Permanente.	x	
Abiótico	Agua	Modificación del régimen de escurrimiento	Seguimiento a desarrollo de estudio de caudal ecológico.		x



10. IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

En este Capítulo se entrega la identificación de los estudios ambientales que se recomienda realizar en la Etapa de Factibilidad.

Se considera que los resultados de estos estudios en Factibilidad, deberían constituir un producto previo, que oriente la contratación de los estudios de la etapa de Diseño, de forma tal que se recomienda que los resultados de los estudios en Factibilidad sean utilizados como un “input” para la evaluación técnico-económica del proyecto en la contratación de la Consultoría para Diseño y que, dentro de ésta se incluya un EIA, cuyo resultado debería ingresarse al SEIA.

De acuerdo a lo anterior, se presentan recomendaciones que orientan la inclusión de aspectos ambientales en el desarrollo de la etapa de Factibilidad.

El conocimiento disponible tras los estudios realizados en esta Consultoría acerca del área y de las características del proyecto, así como la identificación y análisis de impactos permiten señalar que los estudios ambientales a desarrollar serían bastante similares al que se presenta en este informe.

10.1 Elaboración de EAA en Etapa de Factibilidad. Embalse Codegua.

10.1.1 Antecedentes de Proyecto de Ingeniería

En primera instancia se destaca que parte de la información necesaria para elaborar algunas de las materias del EAA corresponderá a la generada por el proyecto de ingeniería, por lo que se debe asegurar en el llamado a Licitación de la Consultoría, que se comprometa el desarrollo de los datos necesarios dentro del Proyecto de Ingeniería y que los resultados correspondientes se encuentren disponibles oportunamente para elaborar el EAA.

Dentro de esta información se destacan como datos de proyecto necesarios, los siguientes:

- Identificación, localización y área abarcada por sitios de yacimientos y botaderos.
- Características de la Instalación de Faenas
- Volumen de rellenos y excavaciones de obras de embalse.
- Volumen de material de descarte y escombros de obras de embalse.
- Planos de planta y perfiles tipo de las obras de embalse y de mejoramiento de canales.
- Plano de planta incluyendo la faja completa de reposición de camino, si se confirma la necesidad de su reposición.
- Datos de dimensiones de proyectos de reposición de camino, tales como excavaciones, terraplenes, cortes, mano de obra, cantidad y tipo de maquinaria.



Por otra parte, se debe considerar la descripción de las etapas de construcción y de operación, en forma independiente, de manera que se pueda realizar una identificación de posibles impactos en forma estructurada.

10.1.2 Estudios Específicos EAA

Estos estudios se han definido en función de los resultados de línea de base y posibles impactos detectados en esta Consultoría y corresponden a los antecedentes de Línea de Base que deberán ser profundizados en la Etapa de Factibilidad, considerando:

- Confirmación y actualización de la presencia y características de los componentes del ambiente sensibles detectados.
- Ajuste de los impactos de acuerdo a características de detalle de las obras proyectadas, en lo que respecta a localización y dimensiones.
- Definición de detalle de las medidas ambientales para la elaboración de mayor detalle de los Planes de Manejo.

Como se ha indicado, algunas de las materias de la línea de base ya se encuentran definidas en este EAA y no variarán con el tiempo, como son clima y geomorfología, de manera que los estudios en Factibilidad requerirán solamente la validación y ajuste de áreas afectadas, de acuerdo a las características del proyecto seleccionado, que normalmente debe realizar el Consultor responsable en cada caso, así como verificar el estado de los componentes del ambiente más variables en el tiempo, como pueden ser la presencia de población residente, uso del suelo, fauna acuática.

Atendiendo lo anterior, es de interés centrarse en lo que sigue, en aquellas materias que presentan mayor sensibilidad ambiental y que han sido definidas a partir de la evaluación de los impactos ambientales detectados en este EAA.

a) Medio Físico

- Calidad del Agua

Se debe realizar un análisis de calidad de aguas a objeto de registrar los resultados y sumarlos a los ya disponibles, de manera de contar con una serie de datos previa a la presentación del proyecto al SEIA. Se considerará tomar muestras en 3 puntos; uno aguas arriba de la cola del embalse; otro en un punto medio del área de inundación y uno aguas abajo del muro. Se recomienda realizarlos en Primavera o Invierno, buscando un momento en que exista mayor disponibilidad de caudal, de manera de complementar los datos del presente EAA. Los parámetros a medir serán los correspondientes a uso de agua en riego y para vida acuática, establecidos en la NCh 1.333/Of.78.



b) Medio Biótico

Se recomienda realizar un estudio de biota, que se centre en la caracterización detallada de las especies que se encuentren en estado de conservación y aquellas nativas de la biota terrestre y acuática, que han sido identificadas en esta Consultoría. La finalidad específica de este estudio será confirmar los resultados previos o complementarlos, de acuerdo a la situación que se encuentre a la fecha de los estudios de Factibilidad, para luego determinar cuáles serían los posibles efectos del Proyecto, de acuerdo a las características de Factibilidad y proponer con esos antecedentes las medidas de mitigación necesarias.

Con respecto a la pérdida de hábitat de especies terrestres y acuáticas, se debe cuantificar la presencia de estas especies para determinar si será necesario proponer un rescate de especies, a estudiar en el EIA de la etapa de Diseño.

Determinación de un caudal ecológico: Se recomienda incluir el estudio y definición del caudal ecológico para el Estero Codegua de acuerdo reglamento la DGA, con la finalidad que este dato quede disponible para el EIA que se deberá realizar en etapa de Diseño.

c) Medio Social y Construido

Respecto a los aspectos Culturales del medio Social, se recomienda realizar un estudio que verifique el estado en que se encuentren a la fecha del estudio de Factibilidad los 5 sitios arqueológicos encontrados en este EAA. Junto con ello, considerar una nueva prospección superficial, que contemple el uso de métodos de prospección sub-superficial, como es el uso de barrenos, a objeto de acumular mayores antecedentes de este componente.

Por otra parte, en caso que se cuente con el trazado proyectado para la reubicación de las Torres de Alta Tensión, se deberá incluir esta área en los estudios ambientales del EAA, considerando los componentes del medio que se identifiquen en dicha área.

10.2 Elaboración de EAA Mejoramiento de Canales.

10.2.1 Contenidos de EAA

En atención a las características de las obras de mejoramiento, que significan un bajo impacto, por cuanto no introducen elementos nuevos en el ambiente, sino que sólo reponen, reparan o mejoran obras existentes, los contenidos que se estiman necesarios de considerar el Estudio de Análisis Ambiental son los siguientes:

- Descripción de las obras de mejoramiento de canales.
- Análisis de la legislación ambiental aplicable.
- Línea de base general, con énfasis en el medio social.
- Identificación de impactos.



- Plan de medidas para Construcción.

10.2.2 Estudios Específicos EAA

Se recomienda realizar un estudio específico de la población directamente identificada como receptores sensibles de calidad de aire y ruido que será afectada en la etapa de construcción del proyecto.

Igualmente es necesario realizar una caracterización demográfica y socioeconómica de los habitantes localizados al interior del área de Influencia. El objetivo central será identificar los posibles efectos, molestias o intervención en las actividades normales de la población.

Esta descripción será acompañada de una caracterización general de línea de base, del entorno en que se encuentran las obras de mejoramiento de los canales, que permita dar un contexto apropiado a los análisis ambientales.

11. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados entregados en la Caracterización del Área de Influencia, se obtienen las siguientes conclusiones:

- En cuanto al Medio Físico; las características identificadas, permiten sostener que existe un adecuado funcionamiento y equilibrio de los elementos abióticos con los bióticos, al no existir perturbaciones ecosistémicas. Esto se demuestra principalmente, por las muestras de calidad de agua, que establecen que tanto para las temporadas de verano y otoño, la mayoría de los parámetros cumple con las condiciones definidas por la Nch 1333, para el uso en regadío y vida acuática. Este sería el principal bioindicador del ecosistema actual.
- En cuanto al Medio Biótico, la presencia de algunas especies arbóreas en algunas categorías de vulnerabilidad, señalan que es un medio con presencia de bosque nativo. Ejemplo de ello, son los casos de las especies de *Persea lingue*; *Lingue*, considerada como Vulnerable, que ocupa dentro del área de inundación 1.45 Ha., lo que equivale a un 2.55 % respecto al área de inundación.

La presencia de especies de Fauna, tanto terrestre como íctica, indican asimismo, un estado de fragilidad latente, ante posibles obras y sus respectivos impactos, al encontrarse especies en estados vulnerables.

Es este ecosistema, el más vulnerable frente a las obras del proyecto, por la implicancia que tiene, inundar un área boscosa y cambiar los patrones fluviales y caudales del sistema hídrico.

Es importante la presencia de comunidades de bosque en algunos sectores que serán inundados, los que en total suman 40.83 Ha. En este sentido, y de acuerdo a lo que contempla la Ley forestal N° 20.283, se debe considerar y aplicar un plan de manejo durante la etapa de construcción. Aun cuando una de ellas está catalogada Fuera de Peligro, es importante considerar para la etapa de construcción planes de rescate y relocalización para estas especies.

- En cuanto al Medio Socioeconómico y Cultural, las características del medio estudiado, indican una casi nula presencia de actividad antrópica, en el sector del Embalse. Esta se refiere solamente a sitios de descanso estacionarios para el tránsito de ganado. La mayor presencia se encuentra hacia el sector de las obras de mejoramiento de los canales. Por este lado, el impacto directo de las obras hacia el medio humano, es poco relevante y es más un beneficio económico que una impronta negativa. Esta escasa presencia antrópica, sustenta el frágil equilibrio presente en la flora y fauna. Los principales resultados tienen que ver con Línea de Base Arqueológica, que define al área del proyecto como potencial sitio de manifestaciones arqueológicas.



- Por último, en el Medio Construido y Territorial, se puede concluir que, en líneas generales, no hay mayor presencia de Infraestructura crítica, como obras de riego u otra materialización de ingeniería importante, a excepción de 4 torres de alta tensión que deberán ser desplazadas de su ubicación original, ya que se encuentran localizadas en el área de inundación del proyecto. Dicho desplazamiento y su consiguiente impacto requerirá de más estudios y análisis en otras etapas de este proyecto. Desde la óptica de los instrumentos de zonificación ambiental, no se encuentra dentro de ninguna categoría perteneciente al SNASPE, como tampoco categorías privadas que tengan sensibilidad ambiental.
- En definitiva, los resultados de este informe concluyen que, del total de intervenciones propuestas, sólo la construcción del embalse debe ingresar al SEIA, como Estudio de Impacto Ambiental, debido a que afectará vegetación nativa y fauna terrestre como íctica en algún grado de conservación. Como ya se ha indicado, las obras correspondientes a los canales no requieren ingresar al SEIA. Sin embargo, para cumplir con las políticas de Estado, el procedimiento recomendado, contempla que en los documentos de licitación de la construcción de las obras, se incorpore un acápite específico que detalle las acciones constitutivas de buenas prácticas ambientales en la etapa de construcción, lo que se dejará establecido en el Plan de Manejo Ambiental.



12. APROXIMACIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES

La estimación de costos que se presenta a continuación refleja los costos de los estudios ambientales en etapa de Factibilidad y Diseño así como los correspondientes a las diferentes medidas sugeridas para minimizar los impactos de construcción y operación.

Cabe destacar que en este nivel de Pre-Factibilidad la estimación es muy preliminar, de forma que las medidas que efectivamente se realicen, así como los costos de los estudios en Factibilidad, podrán variar al momento de su realización, por cuanto estarán afectados por los cambios en las técnicas, tecnologías y legislación, entre otras circunstancias y condicionantes, que se producen a lo largo del tiempo.

El resultado del análisis de pertinencia es determinante en lo que respecta a los estudios ambientales, por cuanto, de acuerdo sus resultados, se deberá contemplar la elaboración de los siguientes tipos de estudios:

Los costos ambientales equivalentes de ser sujetos a incorporar en la evaluación económica se corresponden con el total de costos en la construcción y operación.

- Etapa de Factibilidad:

Se requerirá elaborar un EAA para las obras de embalse, el que deberá estar orientado hacia la realización posterior, en etapa de Diseño, de un EIA para su ingreso al SEIA.

Para las obras de mejoramiento de canales, se recomienda realizar un EAA en forma independiente al embalse, debido a la gran diferencia de los tipos de obras, localización y su entorno, magnitud y momento en que puedan ser construidas. Los objetivos de este EAA serán asimismo diferentes a los del estudio de embalse.

Se considera que las obras de mejoramiento de los canales, corresponden a obras que son posibles de desarrollar en forma independiente del embalse, por lo cual no corresponde asumir que se trate de un fraccionamiento del proyecto (Art. 11bis, Ley 20.417).

- Etapa de Diseño:

Para el embalse se deberá elaborar un EIA a presentar al SEIA.

- Etapa de Construcción:

En cuanto a los costos de los planes de manejo y seguimiento, estos corresponden principalmente a la etapa de Construcción, en este caso se estiman los costos de las medidas que tienen elementos cuantificables económicamente.

- Etapa de Operación:



Los costos en la etapa de operación corresponden principalmente a medidas tendientes a la preservación del hábitat acuático, como lo es la estimación del Caudal Ecológico y la Relocalización de especies protegidas.

12.1 Costos de Estudios a realizar en Etapa de Factibilidad

a) EAA Embalse Codegua

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF) [1]
HONORARIOS	27.000.000	1.120
GASTOS DEL ESTUDIO	14.500.000	601
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	41.500.000	1.721
GG y Utilidades (15%)	6.225.000	258
Imprevistos (5%)	2.075.000	86
TOTAL	49.800.000	2.066

[1] UF de 04.09.2014: \$24.109,63

b) EAA Mejoramiento de Canales

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF) [1]
HONORARIOS	13.000.000	539
GASTOS DEL ESTUDIO	5.000.000	207
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	18.000.000	747
GG y Utilidades (15%)	2.700.000	112
Imprevistos (5%)	900.000	37
TOTAL	21.600.000	896

[1] UF de 04.09.2014: \$24.109,63

12.2 Costos de Estudios a realizar en Etapa de Diseño

12.2.1 Estudio de Impacto ambiental (EIA) embalse Codegua

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
HONORARIOS	55.000.000	2.281
GASTOS DEL PROYECTO	28.000.000	1.161
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	83.000.000	3.443
GG y Utilidades (15%)	12.450.000	516
Imprevistos (5%)	4.150.000	172
TOTAL	99.600.000	4.131



[1] UF de 04.09.2014: \$24.109,63

12.3 Estudios adicionales

Se recomienda considerar que es habitual que el Servicio de Evaluación Ambiental solicite nuevos estudios no contemplados en el EIA, o ampliaciones de mediciones o análisis de componentes del ambiente. En este caso el Consultor debe analizar y presentar la atinencia de las observaciones y en caso de ser necesario informar de los costos y plazos necesarios para disponer de los datos o estudios que den satisfacción a las observaciones. Los costos adicionales que de ello se deriven deben ser aprobados y considerados para realizar una ampliación de contrato que permita seguir adelante con el proceso de evaluación ambiental del proyecto.

En este caso no es posible realizar estimaciones de costos, sin embargo una coordinación previa a la elaboración de los TR del EIA con el SEA Regional, podría favorecer una reducción de los estudios imprevistos que surgen generalmente, aunque no lo asegura del todo.

12.4 Costos en Etapa de Construcción

Impacto	Medida	Costo
Impacto N° 1: Generación de Ruidos.	• Medidas de gestión de faenas.	No se produce costo adicional a la obra
	• Monitorear los niveles de ruido durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento del D.S. 38/2012.	\$ 4.800.227
Impacto N° 2: Emisión de gases y material particulado.	• Medidas de gestión de faenas.	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 3: Contaminación de Suelos agrícola.	• Medidas de gestión de faenas.	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 4 y 5: Posible Contaminación de Aguas en los canales y Estero Codegua	• Medidas de gestión de faenas.	No se produce costo adicional a la obra
	• Monitorear la calidad del agua durante la etapa de construcción para evidenciar el cumplimiento de la Norma Chilena 1.333/Of.78.	\$ 1.735.893 (Anual)
Impacto N° 6: Pérdida de vegetación	• Plan de Manejo forestal cumpliendo con lo establecido en la ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal en etapa de diseño de este proyecto.	\$ 301.500.000
	• Medidas de gestión de faenas.	No se produce costo adicional a la obra



Impacto N°7: Alteración o destrucción del hábitat de fauna terrestre	<ul style="list-style-type: none"> Plan de relocalización para las especies de baja movilidad, que deberá contar con la aprobación del SAG. 	\$ 13.115.639
	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	
Impacto N° 8: Afectación de hábitat de flora y fauna acuática	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Rescate y Relocalización de ejemplares de la especie en categoría de conservación "Vulnerable" <i>Trichomycterus areolatus</i>. 	\$ 5.304.119
	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 9 Alteración de transporte en ruta H-189.	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra
Impacto N° 12 y 13: Posibilidad de Hallazgo de Sitios Arqueológicos y posibilidad de destrucción de sitios detectados.	<ul style="list-style-type: none"> Prospección superficial arqueológica. 	\$ 1.109.060
Impacto N°14: Intervención infraestructura pública o privada	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de gestión de faenas. 	No se produce costo adicional a la obra

12.4.1 Monitoreo de ruido

Recomendado para asegurar el cumplimiento de la normativa de ruido, actual DS. N°38/03 del Ministerio de medio Ambiente y sus modificaciones si las hubiere.

Tabla 12-1. Estimación de costos Monitoreo de Ruido

ÍTEM	TOTAL (UF)	TOTAL (\$)
HONORARIOS	139,4	3.360.882
GASTOS DEL PROYECTO	59,7	1.439.345
TOTAL	199.1	4.800.227
UF de 04.09.2014: \$24.109,63		

12.4.2 Monitoreo de la calidad de agua

Este monitoreo se aplicará durante la actividad de construcción. El primer monitoreo se llevará a cabo coincidiendo con el inicio de las obras en el lecho del Estero Codegua. Las estaciones serán 2, ubicadas 100 metros aguas arriba del área de faenas y la segunda 100 m aguas abajo.

Se contempla campaña de muestreo, en 2 estaciones del año (invierno, primavera), durante los años de construcción de las obras.



La estimación del costo corresponde a un monto global, basado en cotizaciones disponibles de laboratorios autorizados.

Tabla 12-2 Costos monitoreo de calidad de aguas

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
VALOR UNITARIO	433.973	18
COSTO ANUAL	1.735.893	72
UF de 04.09.2014: \$24.109,63		

12.4.3 Plan de Manejo Forestal

Para este ítem es necesario entregar previamente antecedentes legales que intervienen en el caso de corta de ejemplares de bosque nativo.

Se debe considerar la Ley N° 20.283/2008 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal del Ministerio de Agricultura, el cual, contiene la información necesaria para la presentación de un Plan de Manejo Forestal.

Este cuerpo legal en su artículo 5 señala:

“Toda acción de corta de bosque nativo cualquiera sea el tipo de terreno en que éste se encuentre, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación. Deberá cumplir, además, con lo prescrito en el decreto ley N° 701, de 1974. Los planes de manejo aprobados deberán ser de carácter público y estar disponibles en la página Web de la Corporación para quien lo solicite”.

De acuerdo a lo señalado en este párrafo de la Ley, se deberá realizar un Plan de Manejo, Corta y Reforestación de Bosques para Ejecutar Obras Civiles, para ser presentado en la CONAF, para así obtener los permisos correspondientes.

Es posible considerar un costo por hectárea estimado de acuerdo a antecedentes de experiencias previas en planes de manejo. Según ello se estima un costo de UF305/ha equivalente a \$ \$ 7.353.437/ha.

No obstante, se considera necesario advertir que la variabilidad de estos costos es muy elevada, siendo crecientes en el tiempo, a causa de la demanda de suelos para reforestación.

Considerando que la superficie que se ha identificado debe ser sujeto de plan de manejo forestal es de 41 há, los costos de implementación del plan serian estimativamente de UF12.505, equivalente a \$ 301.500.000.



12.4.4 Rescate de fauna terrestre

Previo a la construcción de las obras se debe realizar un rescate de las especies de fauna terrestre en estado de conservación. Estas actividades serán desarrolladas por un Biólogo y un equipo compuesto de 5 asistentes y 4 jornales.

Tabla 12-3. Estimación de costos rescate fauna terrestre.

ÍTEM	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
HONORARIOS	9.402.755	390
GASTOS DEL PROYECTO	2.001.099	83
SUBTOTAL COSTO DIRECTO	11.403.855	473
GG y Utilidades (15%)	1.711.784	71
TOTAL	13.115.639	544
UF de 04.09.2014: \$24.109,63		

12.4.5 Rescate de fauna Acuática

Previo a la construcción de las obras se debe realizar un rescate de las especies de fauna acuática en estado de conservación. Estas actividades serán desarrolladas por un Biólogo y un equipo compuesto de 2 asistentes y 4 jornales.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
PERSONAL	(GI)	\$ 3.375.348	1	\$ 3.375.348	140
INFORMES	(GI)	\$ 1.928.770	1	\$ 1.928.770	80
TOTAL				\$ 5.304.119	220

UF de 04.09.2014: \$24.109,63

12.4.6 Prospección superficial arqueológica

Se prevé mientras se realiza las obras de construcción se realice una prospección arqueológica superficial en los sitios encontrados en Área de Inundación del embalse Codegua.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F.)
HONORARIOS					
Responsable en Terreno	Hora	\$ 24.110	20	\$ 482.200	20,00
Ayudante Terreno	Hora	\$ 12.055	20	\$ 241.100	10,00
SUBTOTAL				\$ 723.300	30,00
TRABAJO DE GABINETE					
Informe	Hora	\$ 24.110	16	\$ 385.760	16,00
SUBTOTAL				\$ 385.760	16,00
TOTAL				\$ 1.109.060	46,00



12.5 Costos en Etapa de Operación

Impacto	Medida	Costo
Impacto N°2 Modificación del régimen de escurrimiento.	Estimación de caudal ecológico de acuerdo al reglamento vigente D.S. MMA N°14/13.	\$ 10.825.223,8
Impacto N° 4 Alteración de hábitat y pérdida de fauna acuática	Medida de gestión.	No se produce costo adicional a la obra
	Plan de Rescate y Relocalización de ejemplares de la especie en categoría de conservación "Vulnerable" <i>Trichomycterus areolatus</i> .	\$ 5.304.119

12.5.1 Estimación de Caudal Ecológico.

Se deberá calcular y definir un caudal ecológico con el objetivo asegurar la conservación de la flora y fauna actual.

Los objetivos de esta estimación será: 1) Establecer los requerimientos de los ecosistemas fluviales del río Claro aguas abajo del muro y 2) Establecer el caudal ecológico a dejar pasar aguas abajo de la zona del muro, como medida de mitigación. La determinación del caudal se deberá realizar de acuerdo a métodos aceptados por la DGA. Se estima un costo total de 449 UF, equivalente a \$10.825.223,80.

Tabla 12-4. Estimación de costos caudal ecológico

ÍTEM	TOTAL (UF)	TOTAL (\$)
HONORARIOS	417	10.053.715,7
GASTOS DEL PROYECTO	32	771.508,1
TOTAL	449	10.825.223,8
UF de 04.09.2014: \$24.109,63		

12.5.2 Rescate de fauna Acuática

Se busca monitorear de forma detallada las condiciones actuales de vida y adaptabilidad del Bagrecito, producto del cambio de régimen del Estero Codegua, de lótico a léntico. Estas actividades serán desarrolladas por un Biólogo y un equipo compuesto de 2 asistentes y 4 jornales.

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO UNIT (\$)	CANT.	TOTAL (\$)	TOTAL (U.F)
PERSONAL	(GI)	\$ 3.375.348	1	\$ 3.375.348	140
INFORMES	(GI)	\$ 1.928.770	1	\$ 1.928.770	80
TOTAL				\$ 5.304.119	220

UF de 04.09.2014: \$24.109,63



12.6 Costos Plan de Seguimiento

Se efectuará seguimiento e inspección a través de un encargado ambiental quien verificará que las medidas indicadas a realizarse en etapa de construcción y operación efectivamente se estén realizando.

Este ítem no considera un costo adicional a la obra, ya que será el mismo encargado ambiental encargado de ejecutar el plan de manejo ambiental quien realizará además el seguimiento de estas medidas.

12.7 Resumen de costos

A continuación se presenta tabla con el resumen de los costos ambientales a aplicar en las siguientes etapas del proyecto. Durante la Etapa de Diseño el costo de realizar el EIA del Embalse Codegua suma \$99.600.000, además, no se observan estudios adicionales a considerar aparte del EIA antes mencionado. Las medidas ambientales a aplicar durante la etapa de construcción y operación suma \$343.779.552. El costo total suma \$443.279.899.

Tabla 12-5 Resumen de costos ambientales del proyecto

Resumen de Costos Ambientales del proyecto		
Etapas de Diseño (1)		
Estimación de costos EIA Embalse Codegua	99.600.000	4.131
Subtotal	99.600.000	4.131
Medidas ambientales en Etapa de Construcción (2)		
Estimación de costos Monitoreo de Ruido	4.800.227	199.1
Estimación de costos calidad de agua	1.735.893	72
Estimación de costos Plan de Manejo Forestal	301.500.000	12.505
Estimación de costos Rescate Fauna Terrestre	13.115.639	544
Estimación costo Rescate Fauna Acuática	\$ 5.304.119	220
Estimación Prospección Arqueológica	\$ 1.109.060	46
Subtotal	327.555.844,14	13.586,01
Medidas ambientales en Etapa de Operación (3)		
Estimación Caudal Ecológico	10.825.223,80	449
Estimación costo Rescate Fauna Acuática	\$ 5.304.119	220
Subtotal	16.129.342,47	669
Total de Ambas Etapas (2+3)	343.779.552	14.255,01
Total (1+2+3)	443.279.898,5	18.386,01

NOTA: UF de 04.09.2014: \$24.109,63

El total de los costos de la etapa de construcción es el equivalente al Plan de Manejo Ambiental. Los costos ambientales a incorporar en la evaluación económica corresponden al total de los costos de las etapas de diseño, construcción y operación.



Por último, es importante mencionar que no es posible en la etapa de Pre-Factibilidad configurar los costos o determinar el grado de conflicto que pudiera suscitarse en el desarrollo futuro del Proyecto, desde la perspectiva ambiental.

Por lo anterior, se deja consignado que para estos casos se deberá contemplar el diseño o elaboración de medidas de compensación en las etapas futuras de estudios de este Proyecto.



13. REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Medio Físico

- Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile (1994).
- Romero, H. Tomo XI. Geografía de los Climas. Colección I.G.M. (1985).
- Dirección Meteorológica De Chile. Departamento de Climatología. (2001).
- Línea Base del SEIA VI Región. Ampliación Modelo CTDM Plus en el entorno de Central Termoeléctrica, La Candelaria, COLBÚN S.A. (2006).
- Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Diagnóstico actual del riego y drenaje en Chile y su proyección en la VI Región (2003).
- Adriano R. Tomo V, Geografía de los Suelos. Colección I.G.M., (1984).
- CIREN Estudio Agrológico VI Región. (1996).
- Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO), comuna de Codegua. (2009-2013).
- Cartografía IGM Rancagua, escala 1.50:000
- Niemeyer & Cereceda. Hidrografía Geografía de Chile, Tomo VIII. Colección I.G.M (1984).
- Börgel, R. Geomorfología. Colección I.G.M. (1983).

Medio Biótico

- Leubert & Pliscoff: Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 pp. (2006)
- Armesto J & J Gutiérrez. El efecto del fuego en la estructura de la vegetación de Chile central. Anales del Museo Historia natural Valparaíso 11: 423-48; (1978).
- Armesto J & S Pickett. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. Revista Chilena de Historia Natural 58:9-17; (1985).
- Armesto J, P León, M Kalin Arroyo. Los bosques templados del sur de Chile y Argentina: una isla biogeográfica. In Armesto J, C Villagrán, MK Arroyo (eds):



- Ecología de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile. Universitaria. P. 23-28. ;(1995).
- Donoso C. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica; (1998).
 - Donoso C. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile central; (1982).
 - Figueroa JA, Teillier S & F Jaksic. Composition, size and dynamics of the seed bank in Mediterranean shrubland of Chile. *Austral Ecology* 29: 574-584; (2004).
 - Gajardo R. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile. Universitaria. 165 p; (1994).
 - Marticorena C, M Quezada. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42 (1-2): 1- 55; (1985).
 - Litton, C. & R. Santelices. Comparación de las comunidades vegetales en bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser en la Séptima Región de Chile. *Bosque* 17(2): 77-86. (1996).
 - Amigo, J., J. San Martín & L. Quintanilla Estudio fitosociológico de los bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser del Centro-Sur de Chile. *Phytoceonologie* 30(2): 193-221. (2000).
 - E., Avilés R. & A. Segura. Landscape change under indirect effects of human use: the savanna of central Chile. *Landscape Ecology* 2: 73-80. (1989).
 - Rodríguez, R., O. Matthei & M. Quezada. Flora Arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 408 pp. (1983).
 - San Martín, J. & C. Donoso. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. En: J. Armesto, C. Villagrán & M.T.K. Arroyo (eds.), *Ecología de los bosques nativos de Chile*, pp. 153-168. Editorial Universitaria, Santiago. (1995).
 - Armesto, J. & C. Valdovinos. Historia, Biodiversidad Ecología de Los Bosques Costeros de Chile. (2005).
 - Ovalle C., Aronson J., Avendaño J., Meneses R. & R. Moreno Rehabilitation of degraded ecosystems in central Chile and its relevance to the arid "Norte Chico". *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 291-303., (1993).
 - IGSA Consultores. Estudio de Impacto Ambiental del Gasoducto Gas Andes Ruta San Vicente-Caletones (2002).



- Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).
- FERRAZ, F. Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas de Loa, Rapel y Mataquito, Volumen II, Cuenca del Río Rapel. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile. (1996)
- SOLUZIONA CHILE S.A (2001) Estudio de Impacto Ambiental de la Central Termoeléctrica Candelaria. Empresa Eléctrica Colbún S.A. Santiago. Chile.

Medio Humano y construido

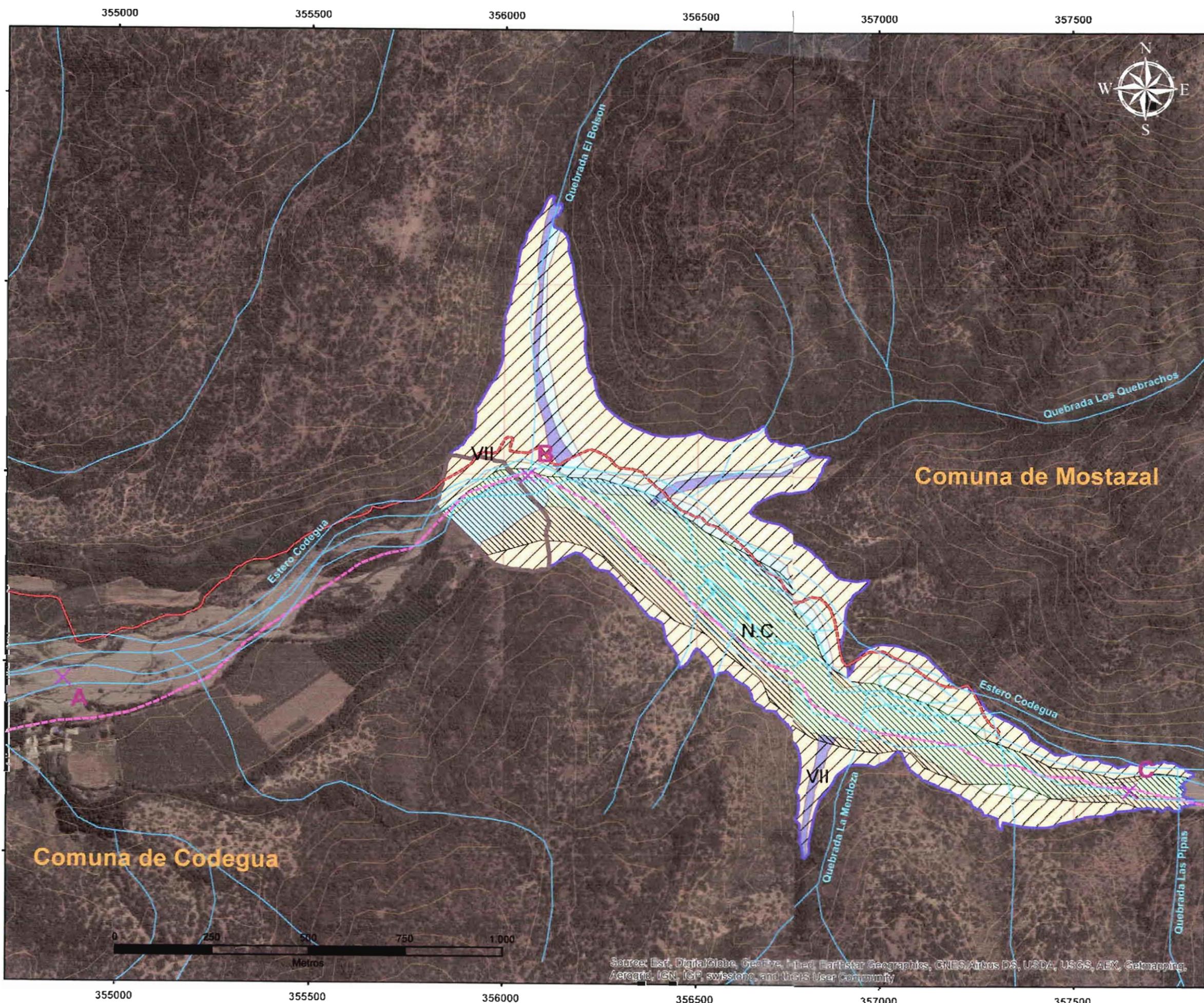
- Censo INE, Población y Vivienda. (2002).
- SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE VIVIENDA Y URBANISMO DE O'HIGGINS Declaración de Impacto Ambiental Actualización Plan Regulador Intercomunal Rancagua. (2009).
- Dirección General de Aguas. Río Maipo Segunda Sección – Catastro de Usuarios” (1982).
- Banco Integrado de Proyectos. Revisión on line.
- Stehberg, R y A. Rodríguez. Ofrendatorio mapuche-incaico en el Cerro Tren-Tren de Doñihue. Revista Museos. 6: 8-11. (1989).
- Stehberg, R. Instalaciones Incaicas en el Norte y Centro semiárido de Chile. Colección de Antropología Vol II. DIBAM. (1995).
- Planella, M.T. y B. Tagle. Inicios de presencia de cultígenos en la zona central de Chile, periodos Arcaico y Alfarero Temprano. Chungará (Arica). 387-399. (2004).
- Cornejo, L. Del Maipo al Cachapoal: diversidad en la estrategias de ocupación del espacio cordillerano en Chile central. Boletín Sociedad Chilena de Arqueología. 37:75-85. (2004).
- Sanhueza, L., L. Cornejo y F. Falabella. Patrones de asentamiento en el período Alfarero temprano de Chile central Chungará (Arica). 39(1): 103-115. (2007).
- Durán, E. y M.T. Planella. Consolidación Agroalfarera: Zona Central (900 a 1.470 d.C.). En Culturas de Chile, Prehistoria, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano. pp. 313-327. Editorial Andrés Bello, Santiago. (1989).
- Sanhueza, L. Descomponiendo el complejo Llolleo: Hacia una propuesta de sus niveles mínimos de integración. Chungará (Arica). 41(2). 2009.



- Montané, J. Elementos precerámicos de Cahuil, Provincia de Colchagua. Notas del Museo Arqueológico de La Serena, 8: 12 pp. (1960).
- MOP. Estudio de ubicación de restos arqueológicos de las cuencas priorizadas. Catastro VI Región CEC Ltda. MOP. (1995).
- Olgúin, L. Informe de Prospección arqueológica proyecto Autódromo Codegua. Preparado para Aple. (2010).
- Gaete, N. e I. Martínez. Construcción del puente Cahuil y accesos ruta costera Sur. Línea de base Patrimonio Cultural Arqueológico. Informe de caracterización del sitio 06 PI 001 "Conchal Potrero de La Boca". MOP. (2001).
- Weisner, R y B.Tagle. Paso de Las Conchas. Nuevas evidencias acerca del poblamiento costero arcaico de la VI Región. Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Antofagasta. (1995).
- Tagle, B. Informe de prospección arqueológica Proyecto planta de tratamiento de aguas servidas localidad de Bucalemu, comuna de Paredones. Provincia Cardenal Caro. Región de O'Higgins. (2009).
- Tagle, B. Antecedentes sobre prospecciones en el nuevo ADIT. (2007).
- J. Kaltwasser, A. Medina y J. Munizaga. Cementerio del Período Arcaico en Cuchipuy. Revista Chilena de Antropología 3:109-123. (1980).
- Durán, E. Tagua Tagua II, Nivel de 6.130 años. Descripción y relaciones. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile). 37:75-86. (1980).
- Montané, J. Paleo-Indio remains from Laguna Taguatagua, Central Chile. Science. 161: 1137-1138. (1968).
- Tagle, B., del Río, C y Henríquez, M. Los túmulos funerarios del valle del río Tinguiririca en la región de O'higgins. Ponencia presentada al IV taller chileno-argentino. (2008).
- Núñez, L., J. Varela, R. Casamiquela, V. Schiappacasse, H. Niemeyer y C. Villagrán. Cuenca de Taguatagua en Chile: El Ambiente del Pleistoceno Superior y Ocupaciones Humanas. Revista Chilena de Historia Natural. 67:503 -519. (1994).
- Jackson, D., E. Aspillaga, X-S- Rodríguez, D. Jackson, F. Santana y C. Méndez. Las Ocupaciones Humanas del Sitio Arqueológico de Santa Inés, Laguna de Tagua Tagua, Chile Central. Revista Chilena de Antropología. 26(2): 151-168. (2012).

Anexo 1

Cartografía



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, IGN, AerGRID, Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

**ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
DE RIEGO ESTERO CODEGUA"**

Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
Imágen Google Earth
Proyecto de Ingeniería



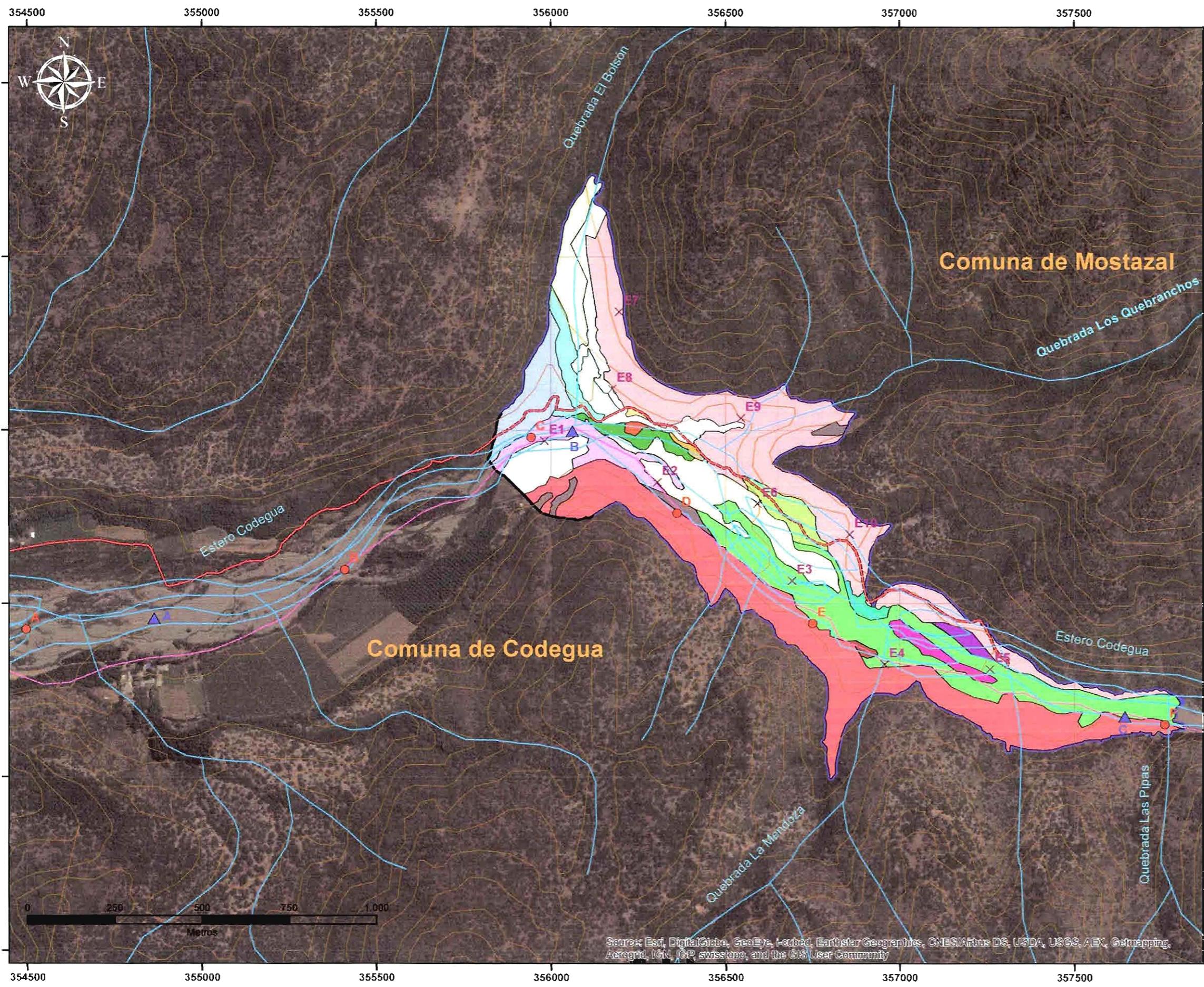
LEYENDA

- PROYECTO**
- Muro
 - Área de inundación
- LÍNEA DE BASE**
- HIDROGRAFÍA**
- Hidrografía
- CALIDAD DE AGUA**
- Puntos Muetreo Calidad de Agua
- GEOMORFOLOGÍA**
- Ladera
 - Lecho Fluvial
 - Quebrada
 - Terraza
- CAPACIDAD DE USO**
- VII
 - N.C.
- BASE CARTOGRÁFICA**
- Curvas de Nivel
 - Red Vial
 - Limite Comunal

Contenido	Medio Físico
Fecha	Enero 2015
Escala	1:10.000
Lamina 1/3	



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional del Riego



**ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
DE RIEGO ESTERO CODEGUA"**

Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
Imágen Google Earth
Proyecto de Ingeniería



LEYENDA

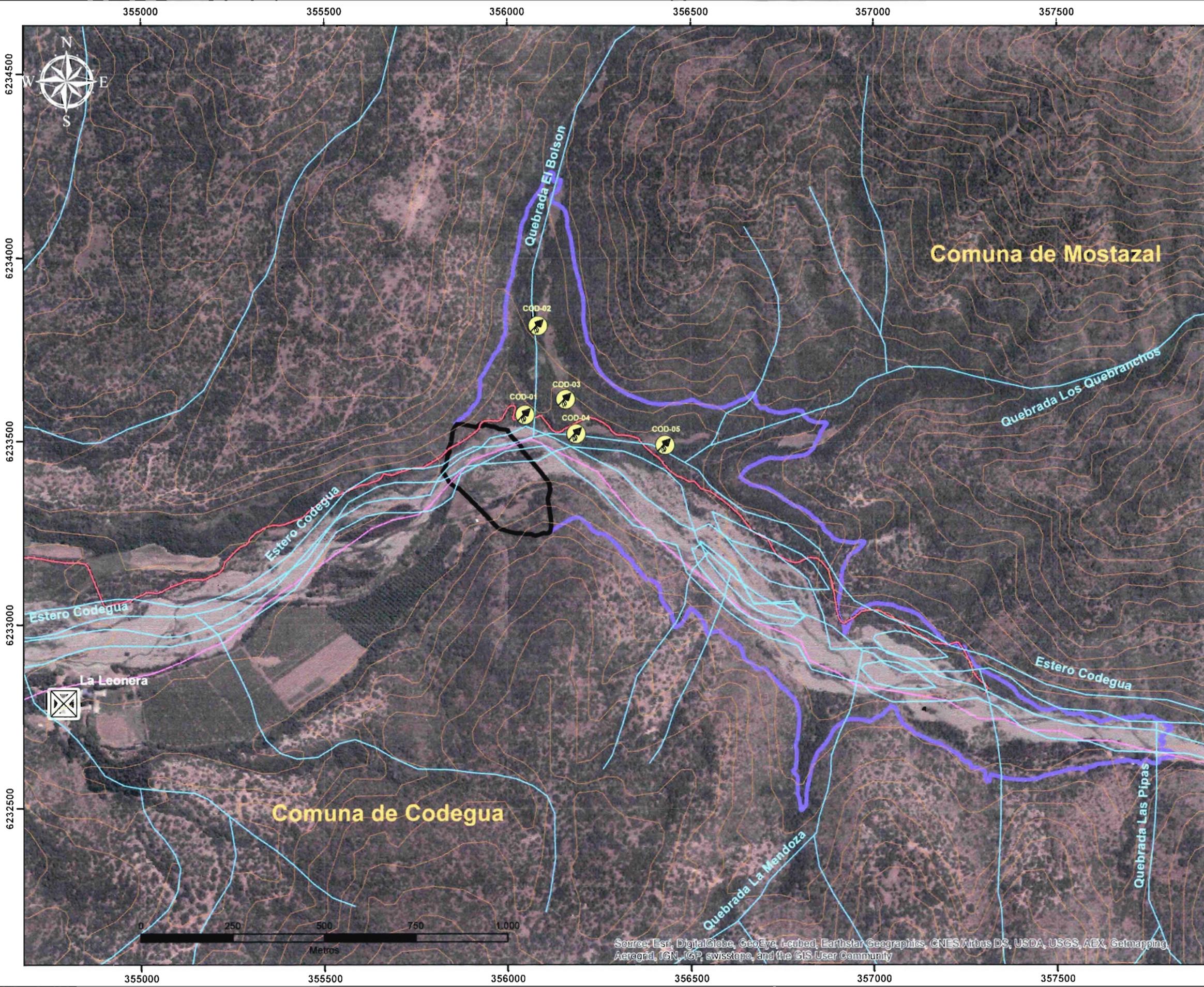
- PROYECTO**
- Área de Inundación
 - Muro
- LÍNEA DE BASE**
- FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE**
- UNIDAD DE VEGETACIÓN**
- | | | |
|-------|-------|-------|
| SIN V | UV 07 | UV 14 |
| UV 01 | UV 08 | UV 15 |
| UV 02 | UV 09 | UV 16 |
| UV 03 | UV 10 | UV 17 |
| UV 04 | UV 11 | UV 18 |
| UV 05 | UV 12 | UV 19 |
| UV 06 | UV 13 | UV 20 |
- FAUNA TERRESTRE**
- Estaciones de Muestreo Fauna Terrestre
- FAUNA ACUÁTICA**
- Estaciones de Muestreo Fauna Acuática
- CALIDAD DE AGUAS**
- Estaciones de Muestreo Calidad de Aguas
- BASE CARTOGRÁFICA**
- Curvas de Nivel
 - Hidrografía
 - Limite Comunal
 - Red Vial

Contenido	Medio Biotico
Fecha	Enero 2015
Escala	1:10.000
Lamina 2/3	



Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Comisión Nacional del Riego

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, JEP, swisstopo, and the GIS User Community



ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
DE RIEGO ESTERO CODEGUA"

Datum: WGS84 Zona: 19S

Proyección:
 Universal Transversal de Mercator

Fuentes de información: Base Cartográfica IGM 1: 50.000
 Imágen Google Earth
 Proyecto de Ingeniería



LEYENDA

PROYECTO

- Área de Inundación
- Muro

LÍNEA DE BASE

ASENTAMIENTOS HUMANOS

- La Leonera

ARQUEOLOGÍA

- Puntos de Hallazgos Arqueológicos

IPT

- Limite Comunal

BASE CARTOGRÁFICA

- Curvas de Nivel
- Hidrografía
- Red Vial

Contenido	Medio Social
Fecha	Enero 2015
Escala	1:10.000
Lamina 3/3	



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, AeroGRID, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Anexo 2
Informes de Laboratorio Calidad del Agua

Informe de Análisis: ES14-11844



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Análisis solicitado por: DEBAR LTDA.

PADRE MARIANO 10, OF. 313, PROVIDENCIA

Atención a:	CLAUDIO POZO	Fecha Muestreo:	08-04-2014 11:30
Nro de Muestras:	1	Fecha Ingreso:	08-04-2014 17:33
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Inicio:	08-04-2014 17:44
Lugar de Muestreo:	Estero Codegua	Fecha termino	16-04-2014 12:27

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
Muestreado por: Muestreo realizado por personal autorizado de SGS Chile Ltda.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
pH	Std.Methods Ed. 21 2005, 4500-H B-Método Electrométrico.
Metales N-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 D- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama N-Ac.
Metales A-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac.
Elementos	Std.Methods Ed. 21 2005 ,3120 B, EPA 200.7 ,1994 (Sn).- Espectroscopía por Emisión de Plasma.
Cianuro	Std.Methods Ed 21 2005, 4500 CN - C, F-Electrodo Especifico.
Cloruro	Std. Methods Ed.21 2005, 4500-Cl B-Argentométrico
Cálculos	Std.Methods Ed.21 2005,2340 B, 3111 B, 3111 D.Cálculos.
Conductividad	Std.Methods Ed.21 2005, 2510 B-Metodo Laboratorio.
Sólidos Totales Disueltos	Std.Methods. Ed.21 2005, 2540 C-Gravimetría.
Sulfato	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-SO4 D-Gravimetría con Secado de Residuos.
Fluoruros	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-F B,C - Electrodo Especifico.
Mercurio	Std.Methods Ed.21 2005, 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío.
Metales (Preconcentración)	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B .Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac , N-Ac (Preconcentración).
Coliformes Fecales	Std. Methods.Ed 21,2005. 9221E. NMP en medio EC.
Arsénico/Selenio	Std.Methods Ed 21 2005, 3114 B - Absorción Atómica - Generación de Hidruros.
Color Verdadero	Std.Methods Ed. 21 2005, 2120 B- Pt/Co.
Sólidos Sedimentables	Std.Methods Ed.21 2005, 2540 F-Sólidos Sedimentables
Turbiedad	Std.Methods Ed.21 2005, 2130 B-Nefelometría.
Alcalinidad Total (CaCO3)	Std.Methods Ed.21 2005, 2320 B- Volumetría.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7387 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89581 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Informe de Análisis: ES14-11844

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			Estero Codegua PMA
Alcalinidad Total (CaCo3)	mg/l	0.2	24
Aluminio	mg/l	0.5	1.3
Arsénico	mg/l	0.001	0.015
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Bicarbonatos	mg/l	0.2	30
Boro	mg/l	0.01	0.06
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Carbonatos	mg/l	0.2	<0.2
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01
Cloruro	mg/l	5	14
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	<0.01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	33
Color Verdadero	Pt/Co	5	<5
Conductividad a 25 °C	us/Cm	1	460
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Hidróxido	mg/l	0.2	<0.2
Hierro	mg/l	0.01	0.57
Litio	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	0.06
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.005	<0.005
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	7.0
Plata	mg/l	0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05
Razón Adsorción Sodio			0.8
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sodio Porcentual	%		22
Sólidos Sedimentables	ml/l	0.5	<0.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	312
Sulfato	mg/l	10	194
Turbiedad	NTU	0.05	3.24
Vanadio	mg/l	0.1	<0.10

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801
E-Mail: ximena.para@sgs.com

www.sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES14-11844

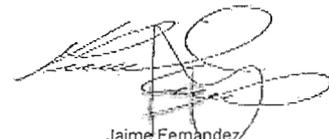
FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
Alcalinidad Total (CaCo3)	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Aluminio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Arsénico	14-04-2014 20:08	15-04-2014 13:16
Bario	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Berilio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Bicarbonatos	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Boro	15-04-2014 16:44	15-04-2014 16:44
Cadmio	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Carbonatos	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Cianuro	14-04-2014 18:11	14-04-2014 18:14
Cinc	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Cloruro	09-04-2014 11:31	15-04-2014 22:35
Cobalto	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Cobre	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Coliformes Fecales	08-04-2014 17:44	15-04-2014 20:27
Color Verdadero	08-04-2014 19:45	14-04-2014 09:47
Conductividad a 25 °C	08-04-2014 19:46	15-04-2014 09:40
Cromo	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Fluoruro	10-04-2014 16:04	14-04-2014 17:58
Hidróxido	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Hierro	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Litio	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Manganeso	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Mercurio	12-04-2014 05:24	12-04-2014 10:09
Molibdeno	11-04-2014 12:48	11-04-2014 13:54
Niquel	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
pH 25°C Laboratorio	08-04-2014 17:44	15-04-2014 09:51
Plata	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Plomo	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Razón Adsorción Sodio	15-04-2014 13:16	15-04-2014 13:16
Selenio	14-04-2014 20:08	15-04-2014 13:16
Sodio Porcentual	15-04-2014 13:16	15-04-2014 13:16
Sólidos Sedimentables	08-04-2014 19:46	15-04-2014 10:32
Sólidos Totales Disueltos	08-04-2014 21:42	16-04-2014 12:27
Sulfato	14-04-2014 10:59	16-04-2014 08:38
Turbiedad	08-04-2014 19:45	14-04-2014 09:52
Vanadio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13

LD (límite de detección)

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 17 de abril de 2014



Jaime Fernandez
Jefe de Laboratorio Ambiental

Informe de Terreno : ES14 11844

Empresa : Debar Ltda.
 Solicitante : Claudio Pozo
 Lugar de muestreo : Estero Codegua
 Fecha de muestreo : 08 de Abril 2014
 Identificación de la Muestra : Estero Codegua PMA

Tipo de muestra:	Puntual	<input checked="" type="checkbox"/>	Compuesta	<input type="checkbox"/>	_____ Horas
Origen de las muestras:	A. Potable	<input type="checkbox"/>	RIL	<input type="checkbox"/>	
	A. Servida	<input type="checkbox"/>	RIL+ AS	<input type="checkbox"/>	
	A. Subterránea	<input type="checkbox"/>	A Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	A. de Mar	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	
	Sedimento	<input type="checkbox"/>	Lodo	<input type="checkbox"/>	
Envases entregados por:	SGS	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	
Método de muestreo:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Automático	<input type="checkbox"/>	
Mediciones de terreno:	pH	<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Caudal	<input type="checkbox"/>	
	Nivel Freático	<input type="checkbox"/>	Oxígeno Disuelto	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cloro Residual	<input type="checkbox"/>	Sol. Sedimentables	<input type="checkbox"/>	
	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Método de medición de caudal:	Área velocidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Destino de la muestra:	Lab. SGS Santiago	<input checked="" type="checkbox"/>	Lab. SGS Concepción	<input type="checkbox"/>	
	Lab. SGS Antofagasta	<input type="checkbox"/>	Lab. SGS Puerto Varas	<input type="checkbox"/>	
	Otro	_____			

Informe de Terreno : ES14 11844

Resultados de Muestra puntual

Hora de la toma de muestra 11:30 Hrs

	Unidades	Valor
pH	u pH	7,68
Temperatura	°C	10,2
Cloro Residual	mg/L	---
Conductividad	uS/cm	436
Nivel Freático	mt.	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	10,01
Sol. Sedimentables	ml/L 1 hr.	---
Turbiedad	(NTU)	---
ORP	mV	---

Observaciones:



Elisa Vásquez
 Jefe Técnico de Aguas
 Environmental Services
 SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
 "No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones".

Informe de Terreno : ES14 11844

Fotografías



Foto 1: Punto de Muestreo A

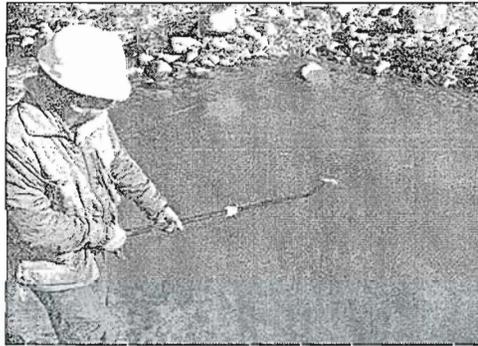


Foto 2: Toma de Muestra

Coordenadas UTM

Norte:	6232959	[NORTE] m
Este:	354860	[ESTE] m
Datum [DATUM]:	WGS84 19H	[NOTACIÓN: HUSO Y ZONA]

Observaciones: Se realizó muestreo puntual sin observaciones.

Elisa Vásquez
 Jefe Técnico de Aguas
 Environmental Services
 SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
 "No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Análisis: ES14-11847



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Análisis solicitado por: DEBAR LTDA.

PADRE MARIANO 10, OF. 313, PROVIDENCIA

Atención a:	CLAUDIO POZO	Fecha Muestreo:	08-04-2014 14:20
Nro de Muestras:	1	Fecha Ingreso:	08-04-2014 17:41
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha inicio:	08-04-2014 18:01
Lugar de Muestreo:	Estero Codegua	Fecha termino	16-04-2014 12:27

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
Muestreado por: Muestreo realizado por personal autorizado de SGS Chile Ltda.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
pH	Std.Methods Ed. 21 2005, 4500-H B-Método Electrométrico.
Metales N-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 D- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama N-Ac.
Metales A-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac.
Elementos	Std.Methods Ed. 21 2005, 3120 B, EPA 200.7, 1994 (Sn).- Espectroscopía por Emisión de Plasma.
Cianuro	Std.Methods Ed.21 2005, 4500 CN - C, F-Electrodo Especifico.
Cloruro	Std. Methods Ed.21 2005, 4500-Cl B-Argentométrico
Cálculos	Std.Methods Ed.21 2005,2340 B, 3111 B, 3111 D.Cálculos.
Conductividad	Std.Methods Ed.21 2005, 2510 B-Método Laboratorio.
Sólidos Totales Disueltos	Std.Methods. Ed.21 2005, 2540 C-Gravimetría.
Sulfato	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-SO4 D-Gravimetría con Secado de Residuos.
Fluoruros	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-F B,C - Electrodo Especifico.
Mercurio	Std.Methods Ed.21 2005, 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío.
Metales (Preconcentración)	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B .Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac , N-Ac (Preconcentración).
Coliformes Fecales	Std. Methods.Ed 21,2005. 9221E. NMP en medio EC.
Arsénico/Selenio	Std.Methods Ed 21 2005, 3114 B - Absorción Atómica - Generación de Hidruros.
Color Verdadero	Std.Methods Ed. 21 2005, 2120 B- Pt/Co.
Sólidos Sedimentables	Std.Methods Ed.21 2005, 2540 F-Sólidos Sedimentables
Turbiedad	Std.Methods Ed.21 2005, 2130 B-Nefelometría.
Alcalinidad Total (CaCO3)	Std.Methods Ed.21 2005, 2320 B- Volumetría.

"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Informe de Análisis: ES14-11847

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			Estero Codegua PMB
Alcalinidad Total (CaCo3)	mg/l	0.2	22
Aluminio	mg/l	0.5	1.5
Arsénico	mg/l	0.001	0.020
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Bicarbonatos	mg/l	0.2	27
Boro	mg/l	0.01	0.10
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Carbonatos	mg/l	0.2	<0.2
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01
Cloruro	mg/l	5	13
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	<0.01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	22
Color Verdadero	PCo	5	<5
Conductividad a 25 °C	us/Cm	1	465
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Hidróxido	mg/l	0.2	<0.2
Hierro	mg/l	0.01	0.65
Litio	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	0.05
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.005	<0.005
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	7.0
Plata	mg/l	0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05
Razón Adsorción Sodio			0.8
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sodio Porcentual	%		22
Sólidos Sedimentables	ml/l	0.5	<0.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	313
Sulfato	mg/l	10	185
Turbiedad	NTU	0.05	4.63
Vanadio	mg/l	0.1	<0.10

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.para@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES14-11847

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Término
Alcalinidad Total (CaCo3)	08-04-2014 18:01	15-04-2014 08:53
Aluminio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Arsénico	14-04-2014 20:08	15-04-2014 01:43
Bario	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Berilio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Bicarbonatos	08-04-2014 18:01	15-04-2014 08:53
Boro	15-04-2014 16:44	15-04-2014 16:44
Cadmio	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Carbonatos	08-04-2014 18:01	15-04-2014 08:53
Cianuro	14-04-2014 18:11	14-04-2014 18:14
Cinc	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Cloruro	09-04-2014 11:31	15-04-2014 22:35
Cobalto	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Cobre	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Coliformes Fecales	08-04-2014 18:01	15-04-2014 20:28
Color Verdadero	08-04-2014 19:45	14-04-2014 09:47
Conductividad a 25 °C	08-04-2014 19:46	15-04-2014 09:40
Cromo	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Fluoruro	10-04-2014 16:04	14-04-2014 17:58
Hidróxido	08-04-2014 18:01	15-04-2014 08:53
Hierro	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Litio	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Manganeso	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Mercurio	12-04-2014 06:24	12-04-2014 10:09
Molibdeno	11-04-2014 12:48	11-04-2014 13:54
Niquel	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
pH 25°C Laboratorio	08-04-2014 18:01	15-04-2014 09:51
Plata	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Plomo	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Razón Adsorción Sodio	15-04-2014 12:26	15-04-2014 15:26
Selenio	14-04-2014 20:08	15-04-2014 01:43
Sodio Porcentual	15-04-2014 12:26	15-04-2014 15:26
Sólidos Sedimentables	08-04-2014 19:46	15-04-2014 10:32
Sólidos Totales Disueltos	08-04-2014 20:42	16-04-2014 12:27
Sulfato	14-04-2014 10:59	16-04-2014 08:38
Turbiedad	08-04-2014 19:45	14-04-2014 09:52
Vanadio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13

LD (límite de detección)

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)



Jaime Fernández
Jefe de Laboratorio Ambiental

Santiago 17 de abril de 2014

Informe de Terreno : ES14 11847

Empresa : Debar Ltda.
 Solicitante : Claudio Pozo
 Lugar de muestreo : Estero Codegua
 Fecha de muestreo : 08 de Abril 2014
 Identificación de la Muestra : Estero Codegua PMB

Tipo de muestra:	Puntual	<input checked="" type="checkbox"/>	Compuesta	<input type="checkbox"/>	_____ Horas
Origen de las muestras:	A. Potable	<input type="checkbox"/>	RIL	<input type="checkbox"/>	
	A. Servida	<input type="checkbox"/>	RIL+ AS	<input type="checkbox"/>	
	A. Subterránea	<input type="checkbox"/>	A Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	A. de Mar	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	
	Sedimento	<input type="checkbox"/>	Lodo	<input type="checkbox"/>	
Envases entregados por:	SGS	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	
Método de muestreo:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Automático	<input type="checkbox"/>	
Mediciones de terreno:	pH	<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Caudal	<input type="checkbox"/>	
	Nivel Freático	<input type="checkbox"/>	Oxígeno Disuelto	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cloro Residual	<input type="checkbox"/>	Sol. Sedimentables	<input type="checkbox"/>	
	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Método de medición de caudal:	Área velocidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Destino de la muestra:	Lab. SGS Santiago	<input checked="" type="checkbox"/>	Lab. SGS Concepción	<input type="checkbox"/>	
	Lab. SGS Antofagasta	<input type="checkbox"/>	Lab. SGS Puerto Varas	<input type="checkbox"/>	
	Otro	_____			

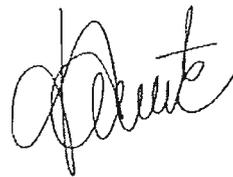
Informe de Terreno : ES14 11847

Resultados de Muestra puntual

Hora de la toma de muestra 14:20 Hrs

	Unidades	Valor
pH	u pH	7,69
Temperatura	°C	14,9
Cloro Residual	mg/L	---
Conductividad	uS/cm	449
Nivel Freático	mt.	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,3
Sol. Sedimentables	ml/L 1 hr.	---
Turbiedad	(NTU)	---
ORP	mV	---

Observaciones:



Elisa Vásquez
Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en conformidad. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones".

Informe de Terreno : ES14 11847

Fotografías



Foto 1: Punto de Muestreo B



Foto 2: Toma de Muestra

Coordenadas UTM

Norte:	6233464	[NORTE] m
Este:	356139	[ESTE] m
Datum [DATUM]:	WGS84 19H	[NOTACIÓN: HUSO Y ZONA]

Observaciones: Se realizó muestreo puntual sin observaciones.

Elisa Vásquez
Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Análisis: ES14-11846



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Análisis solicitado por: DEBAR LTDA.

PADRE MARIANO 10, OF. 313, PROVIDENCIA

Atención a:	CLAUDIO POZO	Fecha Muestreo:	08-04-2014 13:10
Nro de Muestras:	1	Fecha Ingreso:	08-04-2014 17:40
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Inicio:	08-04-2014 17:44
Lugar de Muestreo:	Estero Codegua	Fecha termino	16-04-2014 12:27

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
Muestreado por: Muestreo realizado por personal autorizado de SGS Chile Ltda.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
pH	Std.Methods Ed. 21 2005, 4500-H B-Método Electrométrico.
Metales N-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 D- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama N-Ac.
Metales A-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac.
Elementos	Std.Methods Ed. 21 2005 ,3120 B, EPA 200.7 ,1994 (Sn).- Espectroscopia por Emisión de Plasma.
Cianuro	Std.Methods Ed.21 2005, 4500 CN - C, F-Electrodo Especifico.
Cloruro	Std. Methods Ed.21 2005, 4500-Cl B-Argentométrico
Cálculos	Std.Methods Ed.21 2005,2340 B, 3111 B, 3111 D.Cálculos.
Conductividad	Std.Methods Ed.21 2005, 2510 B-Método Laboratorio.
Sólidos Totales Disueltos	Std.Methods. Ed.21 2005, 2540 C-Gravimetría.
Sulfato	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-SO4 D-Gravimetría con Secado de Residuos.
Fluoruros	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-F B,C - Electrodo Especifico.
Mercurio	Std.Methods Ed.21 2005, 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío.
Metales (Preconcentración)	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B .Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac , N-Ac (Preconcentración).
Coliformes Fecales	Std. Methods.Ed.21,2005. 9221E. NMP en medio EC.
Arsénico/Selenio	Std.Methods Ed.21 2005, 3114 B - Absorción Atómica - Generación de Hidruros.
Color Verdadero	Std.Methods Ed. 21 2005, 2120 B- PUCo.
Sólidos Sedimentables	Std.Methods Ed.21 2005, 2540 F-Sólidos Sedimentables
Turbiedad	Std.Methods Ed.21 2005, 2130 B-Nefelometría.
Alcalinidad Total (CaCO3)	Std.Methods Ed.21 2005, 2320 B- Volumetría.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Informe de Análisis: ES14-11846

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			Estero Codegua PMC
Alcalinidad Total (CaCo3)	mg/l	0.2	22
Aluminio	mg/l	0.5	1.6
Arsénico	mg/l	0.001	0.003
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Bicarbonatos	mg/l	0.2	27
Boro	mg/l	0.01	0.07
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Carbonatos	mg/l	0.2	<0.2
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	<0.01
Cloruro	mg/l	5	15
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	<0.01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	13
Color Verdadero	Pt/Co	5	<5
Conductividad a 25 °C	us/Cm	1	467
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Hidróxido	mg/l	0.2	<0.2
Hierro	mg/l	0.01	0.68
Litio	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	0.06
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.005	<0.005
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	7.3
Plata	mg/l	0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05
Razón Adsorción Sodio			0.8
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sodio Porcentual	%		21
Sólidos Sedimentables	ml/l	0.5	<0.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	317
Sulfato	mg/l	10	186
Turbiedad	NTU	0.05	5.10
Vanadio	mg/l	0.1	<0.10

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el Informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 895611 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801
E-Mail: xlmena.parra@sgs.com

www.sgs.com

Informe de Análisis: ES14-11846

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Terminó
Alcalinidad Total (CaCo3)	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Aluminio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Arsénico	14-04-2014 20:08	15-04-2014 01:43
Bario	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Berilio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13
Bicarbonatos	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Boro	15-04-2014 16:44	15-04-2014 16:44
Cadmio	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Carbonatos	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Cianuro	14-04-2014 18:11	14-04-2014 18:14
Cinc	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Cloruro	09-04-2014 11:31	15-04-2014 22:35
Cobalto	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Cobre	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Coliformes Fecales	08-04-2014 17:44	15-04-2014 20:27
Color Verdadero	08-04-2014 19:45	14-04-2014 09:47
Conductividad a 25 °C	08-04-2014 19:46	15-04-2014 09:40
Cromo	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Fluoruro	10-04-2014 16:04	14-04-2014 17:58
Hidróxido	08-04-2014 19:45	15-04-2014 08:53
Hierro	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Litio	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Manganeso	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Mercurio	12-04-2014 06:24	12-04-2014 10:09
Molibdeno	14-04-2014 22:48	14-04-2014 23:05
Niquel	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
pH 25°C Laboratorio	08-04-2014 17:44	15-04-2014 09:51
Plata	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Plomo	10-04-2014 00:45	14-04-2014 18:48
Razón Adsorción Sodio	14-04-2014 16:44	15-04-2014 16:25
Selenio	14-04-2014 20:08	15-04-2014 01:43
Sodio Porcentual	14-04-2014 16:44	15-04-2014 16:25
Sólidos Sedimentables	08-04-2014 19:46	15-04-2014 10:32
Sólidos Totales Disueltos	08-04-2014 21:42	16-04-2014 12:27
Sulfato	14-04-2014 10:59	16-04-2014 08:38
Turbiedad	08-04-2014 19:45	14-04-2014 09:52
Vanadio	10-04-2014 09:51	12-04-2014 06:13

LD (límite de detección)

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 17 de abril de 2014



Jaime Fernandez
Jefe de Laboratorio Ambiental

Informe de Terreno : ES14 11846

Empresa : Debar Ltda.
 Solicitante : Claudio Pozo
 Lugar de muestreo : Estero Codegua
 Fecha de muestreo : 08 de Abril 2014
 Identificación de la Muestra : Estero Codegua PMC

Tipo de muestra:	Puntual	<input checked="" type="checkbox"/>	Compuesta	<input type="checkbox"/>	_____ Horas
Origen de las muestras:	A. Potable	<input type="checkbox"/>	RIL	<input type="checkbox"/>	
	A. Servida	<input type="checkbox"/>	RIL+ AS	<input type="checkbox"/>	
	A. Subterránea	<input type="checkbox"/>	A Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	A. de Mar	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	
	Sedimento	<input type="checkbox"/>	Lodo	<input type="checkbox"/>	
Envases entregados por:	SGS	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	
Método de muestreo:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Automático	<input type="checkbox"/>	
Mediciones de terreno:	pH	<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Caudal	<input type="checkbox"/>	
	Nivel Freático	<input type="checkbox"/>	Oxígeno Disuelto	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cloro Residual	<input type="checkbox"/>	Sol. Sedimentables	<input type="checkbox"/>	
	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Método de medición de caudal:	Área velocidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Destino de la muestra:	Lab. SGS Santiago	<input checked="" type="checkbox"/>	Lab. SGS Concepción	<input type="checkbox"/>	
	Lab. SGS Antofagasta	<input type="checkbox"/>	Lab. SGS Puerto Varas	<input type="checkbox"/>	
	Otro	_____			

"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
 "No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Terreno : ES14 11846

Resultados de Muestra puntual

Hora de la toma de muestra 13:20 Hrs

	Unidades	Valor
pH	u pH	7,72
Temperatura	°C	12,3
Cloro Residual	mg/L	---
Conductividad	uS/cm	441
Nivel Freático	mt.	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	9,99
Sol. Sedimentables	ml/L 1 hr.	---
Turbiedad	(NTU)	---
ORP	mV	---

Observaciones:



Elisa Vásquez

Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Terreno : ES14 11846

Fotografías



Foto 1: Punto de Muestreo C



Foto 2: Toma de Muestra

Coordenadas UTM

Norte:	6232674	[NORTE] m
Este:	357645	[ESTE] m
Datum [DATUM]:	WGS84 19H	[NOTACIÓN: HUSO Y ZONA]

Observaciones: Se realizó muestreo puntual sin observaciones.



Elisa Vásquez
Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Análisis: ES13-36764



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Análisis solicitado por: DEBAR LTDA.

PADRE MARIANO 10, OF. 313, PROVIDENCIA

Atención a:	CLAUDIO POZO	Fecha Muestreo:	19-12-2013 12:20
Nro de Muestras:	1	Fecha Ingreso:	19-12-2013 18:35
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Inicio:	19-12-2013 19:22
Lugar de Muestreo:	Codegua	Fecha termino	27-12-2013 18:20

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.

Muestreado por: Muestreo realizado por personal autorizado de SGS Chile Ltda.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
pH	Std.Methods Ed. 21 2005, 4500-H B-Método Electrométrico.
Metales N-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 D- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama N-Ac.
Metales A-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac.
ICP Optico	Std.Methods Ed. 21 2005 ,3120 B, EPA 200.7 ,1994 (Sn).- Espectroscopia por Emisión de Plasma.
Cianuro	Std.Methods Ed.21 2005, 4500 CN - C, F-Electrodo Especifico.
Cloruro	Std. Methods Ed.21 2005, 4500-Cl B-Argentométrico
Cálculos	Std.Methods Ed.21 2005,2340 B, 3111 B, 3111 D.Cálculos.
Conductividad	Std.Methods Ed.21 2005, 2510 B-Metódo Laboratorio.
Sólidos Totales Disueltos	Std.Methods. Ed.21 2005, 2540 C-Gravimetría.
Sulfato	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-SO4 D-Gravimetría con Secado de Residuos.
Fluoruros	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-F B,C - Electrodo Especifico.
Mercurio	Std.Methods Ed.21 2005, 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío.
Metales (Preconcentración)	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B .Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac , N-Ac (Preconcentración).
Coliformes Fecales	Std. Methods.Ed 21,2005. 9221E. NMP en medio EC.
Arsénico/Selenio	Std.Methods Ed 21 2005, 3114 B - Absorción Atómica - Generación de Hidruros.
Alcalinidad Total (CaCO3)	Std.Methods Ed.21 2005, 2320 B- Volumetría.
Turbiedad	Std.Methods Ed.21 2005, 2130 B-Nefelometría.
Color Verdadero	Std.Methods Ed. 21 2005, 2120 B- Pt/Co.
Sólidos Sedimentables	Std.Methods Ed.21 2005, 2540 F-Sólidos Sedimentables

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES13-36764

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			Estero Codegua Punto A
Alcalinidad Total (CaCo3)	mg/l	0.2	15
Aluminio	mg/l	0.5	0.8
Arsénico	mg/l	0.001	0.008
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Bicarbonatos	mg/l	0.2	19
Boro	mg/l	0.01	0.07
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Carbonatos	mg/l	0.2	<0.2
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	0.04
Cloruro	mg/l	5	9
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	<0.01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	2.0
Color Verdadero	PCo	5	<5
Conductividad a 25 °C	us/Cm	1	250
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Hidróxido	mg/l	0.2	<0.2
Hierro	mg/l	0.01	0.41
Litio	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	0.03
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.005	<0.005
Níquel	mg/l	0.05	<0.05
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	6.5
Plata	mg/l	0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05
Razón Adsorción Sodio			0
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sodio Porcentual	%	0.1	12
Sólidos Sedimentables	ml/l	0.5	<0.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	154
Sulfato	mg/l	10	88
Turbiedad	NTU	0.05	0.92
Vanadio	mg/l	0.1	<0.10

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4586 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.para@sgs.com

Informe de Análisis: ES13-36764

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
Alcalinidad Total (CaCo3)	19-12-2013 19:27	26-12-2013 17:49
Aluminio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Arsénico	23-12-2013 04:01	24-12-2013 16:54
Bario	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Berilio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Bicarbonatos	19-12-2013 19:27	26-12-2013 17:49
Boro	26-12-2013 12:01	26-12-2013 12:01
Cadmio	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Carbonatos	19-12-2013 19:27	26-12-2013 17:49
Cianuro	24-12-2013 11:01	26-12-2013 10:15
Cinc	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Cloruro	24-12-2013 18:12	26-12-2013 09:30
Cobalto	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Cobre	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Coliformes Fecales	19-12-2013 19:41	23-12-2013 15:16
Color Verdadero	19-12-2013 20:20	26-12-2013 17:15
Conductividad a 25 °C	19-12-2013 19:22	26-12-2013 07:58
Cromo	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Fluoruro	24-12-2013 10:56	26-12-2013 09:39
Hidróxido	19-12-2013 19:27	26-12-2013 17:49
Hierro	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Litio	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Manganeso	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Mercurio	23-12-2013 09:39	23-12-2013 10:16
Molibdeno	24-12-2013 12:53	25-12-2013 10:54
Niquel	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
pH 25°C Laboratorio	19-12-2013 19:47	26-12-2013 08:09
Plata	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Plomo	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Razón Adsorción Sodio	24-12-2013 12:01	24-12-2013 18:20
Selenio	23-12-2013 04:01	24-12-2013 16:54
Sodio Porcentual	24-12-2013 12:01	24-12-2013 18:20
Sólidos Sedimentables	19-12-2014 20:00	26-12-2013 17:15
Sólidos Totales Disueltos	24-12-2013 13:11	26-12-2013 09:47
Sulfato	24-12-2013 16:00	26-12-2013 07:27
Turbiedad	19-12-2014 19:01	26-12-2013 18:06
Vanadio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08

LD (límite de detección)

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 03 de enero de 2014



Jaime Fernandez
Jefe de Laboratorio Ambiental

Informe de Terreno : ES13 36764

Empresa : DEBAR LTDA.
 Solicitante : Claudio Pozo
 Lugar de muestreo : Estero Codegua
 Fecha de muestreo : 19 de Diciembre 2013
 Identificación de la Muestra : Punto A

Tipo de muestra:	Puntual	<input checked="" type="checkbox"/>	Compuesta	<input type="checkbox"/>	_____ Horas
Origen de las muestras:	A. Potable	<input type="checkbox"/>	RIL	<input type="checkbox"/>	
	A. Servida	<input type="checkbox"/>	RIL+ AS	<input type="checkbox"/>	
	A. Subterránea	<input type="checkbox"/>	A Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	A. de Mar	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	
	Sedimento	<input type="checkbox"/>	Lodo	<input type="checkbox"/>	
Envases entregados por:	SGS	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	
Método de muestreo:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Automático	<input type="checkbox"/>	
Mediciones de terreno:	pH	<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Caudal	<input type="checkbox"/>	
	Nivel Freático	<input type="checkbox"/>	Oxígeno Disuelto	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cloro Residual	<input type="checkbox"/>	Sol. Sedimentables	<input type="checkbox"/>	
	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Método de medición de caudal:	Área velocidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Destino de la muestra:	Lab. SGS Santiago	<input checked="" type="checkbox"/>	Lab. SGS Concepción	<input type="checkbox"/>	
	Lab. SGS Antofagasta	<input type="checkbox"/>	Lab. SGS Puerto Varas	<input type="checkbox"/>	
	Otro	_____			

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
 "No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Terreno : ES13 36764

Resultados de Muestra puntual

Hora de la toma de muestra 12:20 Hrs

	Unidades	Valor
pH	u pH	7,87
Temperatura	°C	19,2
Cloro Residual	mg/L	---
Conductividad	uS/cm	221,6
Nivel Freático	mt.	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,3
Sol. Sedimentables	ml/L 1 hr.	---
Turbiedad	(NTU)	---
ORP	mV	---

Observaciones:

Elisa Vásquez

Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Terreno : ES13 36764

Fotografías



Foto 1: Punto A

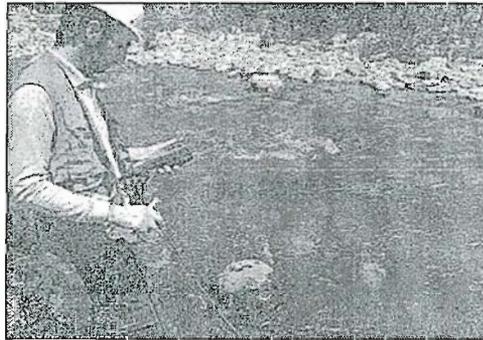


Foto 2: Parámetros de Terreno

Coordenadas

Norte:	354863	[NORTE] m
Este:	6232957	[ESTE] m
Datum [DATUM]:	19 K PSAD 56	[NOTACIÓN: HUSO Y ZONA]

Observaciones: Monitoreo realizado sin observaciones.

Elisa Vásquez
 Jefe Técnico de Aguas
 Environmental Services
 SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo envueltos en cotización. (Copia disponible a petición)".
 "No reproducir parcialmente el Informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Análisis: ES13-36766



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Análisis solicitado por: DEBAR LTDA.

PADRE MARIANO 10, OF. 313, PROVIDENCIA

Atención a:	CLAUDIO POZO	Fecha Muestreo:	19-12-2013 16:05
Nro de Muestras:	1	Fecha Ingreso:	19-12-2013 18:55
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Inicio:	19-12-2013 19:40
Lugar de Muestreo:	Codegua	Fecha termino	27-12-2013 18:26

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.

Muestreado por: Muestreo realizado por personal autorizado de SGS Chile Ltda.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
pH	Std.Methods Ed. 21 2005, 4500-H B-Método Electrométrico.
Metales N-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 D- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama N-Ac.
Metales A-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac.
ICP Optico	Std.Methods Ed. 21 2005, 3120 B, EPA 200.7 ,1994 (Sn). - Espectroscopía por Emisión de Plasma.
Cianuro	Std.Methods Ed.21 2005, 4500 CN - C, F-Electrodo Especifico.
Cloruro	Std. Methods Ed.21 2005, 4500-Cl B-Argentométrico
Cálculos	Std.Methods Ed.21 2005,2340 B, 3111 B, 3111 D.Cálculos.
Conductividad	Std.Methods Ed.21 2005, 2510 B-Metódo Laboratorio.
Sólidos Totales Disueltos	Std.Methods. Ed.21 2005, 2540 C-Gravimetría.
Sulfato	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-SO4 D-Gravimetría con Secado de Residuos.
Fluoruros	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-F B,C - Electrodo Especifico.
Mercurio	Std.Methods Ed.21 2005, 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío.
Metales (Preconcentración)	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B .Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac , N-Ac (Preconcentración).
Coliformes Fecales	Std. Methods.Ed 21,2005. 9221E. NMP en medio EC.
Arsénico/Selenio	Std.Methods Ed 21 2005, 3114 B - Absorción Atómica - Generación de Hidruros.
Alcalinidad Total (CaCO3)	Std.Methods Ed.21 2005, 2320 B- Volumetría.
Turbiedad	Std.Methods Ed.21 2005, 2130 B-Nefelometría.
Color Verdadero	Std.Methods Ed. 21 2005, 2120 B- Pt/Co.
Sólidos Sedimentables	Std.Methods Ed.21 2005, 2540 F-Sólidos Sedimentables

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Informe de Análisis: ES13-36766

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			Estero Codegua Punto B
Alcalinidad Total (CaCo3)	mg/l	0.2	23
Aluminio	mg/l	0.5	0.9
Arsénico	mg/l	0.001	0.010
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Bicarbonatos	mg/l	0.2	28
Boro	mg/l	0.01	0.06
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Carbonatos	mg/l	0.2	<0.2
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	0.03
Cloruro	mg/l	5	9
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	<0.01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	7.8
Color Verdadero	PC/Co	5	<5
Conductividad a 25 °C	us/Cm	1	250
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Hidróxido	mg/l	0.2	<0.2
Hierro	mg/l	0.01	0.50
Litio	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	0.03
Mercurio	mg/l	0.0005	0.0096
Molibdeno	mg/l	0.005	<0.005
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	6.4
Plata	mg/l	0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05
Razón Adsorción Sodio			*****
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sodio Porcentual	%	0.1	12
Sólidos Sedimentables	ml/l	0.5	<0.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	138
Sulfato	mg/l	10	88
Turbiedad	NTU	0.05	2.95
Vanadio	mg/l	0.1	<0.10

"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Informe de Análisis: ES13-36766

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Termino
Alcalinidad Total (CaCo3)	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Aluminio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Arsénico	23-12-2013 04:01	24-12-2013 16:54
Bario	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Berilio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Bicarbonatos	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Boro	26-12-2013 12:01	26-12-2013 12:01
Cadmio	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Carbonatos	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Cianuro	24-12-2013 11:01	26-12-2013 10:15
Cinc	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Cloruro	24-12-2013 18:11	26-12-2013 09:30
Cobalto	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Cobre	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Coliformes Fecales	19-12-2013 19:40	23-12-2013 15:17
Color Verdadero	19-12-2013 20:20	26-12-2013 17:12
Conductividad a 25 °C	19-12-2013 20:22	26-12-2013 07:58
Cromo	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Fluoruro	24-12-2013 10:56	26-12-2013 09:39
Hidróxido	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Hierro	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Litio	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Manganeso	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Mercurio	23-12-2013 09:39	23-12-2013 10:16
Molibdeno	23-12-2013 12:53	24-12-2013 10:54
Niquel	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
pH 25°C Laboratorio	19-12-2013 19:47	26-12-2013 08:09
Plata	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Plomo	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Razón Adsorción Sodio	24-12-2013 18:17	26-12-2013 18:26
Selenio	23-12-2013 04:01	24-12-2013 16:54
Sodio Porcentual	24-12-2013 18:17	26-12-2013 18:26
Sólidos Sedimentables	19-12-2013 20:00	26-12-2013 17:12
Sólidos Totales Disueltos	24-12-2013 13:11	26-12-2013 09:47
Sulfato	24-12-2013 16:00	26-12-2013 07:27
Turbiedad	19-12-2013 20:01	26-12-2013 18:17
Vanadio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08

LD (límite de detección)

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Santiago 03 de enero de 2014



Jaime Fernandez
Jefe de Laboratorio Ambiental

Informe de Terreno : ES13 36766

Empresa : DEBAR LTDA.
 Solicitante : Claudio Pozo
 Lugar de muestreo : Estero Codegua
 Fecha de muestreo : 19 de Diciembre 2013
 Identificación de la Muestra : Punto B

Tipo de muestra:	Puntual	<input checked="" type="checkbox"/>	Compuesta	<input type="checkbox"/>	_____ Horas
Origen de las muestras:	A. Potable	<input type="checkbox"/>	RIL	<input type="checkbox"/>	
	A. Servida	<input type="checkbox"/>	RIL+ AS	<input type="checkbox"/>	
	A. Subterránea	<input type="checkbox"/>	A Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	A. de Mar	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	
	Sedimento	<input type="checkbox"/>	Lodo	<input type="checkbox"/>	
Envases entregados por:	SGS	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	
Método de muestreo:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Automático	<input type="checkbox"/>	
Mediciones de terreno:	pH	<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Caudal	<input type="checkbox"/>	
	Nivel Freático	<input type="checkbox"/>	Oxígeno Disuelto	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cloro Residual	<input type="checkbox"/>	Sol. Sedimentables	<input type="checkbox"/>	
	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Método de medición de caudal:	Área velocidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Destino de la muestra:	Lab. SGS Santiago	<input checked="" type="checkbox"/>	Lab. SGS Concepción	<input type="checkbox"/>	
	Lab. SGS Antofagasta	<input type="checkbox"/>	Lab. SGS Puerto Varas	<input type="checkbox"/>	
	Otro	_____			

"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de
 Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
 "No reproducir parcialmente el Informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones."

Informe de Terreno : ES13 36766

Resultados de Muestra puntual

Hora de la toma de muestra 16:05 Hrs

	Unidades	Valor
pH	u pH	7,81
Temperatura	°C	23,4
Cloro Residual	mg/L	---
Conductividad	uS/cm	243,8
Nivel Freático	mt.	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,0
Sol. Sedimentables	ml/L 1 hr.	---
Turbiedad	(NTU)	---
ORP	mV	---

Observaciones:

Elisa Vásquez

Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones"

Informe de Terreno : ES13 36766

Fotografías

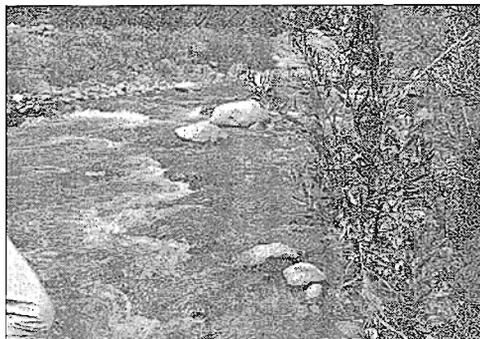


Foto 1: Punto B



Foto 2: Toma de Muestra

Coordenadas

Norte:	356062	[NORTE] m
Este:	6293497	[ESTE] m
Datum [DATUM]:	19 K PSAD 56	[NOTACIÓN: HUSO Y ZONA]

Observaciones: Monitoreo realizado sin observaciones.

Elisa Vásquez
Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

Informe de Análisis: ES13-36765



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION
INN - CHILE

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.

"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SISS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SISS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SISS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Análisis solicitado por: DEBAR LTDA.

PADRE MARIANO 10, OF. 313, PROVIDENCIA

Atención a:	CLAUDIO POZO	Fecha Muestreo:	19-12-2013 14:25
Nro de Muestras:	1	Fecha Ingreso:	19-12-2013 18:54
Material / Producto:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha Inicio:	19-12-2013 19:40
Lugar de Muestreo:	Codegua	Fecha termino	27-12-2013 18:24

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.

Muestreado por: Muestreo realizado por personal autorizado de SGS Chile Ltda.

Notas:

Métodos de Ensayo

Análisis	Metodología
pH	Std.Methods Ed. 21 2005, 4500-H B-Método Electrométrico.
Metales N-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 D- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama N-Ac.
Metales A-Ac	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac.
ICP Óptico	Std.Methods Ed. 21 2005, 3120 B, EPA 200.7 ,1994 (Sn).- Espectroscopía por Emisión de Plasma.
Cianuro	Std.Methods Ed.21 2005, 4500 CN - C, F-Electrodo Especifico.
Cloruro	Std. Methods Ed.21 2005, 4500-Cl B-Argentométrico
Cálculos	Std.Methods Ed.21 2005,2340 B, 3111 B, 3111 D.Cálculos.
Conductividad	Std.Methods Ed.21 2005, 2510 B-Método Laboratorio.
Sólidos Totales Disueltos	Std.Methods. Ed.21 2005, 2540 C-Gravimetría.
Sulfato	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-SO4 D-Gravimetría con Secado de Residuos.
Fluoruros	Std.Methods Ed.21 2005, 4500-F B,C - Electrodo Especifico.
Mercurio	Std.Methods Ed.21 2005, 3112 B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío.
Metales (Preconcentración)	Std. Methods Ed. 21 2005, 3111 B .Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama A-Ac , N-Ac (Preconcentración).
Coliformes Fecales	Std. Methods Ed 21,2005. 9221E. NMP en medio EC.
Arsénico/Selenio	Std.Methods Ed 21 2005, 3114 B - Absorción Atómica - Generación de Hidruros.
Alcalinidad Total (CaCO3)	Std.Methods Ed.21 2005, 2320 B- Volumetría.
Turbiedad	Std.Methods Ed.21 2005, 2130 B-Nefelometría.
Color Verdadero	Std.Methods Ed. 21 2005, 2120 B- P/Co.
Sólidos Sedimentables	Std.Methods Ed.21 2005, 2540 F-Sólidos Sedimentables

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: ES13-36765

RESULTADOS DE ANALISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA
			Estero Codegua Punto C
Alcalinidad Total (CaCo3)	mg/l	0.2	23
Aluminio	mg/l	0.5	1.0
Arsénico	mg/l	0.001	0.010
Bario	mg/l	0.1	<0.1
Berilio	mg/l	0.01	<0.01
Bicarbonatos	mg/l	0.2	28
Boro	mg/l	0.01	0.06
Cadmio	mg/l	0.01	<0.01
Carbonatos	mg/l	0.2	<0.2
Cianuro	mg/l	0.02	<0.02
Cinc	mg/l	0.01	0.05
Cloruro	mg/l	5	9
Cobalto	mg/l	0.05	<0.05
Cobre	mg/l	0.01	<0.01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	4.0
Color Verdadero	PCo	5	<5
Conductividad a 25 °C	us/Cm	1	251
Cromo	mg/l	0.05	<0.05
Fluoruro	mg/l	0.5	<0.5
Hidróxido	mg/l	0.2	<0.2
Hierro	mg/l	0.01	0.51
Litio	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	0.03
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.005	<0.005
Niquel	mg/l	0.05	<0.05
pH 25°C Laboratorio	UpH	0.1	6.3
Plata	mg/l	0.01	<0.01
Plomo	mg/l	0.05	<0.05
Razón Adsorción Sodio			*****
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sodio Porcentual	%	0.1	12
Sólidos Sedimentables	ml/l	0.5	<0.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	5	188
Sulfato	mg/l	10	88
Turbiedad	NTU	0.05	3.90
Vanadio	mg/l	0.1	<0.10

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el Informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Informe de Análisis: ES13-36765

FECHAS EJECUCION ANALISIS

Análisis	Fecha Inicio	Fecha Terminó
Alcalinidad Total (CaCo3)	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Aluminio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Arsénico	23-12-2013 04:01	24-12-2013 16:54
Bario	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Berilio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08
Bicarbonatos	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Boro	26-12-2013 12:01	26-12-2013 12:01
Cadmio	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Carbonatos	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Cianuro	24-12-2013 11:01	26-12-2013 10:15
Cinc	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Cloruro	24-12-2013 18:12	26-12-2013 09:30
Cobalto	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Cobre	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Coliformes Fecales	19-12-2013 19:40	23-12-2013 15:17
Color Verdadero	19-12-2013 20:20	26-12-2013 17:14
Conductividad a 25 °C	19-12-2013 20:22	26-12-2013 07:58
Cromo	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Fluoruro	24-12-2013 10:56	26-12-2013 09:39
Hidróxido	19-12-2013 20:27	26-12-2013 17:49
Hierro	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Litio	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Manganeso	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Mercurio	22-12-2013 09:39	23-12-2013 10:16
Molibdeno	24-12-2013 12:53	25-12-2013 10:54
Niquel	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
pH 25°C Laboratorio	19-12-2013 19:47	26-12-2013 08:09
Plata	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Plomo	21-12-2013 06:02	24-12-2013 16:23
Razón Adsorción Sodio	26-12-2013 18:17	26-12-2013 18:24
Selenio	23-12-2013 04:01	24-12-2013 16:54
Sodio Porcentual	26-12-2013 18:17	26-12-2013 18:24
Sólidos Sedimentables	19-12-2013 20:00	26-12-2013 17:14
Sólidos Totales Disueltos	24-12-2013 13:11	26-12-2013 09:47
Sulfato	24-12-2013 16:00	26-12-2013 07:27
Turbiedad	19-12-2013 20:01	26-12-2013 18:17
Vanadio	23-12-2013 09:25	24-12-2013 20:08

LD (límite de detección)

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)



Jaime Fernández
Jefe de Laboratorio Ambiental

Santiago 03 de enero de 2014

Informe de Terreno : ES13 36765

Empresa : DEBAR LTDA.
 Solicitante : Claudio Pozo
 Lugar de muestreo : Estero Codegua
 Fecha de muestreo : 19 de Diciembre 2013
 Identificación de la Muestra : Punto C

Tipo de muestra:	Puntual	<input checked="" type="checkbox"/>	Compuesta	<input type="checkbox"/>	_____ Horas
Origen de las muestras:	A. Potable	<input type="checkbox"/>	RIL	<input type="checkbox"/>	
	A. Servida	<input type="checkbox"/>	RIL+ AS	<input type="checkbox"/>	
	A. Subterránea	<input type="checkbox"/>	A Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
	A. de Mar	<input type="checkbox"/>	Suelo	<input type="checkbox"/>	
	Sedimento	<input type="checkbox"/>	Lodo	<input type="checkbox"/>	
Envases entregados por:	SGS	<input checked="" type="checkbox"/>	Cliente	<input type="checkbox"/>	
Método de muestreo:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Automático	<input type="checkbox"/>	
Mediciones de terreno:	pH	<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Caudal	<input type="checkbox"/>	
	Nivel Freático	<input type="checkbox"/>	Oxígeno Disuelto	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cloro Residual	<input type="checkbox"/>	Sol. Sedimentables	<input type="checkbox"/>	
	Turbiedad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Método de medición de caudal:	Área velocidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
Destino de la muestra:	Lab. SGS Santiago	<input checked="" type="checkbox"/>	Lab. SGS Concepción	<input type="checkbox"/>	
	Lab. SGS Antofagasta	<input type="checkbox"/>	Lab. SGS Puerto Varas	<input type="checkbox"/>	
	Otro	_____			

Informe de Terreno : ES13 36765

Resultados de Muestra puntual

Hora de la toma de muestra 14:25 Hrs

	Unidades	Valor
pH	u pH	7,83
Temperatura	°C	21,4
Cloro Residual	mg/L	---
Conductividad	uS/cm	232,7
Nivel Freático	mt.	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,8
Sol. Sedimentables	ml/L 1 hr.	---
Turbiedad	(NTU)	---
ORP	mV	---

Observaciones:

Elisa Vásquez

Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".
"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Área de Operaciones."

Informe de Terreno : ES13 36765

Fotografías



Foto 1: Punto C



Foto 2: Toma de Muestra

Coordenadas

Norte: 357645 [NORTE] m
Este: 6232674 [ESTE] m
Datum [DATUM]: 19 K PSAD 56 [NOTACIÓN: HUSO Y ZONA]

Observaciones: Monitoreo realizado sin observaciones.

Elisa Vásquez

Jefe Técnico de Aguas
Environmental Services
SGS Chile Ltda.

Anexo 3

Informes de Biota

- Biota Acuática
- Fauna Vertebrados Terrestres
- Flora y Vegetación Terrestre

INFORME TÉCNICO

BIOTA ACUÁTICA

**PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO
ESTERO CODEGUA (VI REGIÓN)**

Abril de 2014

**BIOTA ACUÁTICA. PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA
(VI REGIÓN).**

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVO GENERAL.....	4
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4	ALCANCE	5
5	ÁREA DE ESTUDIO	5
6	METODOLOGÍA	7
6.1	TIPIFICACION DE SUSTRATO.....	7
6.2	CALIDAD DE AGUA	8
6.3	BIOTA ACUÁTICA	9
7	RESULTADOS.....	13
7.1	DESCRIPCIÓN MORFOLGICA, FÍSICA Y BIOLÓGICA DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO (MARZO DE 2014).....	13
7.2	BIOTA ACUÁTICA	25
8	CONCLUSIONES	34
9	BIBLIOGRAFÍA.....	34
	APENDICE.....	36

1 INTRODUCCIÓN

El área de estudio se emplaza en el estero Codegua ubicado en la comuna de Codegua (VI Región). De acuerdo al documento Actualización del Plan de Desarrollo Comunal Codegua 2009-2013 (I. Municipalidad de Codegua 2008), la comuna de Codegua se localiza entre los 33° 55' y los 34° 08' de latitud sur y entre los 70° 19' y los 70° 41' de longitud oeste. La comuna está situada en el sector nororiental de la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins, provincia de Cachapoal. Sus límites son: al norte con la comuna de Mostazal, al poniente con la comuna de Graneros, al este con la Región Metropolitana y al sur con las comunas de Machalí y Rancagua. Del total de 17 comunas que componen la provincia de Cachapoal, la comuna Codegua es la octava en tamaño, representando el 1,74 % del territorio regional. La superficie territorial de la comuna alcanza los 284,7 km². El área urbana de la comuna sólo cuenta con 1,55 km², según información de la SECPLA de la Ilustre Municipalidad de Codegua.

La hidrografía de Codegua está representada principalmente por los esteros Codegua, Seco, La Leonera y Mal Potrerillos (I. Municipalidad de Codegua, 2008). El estero Codegua surge de las serranías de la precordillera andina. Su régimen de alimentación es nivo-pluvial y posee una longitud de 45 km. El comportamiento torrencial provoca trastornos sobre la caja del río y sus sectores adyacentes tienen una alta capacidad de transporte de materiales, durante las crecidas invernales (I. Municipalidad de Codegua, 2008).

El estero Codegua es uno de los principales afluentes del río Angostura. Este estero irrumpe en el Valle Central después de salir de un cajón cordillerano que forma un amplio cono de deyección. En los periodos de crecida corre hacia la cuenca del río Cachapoal, del Rapel (Niemeyer & Cereceda 1984).

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental de la Central Termoeléctrica Candelaria (Soluziona Chile S.A 2001), el estero Codegua descarga sus aguas en el río Cachapoal y el caudal máximo de crecida para un periodo de retorno de 5 años es de 276 m³/s y para un periodo de retorno de 10 años es de 356 m³/s. Por otra parte, en el Estudio de Impacto Ambiental del Gasoducto GasAndes Ruta San Vicente-Caletones (IGSA Consultores, 2002), se señala que el estero Codegua pertenece a la cuenca del río Angostura siendo uno de sus principales afluentes. El caudal máximo de crecida del estero Codegua para un periodo de retorno de 5 años es 266 m³/s y para un periodo de retorno de 10 años es 313 m³/s. De acuerdo a este estudio, los depósitos sedimentarios del sector del estero Codegua son de tipo fluvio-glacial y fluvial de granulometría heterogénea con predominio de arenas y gravas sobre las partículas finas.

En el presente documento se presentan los resultados del estudio de Biota acuática realizado en el área de influencia directa del proyecto (AI, en adelante) durante un período estival (marzo 2014). A continuación se indica el objetivo general y los objetivos específicos del estudio de biota acuática.

2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del estudio de biota acuática es realizar una descripción de los principales componentes biológicos acuáticos que se desarrollan en los tramos fluviales del estero Codegua ubicados en el AI del proyecto.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

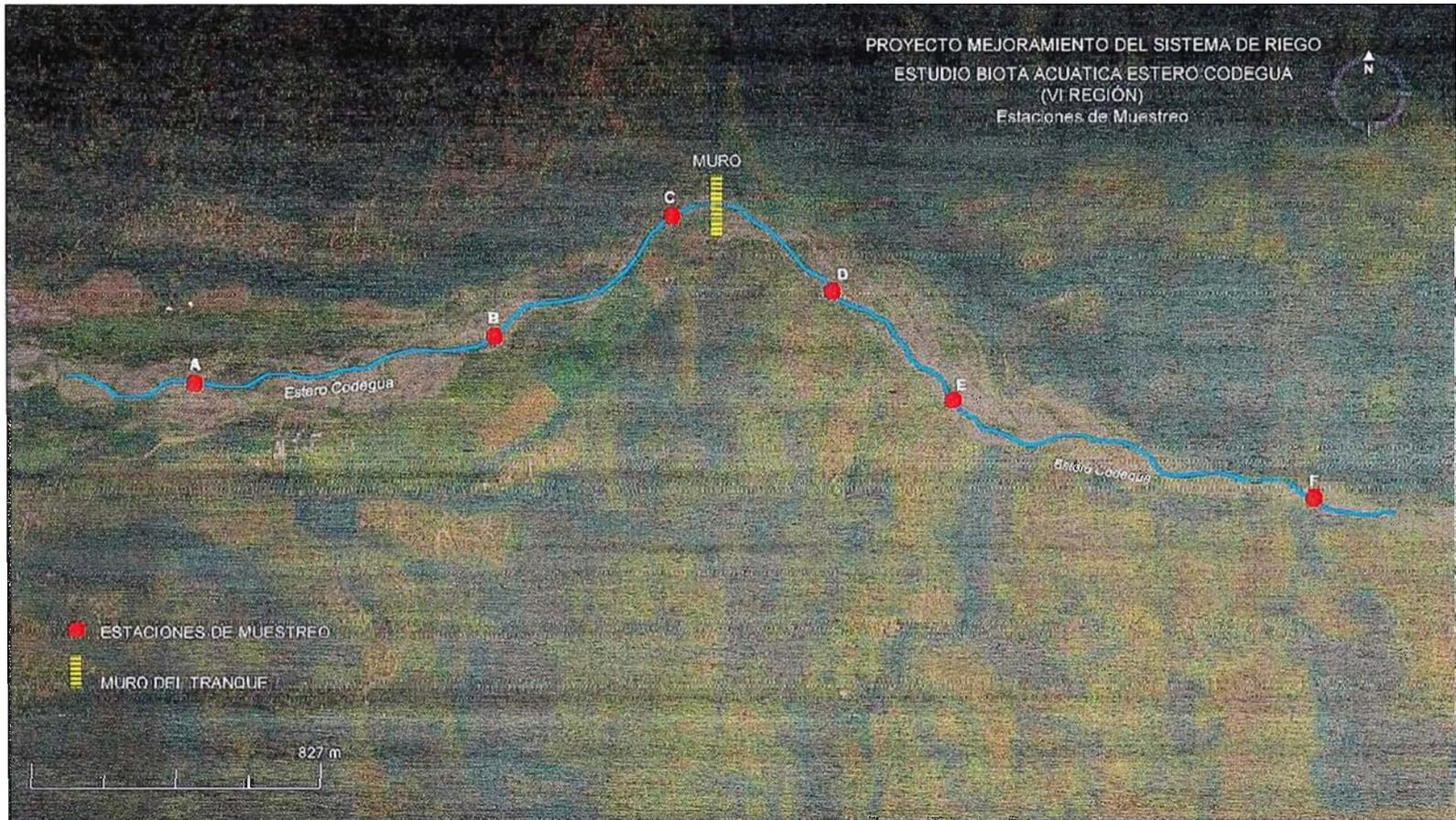
- Describir las condiciones de hábitat para la fauna de peces nativos y asilvestrados que se desarrollan en los tramos del estero Codegua en función de los principales factores o condiciones ambientales que afectan a las poblaciones de peces.
- Determinar la riqueza y abundancia y diversidad biológica de los ensambles de macroinvertebrados bentónicos y microalgas bentónicas que se desarrollan en los tramos del estero Codegua ubicados en el AI del proyecto.
- Caracterizar el ensamble de peces en función de la riqueza taxonómica y de la abundancia de individuos en los tramos del estero Codegua ubicados en el AI del proyecto.
- Identificar los taxa de peces que se encuentran en categorías de conservación biológica, las cuales están definidas en los Decretos Supremos: N° 51/08 del MINSEGPRES, N° 33/2012, N° 41/2012 y N° 19/2013 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Identificar la vegetación acuática (Macrófitas) presente en los tramos del estero Codegua ubicados en el AI del proyecto.
- Determinar la presencia de crustáceos decápodos de agua dulce e identificar los taxa que se encuentran en categorías de conservación biológica definidos en Bahamonde *et al.* 1998.

4 ALCANCE

El estudio de biota acuática permitirá determinar la condición ambiental actual de la biota acuática en los tramos del estero Codegua ubicados en el AI del proyecto bajo una condición previa a la construcción del proyecto Sistema de riego en el estero Codegua. Esta descripción servirá como una condición de referencia o de Línea de Base para el estudio, la cual permitirá evaluar los efectos potenciales que pudiera tener el proyecto sobre el componente biológico acuático de estos tramos fluviales en las etapas de Construcción y Operación.

5 ÁREA DE ESTUDIO

La campaña de terreno fue realizada entre el 24 y 25 de marzo de 2014. El área de estudio fue restringida al estero Codegua. En la **Tabla 1** y **Figura 1** se indica la ubicación y nombre de los tramos definidos para la caracterización del AI del proyecto y las estaciones de muestreo asociadas a cada tramo de estudio.



Fuente: Elaboración propia. Datum WGS84, Huso 19.

Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua [VI Región]. Marzo de 2014.

Tabla 1. Estaciones de muestreo del estudio de biota acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo de 2014.

Estación	Descripción	Ubicación geográfica (UTM)*	Altitud (m.s.n.m)
A	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro	354.497 E – 6.232.926 N	748
B	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro	355.410 E – 6.233.098 N	765
C	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro	355.944 E – 6.233.479 N	786
D	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro	356.362 E – 6.233.261 N	808
E	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro	356.751 E – 6.232.943 N	817
F	Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro	357.760 E – 6.232.651 N	843

* Datum WGS 84, Huso 19.

6 METODOLOGÍA

6.1 TIPIFICACION DE SUSTRATO

Las condiciones y características del sustrato del hábitat acuático de las poblaciones biológicas fueron descritas en función de las categorías de tamaño de rocas propuestas por Bain *et al.* 1985, lo que se indica en la **Tabla 2**. Los tipos de sustrato están asociados a los ambientes bentónicos de los sistemas fluviales y de ahí su importancia dentro del estudio biológico.

Tabla 2. Sistema de clasificación del tipo de sustrato de ríos, de acuerdo a Bain *et al.* 1985. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo de 2014.

Tipo de sustrato	Clase de tamaño (cm)
Roca madre plana	-
Arena, Cieno	< 0,2
Grava	0,2 - 1,6
Gujarros	1,7 - 6,4
Piedras	6,5 - 25,6
Bolones	> 25,6
Roca madre irregular	-

6.2 CALIDAD DE AGUA

6.2.1 Parámetros físicos-químicos medidos *in situ*

El recurso hídrico en el AI del proyecto fue caracterizado mediante la cuantificación *in situ* de parámetros relevantes para determinar la condición del recurso hídrico como hábitat para la biota acuática residente.

En la **Tabla 3** se presentan los parámetros que fueron medidos *in situ* y el nivel de cuantificación de los instrumentos utilizados.

Tabla 3. Parámetros de calidad de agua medidos *in situ* y nivel de cuantificación. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región), Marzo de 2014.

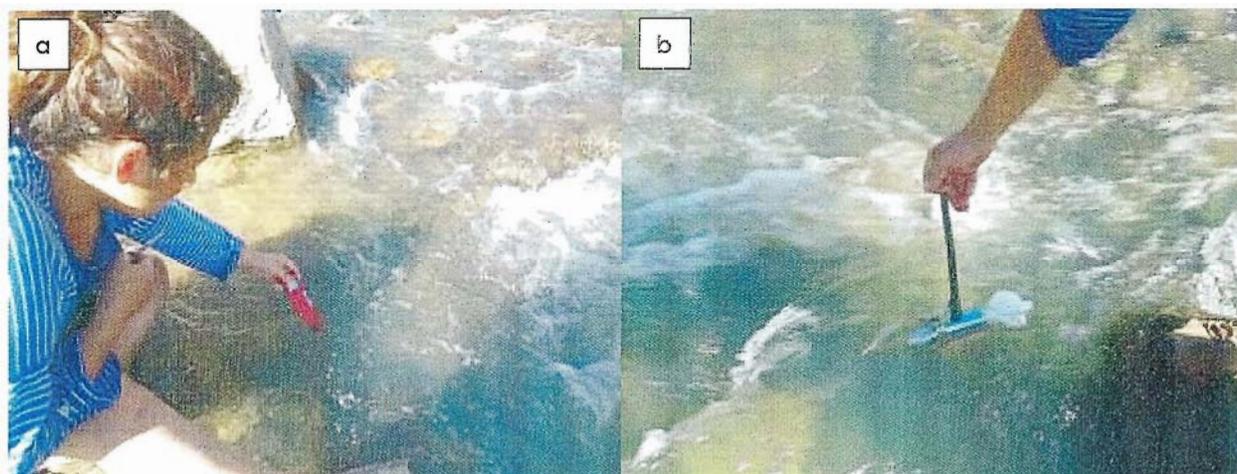
Parámetros	Unidad	Límite de cuantificación
Temperatura	°C	0,1
pH	unidad	0,01
Conductividad específica	µS/cm	0,01
Sólidos totales disueltos	mg/l	0,01
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01

6.2.1.1 Metodologías de cuantificación

Las metodologías de cuantificación de cada parámetro de calidad de agua se indican a continuación:

- **Temperatura (°C):** La temperatura se midió *in situ* utilizando un medidor de temperatura HANNA modelo HI98127 de 0,1 °C de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- **Concentración del ión hidrógeno (pH):** La concentración del ión hidrógeno se midió *in situ* mediante un medidor de pH HANNA modelo HI98127 de 0,01 unidades de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995) (Fotografía 1a).
- **Conductividad específica (µS/cm):** La conductividad del agua se midió *in situ* mediante un medidor de conductividad HANNA modelo HI98311 de 0,01 µS/cm de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).

- **Sólidos totales disueltos (mg/l):** La concentración de sólidos totales disueltos se midió *in situ* mediante un medidor de sólidos totales disueltos HANNA modelo HI98311 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- **Oxígeno disuelto (mg/l):** La concentración de oxígeno disuelto se midió *in situ* mediante un medidor de oxígeno HANNA modelo HI 9146-04 de 0,01 mg/l de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).
- **Velocidad de escurrimiento en ribera (m/s):** Las mediciones fueron realizadas en el sector de ribera de los tramos fluviales utilizando un flujómetro General Oceanics (Modelo 2030R) de 0,1 m/s de precisión que mide revoluciones por segundos. La velocidad fue estimada como el promedio de tres mediciones de velocidades (Fotografía 1b).



Fotografía 1. a) Medición de pH *in situ* y b) Medición de velocidad de escurrimiento en ribera. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo de 2014.

6.3 BIOTA ACUÁTICA

A continuación se describen los procedimientos de colecta y análisis de los parámetros biológicos.

6.3.1 Faunística (Peces)

Para la colecta de peces se realizó pesca eléctrica (Fotografía 2a). Se utilizó un equipo de pesca eléctrica portátil SAMUS de 12 volts que genera una descarga pulsada y el cual tiene acoplado colectores manuales que son sumergidos para generar un campo eléctrico con un alcance de 3 a 5 m de diámetro

aproximadamente. Para la colecta de ejemplares se recorrió entre 50 y 100 m lineales durante un periodo de aproximadamente 30 min en el sector de ribera de los tramos fluviales del AI del proyecto.

Los ejemplares fueron identificados y medidos *in situ* y posteriormente fueron devueltos vivos y en buenas condiciones al medio acuático. Los ejemplares colectados fueron inmediatamente colocados en un recipiente con agua dispuesto en el sector de ribera y mantenidos entre 10 y 20 minutos para realizar mediciones de parámetros morfométricos. Los parámetros morfométricos medidos fueron Peso total (gramos) y Longitud total (cm). Durante esta actividad se realizó el registro fotográfico de los ejemplares. Después de las mediciones, los ejemplares fueron liberados al medio acuático en forma progresiva y cuidadosa, de tal modo de asegurar el retorno en condiciones favorables. Cabe destacar que se cuenta con la autorización de la Subsecretaría de Pesca para extraer y sacrificar 5 ejemplares de peces en cada tramo de estudio (Resolución exenta N° 1.119 de Mayo de 2013) para realizar una mejor identificación en el laboratorio si fuese necesario.

En gabinete se determinó el factor de Condición (K) según Lagler (1956) en base a los datos de Peso total y Longitud total. El factor de condición K se define como la razón entre el peso y la longitud de cada ejemplar ($\text{Peso total} / (\text{Longitud total})^3$) y en promedio es un indicador del grado de robustez de la población de peces en un determinado tramo fluvial o en determinadas condiciones de hábitat. La comparación de los valores del K para una especie cuyas poblaciones se encuentran en diferentes cuerpos de agua o en diferentes tramos dentro de un mismo cuerpo acuático permitirá determinar diferencias significativas de hábitat para las poblaciones de peces, ello enfocado a proponer medidas de protección ambiental sobre los tramos que resulten hábitats más favorables que otros para las poblaciones de peces. La abundancia de peces fue expresada como la cantidad de individuos capturados y/o avistados, ya que en cada estación de muestreo hubo un tiempo de búsqueda igual a 40 minutos.

Los peces nativos serán clasificados de acuerdo a categorías de conservación biológica en función de los Decretos Supremos: N° 51/2008 del MINSEGPRES, N° 33/2012, N° 41/2012 y N° 19/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. En el **Anexo A** se adjunta autorización vigente emitida por la Sub-secretaría de Pesca para realizar pesca de investigación.

6.3.2 Macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos)

Para la descripción de la fauna de macroinvertebrados bentónicos se tomaron dos réplicas desde la zona bentónica (N = 2) en cada estación de muestreo con una red Surber de 0,09 m² de área y de 250 µm de apertura de malla (**Fotografía 2b**). Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol al 15 % y trasladadas al laboratorio en Santiago para su identificación. Para la identificación y recuento se utilizó una lupa Carl

Zeiss con aumento 40x. La clasificación de los organismos se realizó en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto&Tell (1995), Lugo-Ortiz &McCafferty (1995, 1999) y Merrit&Cummins (1996). El ensamble fue caracterizado en función de los parámetros densidad total (ind/m²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits). Se utilizó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (Krebs 1989).



Fotografía 2. a) Pesca eléctrica y b) Toma de muestras de macrozoobentos con red Surber. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región), Marzo de 2014.

6.3.3 Microalgas bentónicas (Fitobentos)

Para cuantificar el componente fitobentónico se tomaron dos muestras del sustrato del sector de ribera del cauce. Cada muestra fue obtenida al azar con una red Surber de área de colecta 30x30 cm. Las muestras fueron colectadas en frascos de polietileno de alta densidad de 12 ml y fijadas *in situ* con lugol para el traslado al laboratorio. La identificación y el recuento de individuos fue realizado con microscopía óptica (Carl Zeiss $\times 1.000$). El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/mm²), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits) (Krebs 1989). La clasificación de las microalgas fue basada en los trabajos de Rivera (1983), Krammer&Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Round *et al.* (1996), Rumrichet *al.* (2000) y Lange-Bertalot (2001).

6.3.4 Crustáceos decápodos

Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio y en conjunto con la pesca específica se prospectaron los sectores de ribera para detectar la presencia de taxa de crustáceos decápodos, los que

se encuentran ambientalmente protegidos y están clasificados en categorías de conservación biológica (Bahamondes *et al.* 1998).

6.3.5 Macrófitas (hidrófitos y helófitos)

Las macrófitas presentan diferentes formas de vida de acuerdo a la profundidad, corriente del agua y naturaleza del sustrato que coloniza la especie. Estas formas de vida se clasifican en: sumergidas, natantes, flotantes libres y emergidas. Las tres primeras formas se consideran hidrófitos (plantas acuáticas) y la última, helófitos (plantas palustres). (Carlos Ramírez, Cristina San Martín, 2006)

Las plantas acuáticas sumergidas tienen todo su cuerpo bajo el agua donde también fotosintetizan, estas pueden estar o no arraigadas al sustrato. Normalmente sus flores sobresalen de la superficie. Las plantas acuáticas natantes están arraigadas al sustrato y presentan hojas que flotan sobre la superficie del agua. Las flores de estas plantas natantes siempre emergen sobre la superficie. Las plantas flotantes libres flotan sobre la superficie del agua y sus raíces no alcanzan al sustrato subacuático. (Carlos Ramírez, Cristina San Martín, 2006)

Los helófitos o plantas acuáticas emergidas o plantas palustres, presentan sus raíces en el fango, la parte inferior de su vástago en el agua, pero la mayor parte del tallo y las hojas emergen al aire donde fotosintetizan como una planta terrestre. Los helófitos contienen la mayor cantidad de macrófitas, pero muchos de ellos, en determinadas circunstancias, pueden actuar como plantas terrestres. (Carlos Ramírez, Cristina San Martín, 2006)

- Identificación de macrófitas

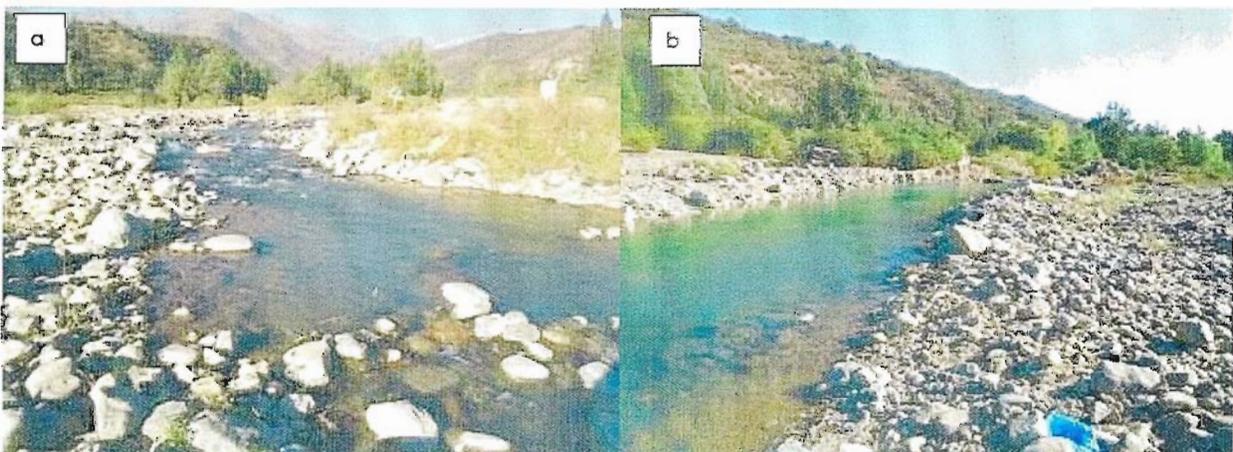
Se realizó una prospección de todo el tramo de estudio para detectar la presencia de macrófitas. También se realizó un registro fotográfico a modo de inventario de especies para el AI del proyecto. Como apoyo bibliográfico se utilizó el estudio de Marticorena & Quezada (1985).

7 RESULTADOS

7.1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y BIOLÓGICA DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO (MARZO DE 2014)

7.1.1 Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A)

Estetramodel estero Codeguacorrespondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y con escasa vegetación terrestre en la ribera del cauce (**Fotografías 3ay b**). La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la ribera y 45 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10m. Se observó una columna de agua turbia (**Fotografías3c**). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 21,7 °C (**Tabla 4**) y un valor de pH cercano a neutro (7,2 unidades, **Tabla 4**). El curso de agua presentó un valor de conductividad específica de 455 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tabla 4**), una concentración de sólidos totales disueltos de 226 mg/l (**Tabla 4**) y una concentración de oxígeno disuelto de 10,0 mg/l (**Tabla 4**), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 cm y 40 m, lo cual indica el predominio de *Guijarros*, *Piedras* y *Bolones* según Bain *et al.* (1985) (**Fotografías3d**). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectaron ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (**Fotografía 3e**). En este sector se observó una gran cantidad de desechos domiciliarios (**Fotografía 3f**) y se caracterizó por ser un tramo para fines recreacionales.



Fotografía 3. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo muro (estación A). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo. Estudio de Biora Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo de 2014.



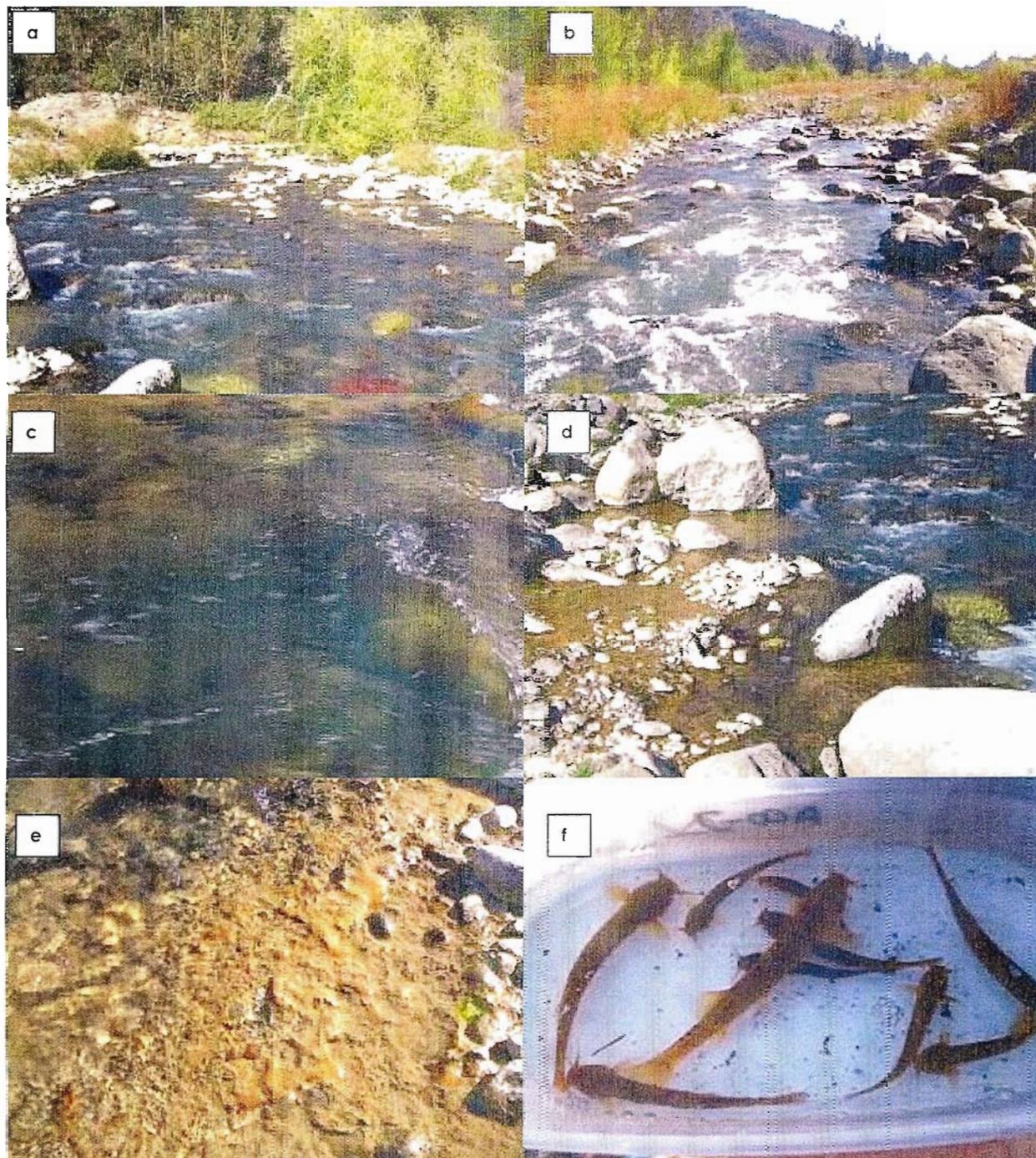
Fotografía 3. Continuación. c) Detalle de la columna de agua, d) Detalle del sustrato, e) Ejemplar de la especie *Trichomycterus areolatus* f) Deshechos acumulados en el sector. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región), Marzo 2014.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1,6Km aguas abajo del muro (estación A). Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región), Marzo 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	ESTERO CODEGUA ESTACION UBICADA 1,6KM AGUAS ABAJO DEL MURO (ESTACION A)
Temperatura	°C	21,7
pH	unidad	7,2
Conductividad Especifica	µS/cm	455
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	226
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,0
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,22

7.1.2 Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B)

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con escasa vegetación terrestre de tipo arbustiva en la ribera del cauce (Fotografías 4ayb). La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la ribera y 40 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua semi turbia (Fotografía 4c). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 21,7 °C (Tabla 5) y un valor de pH cercano a neutro (6,9 unidades, Tabla 5). El curso de agua presentó una conductividad específica de 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabla 5), una concentración de sólidos totales disueltos de 225 mg/l (Tabla 5) y una concentración de oxígeno disuelto de 10,2 mg/l (Tabla 5). El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 25 cm, lo cual indica el predominio de Gujarros y Piedras según Bain et al. (1985) (Fotografía 4d). Se observó sedimento sobre el sustrato (Fotografía 4e) y rocas de gran tamaño (entre 1 y 1,5 m aproximadamente). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, Fotografía 4f).



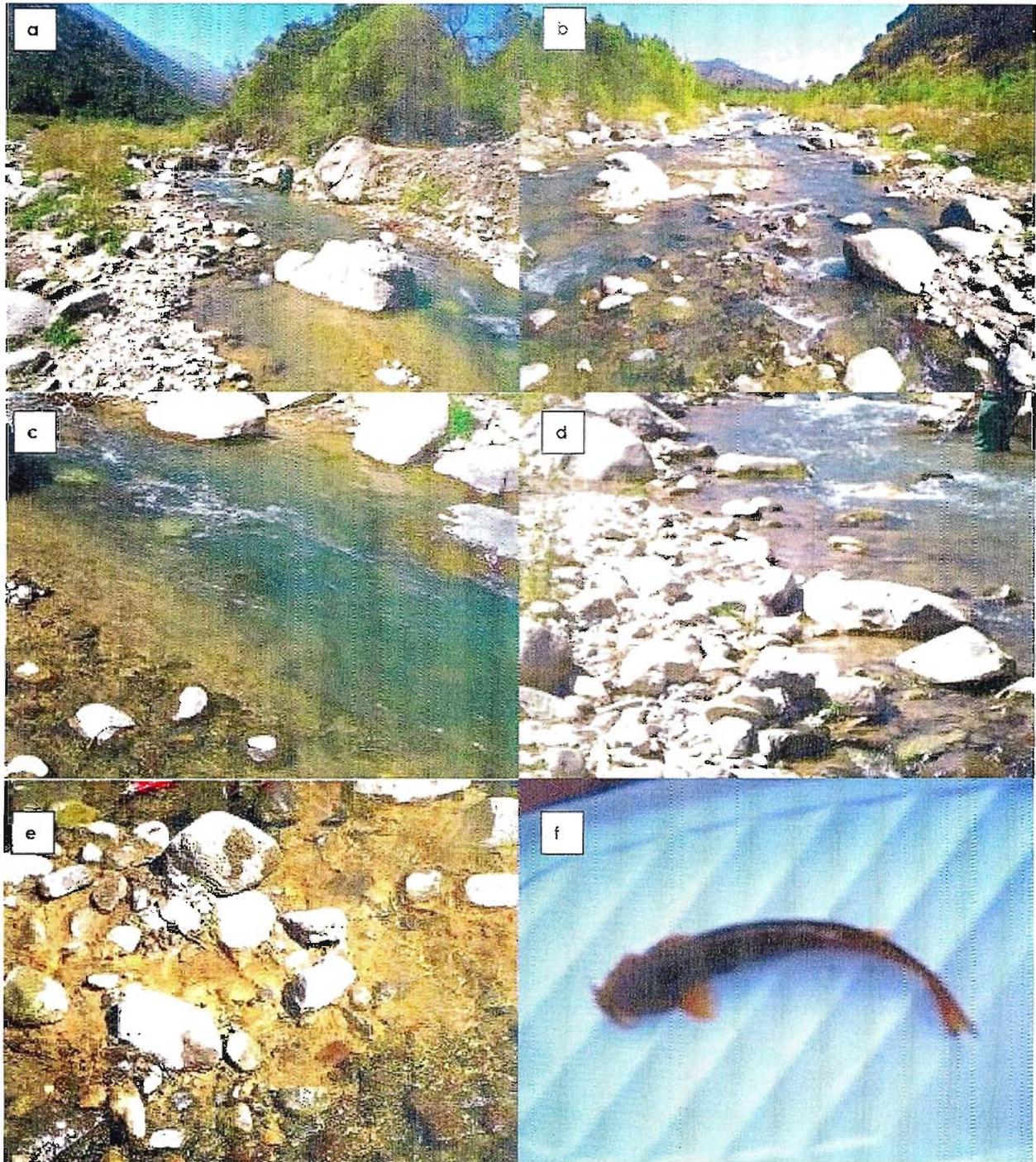
Fotografía 4. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 metros abajo muro (estación B). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo. c) Columna de agua semi turbia. d) Detalle del sustrato. e) Sedimento sobre el sustrato. f) Ejemplares de peces de la especie nativa *Trichomycterus areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B). Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	ESTERO CODEGUA ESTACION UBICADA 600 M AGÜAS ABAJO DEL MURO (ESTACION B)
Temperatura	°C	21,7
pH	unidad	6,9
Conductividad Especifica	µS/cm	450
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	225
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,55

7.1.3 Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C).

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto, con escaso desarrollo de ribera y con vegetación terrestre arbórea cercana al cauce (Fotografías 5a y b). La profundidad en este tramo fue estimada en 15 cm en la ribera y 50 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua semi turbia (Fotografía 5c). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 19,8 °C (Tabla 6) y un valor de pH cercano a neutro (6,8 unidades, Tabla 6). El curso de agua presentó una conductividad específica de 453 µS/cm (Tabla 6), una concentración de sólidos totales disueltos de 228 mg/l (Tabla 6) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,2 mg/l, Tabla 6), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 3 y 25 cm lo cual indica el predominio de Gujarros y Piedras según Bain et al. (1985) (Fotografía 5d). También se observaron rocas de mayor tamaño (entre 1 y 1,5m) y depósitos de sedimento (Fotografías 5e). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, Fotografía 5i).



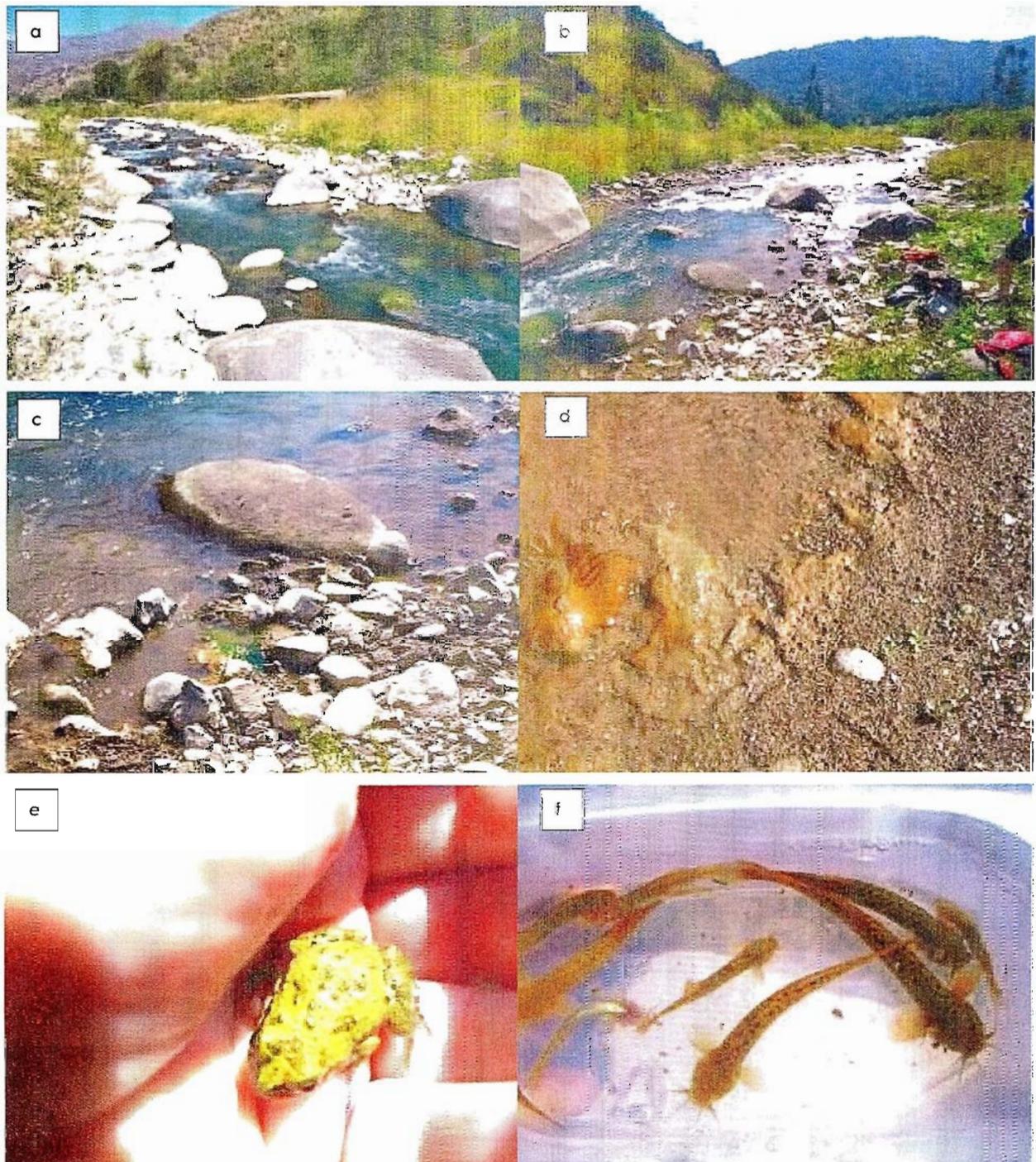
Fotografía 5. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro del embalse (estación C). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Columna de agua semi turbia, d) Detalle del sustrato, e) Sedimento sobre el sustrato y f) Ejemplar de la especie *T. areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C). Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	ESTERO CODEGUA ESTACION UBICADA 130 M AGUAS ABAJO DEL MURO (ESTACION C)
Temperatura	°C	19,8
pH	unidad	6,8
Conductividad Específica	µS/cm	453
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	228
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,6

7.1.4 Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D).

Este sector correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y presentaba vegetación terrestre arbustiva y herbácea en la ribera del cauce (**Fotografías 6a** y **b**). Se observó un escaso desarrollo de ribera. La profundidad en este tramo fue estimada en 5 cm en la ribera y 50 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 8 y 10 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En este sector se midió una temperatura en la columna de agua de 20,7 °C (**Tabla 7**) y un valor de pH cercano a neutro de 6,7 unidades (**Tabla 7**). El curso presentó una conductividad específica de 455 µS/cm (**Tabla 7**), una concentración de sólidos totales disueltos de 228 mg/l (**Tabla 7**) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,0 mg/l, **Tabla 7**), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 2 y 20 cm, lo cual indica el predominio de *Guijarros* y *Piedras* según Bain et al. (1985) (**Fotografía 6c**). Se observó la presencia de rocas de mayor tamaño y sedimento en la ribera (**Fotografía 6d**). Se detectó la presencia de anfibios (**Fotografía 6e**). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, **Fotografía 6f**).



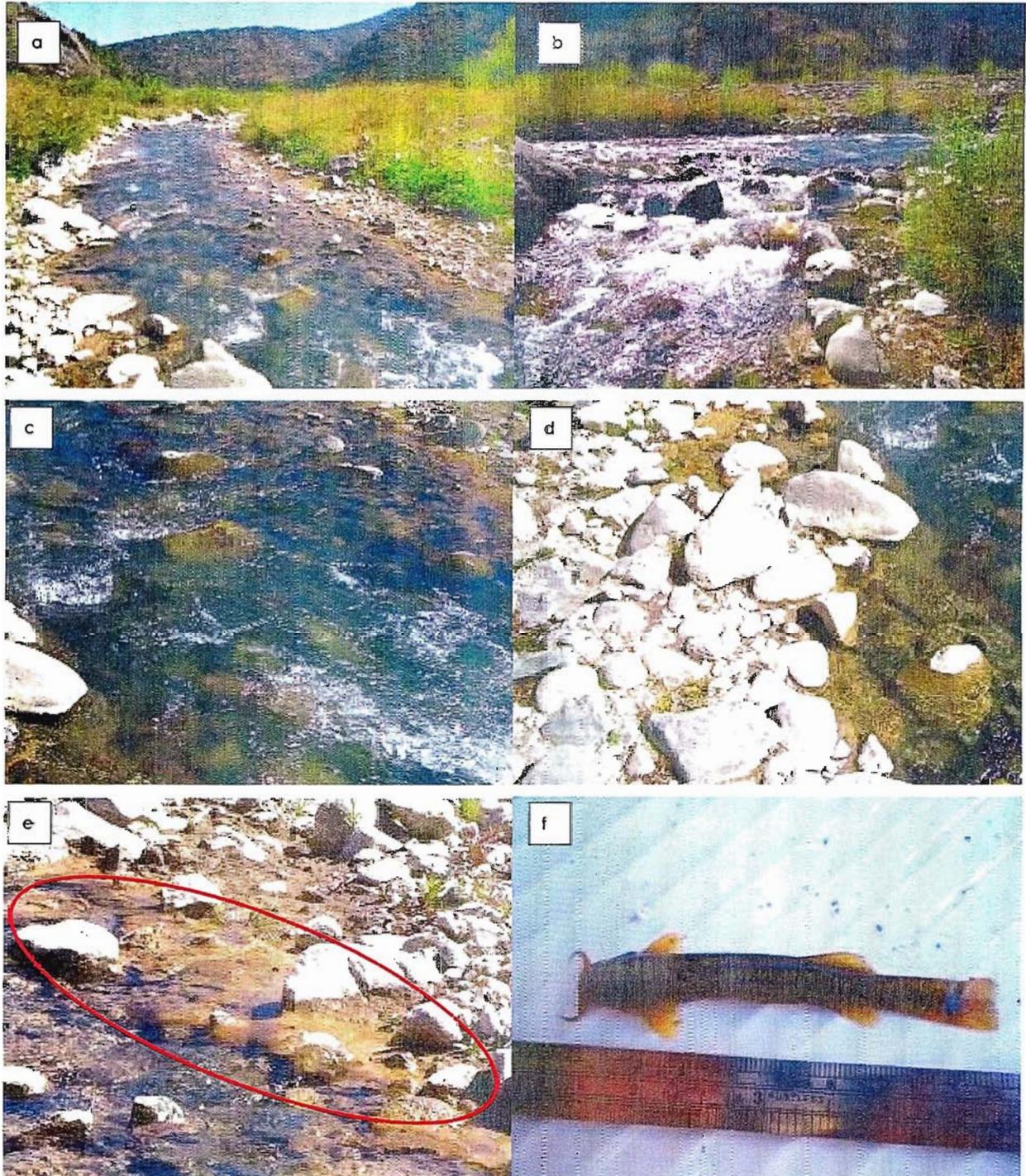
Fotografía 6. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro del embalse (estación D). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Detalle del sustrato, d) Presencia de sedimento en la ribera del cauce, e) Ejemplar de anfibio y f) Ejemplares de peces de *Trichomycterus areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D). Estudio de Biofa Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	ESTERO CODEGUA ESTACION UBICADA 450 M AGUAS ARRIBA DEL MURO (ESTACION D)
Temperatura	°C	20,7
pH	unidad	6,7
Conductividad Especifica	µS/cm	455
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	228
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,0
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,84

7.1.5 Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1Km aguas arriba del muro (estación E).

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto y con alta abundancia de vegetación terrestre arbustiva y herbácea en la ribera del cauce (Fotografías 7a y b). La profundidad en este tramo fue estimada en 20 cm en la ribera y 40 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 2 y 5 m. Se observó una columna de agua semi turbia (Fotografía 7c). En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 21,8 °C (Tabla 8) y un valor de pH de 6,6 unidades (Tabla 8). El curso de agua presentó una conductividad específica de 437 µS/cm (Tabla 8), una concentración de sólidos totales disueltos de 218 mg/l (Tabla 8) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,2 mg/l, Tabla 8), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 4 cm y 60 cm, lo cual indica el predominio de *Guijarros*, *Piedras* y *Bolones* según Bain *et al.* (1985) (Fotografía 7d). Se observó la presencia de sedimento y microalgas filamentosas sobre el sustrato (Fotografía 7e). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, Fotografía 7f).



Fotografía 7. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro del embalse (estación E). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo. c) Columna de agua semi turbia. d) Detalle del sustrato. e) Presencia de sedimento y microalgas filamentosas y f) Ejemplar de *Trichomycterus areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Cocegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 1Km aguas arriba del muro (estación E). Estudio de Biofa Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	ESTERO CODEGUA ESTACION UBICADA 1 KM AGUAS ARRIBA DEL MURO (ESTACION E)
Temperatura	°C	21,8
pH	unidad	6,6
Conductividad Especifica	µS/cm	437
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	218
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,2
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,6

7.1.5 Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2Km aguas arriba del muro (estación F).

Este sector del estero Codegua correspondió a un tramo de tipo Rithron según la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Este tramo fluvial era abierto con vegetación terrestre en la ribera del cauce y con desarrollo de ribera (Fotografías 8a y b). La profundidad en este tramo fue estimada en 20 cm en la ribera y 40 cm en el centro del cauce y el ancho del cauce fue estimado entre 3 y 6 m. Se observó una columna de agua semi turbia. En el sector se midió una temperatura en la columna de agua de 13,0 °C (Tabla 9) y un valor de pH cercano a neutro de 6,5 unidades (Tabla 9). El curso presentó una conductividad específica de 450 µS/cm (Tabla 9), una concentración de sólidos totales disueltos de 226 mg/l (Tabla 9) y una alta concentración de oxígeno disuelto (10,1 mg/l, Tabla 9), condiciones que son frecuentes en sistemas fluviales cordilleranos de sistemas templados. El sustrato era rocoso y heterogéneo y el rango de tamaño de las rocas varió entre 5 y 40cm, lo cual indica el predominio de Guijarros, Piedras y Bolones según Bain et al. (1985) (Fotografía 8c). Se observó la presencia de sedimento (Fotografía 8d) y microalgas filamentosas sobre el sustrato (Fotografía 8e). No se detectaron macrófitas en el sector de la ribera ni crustáceos decápodos. Se detectó alta abundancia de ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, Fotografía 8f). En este tramo se observaron desechos domiciliarios provenientes de caseríos ubicados en sectores próximos al cauce de estero Codegua.



Fotografía 3. Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2 Km aguas arriba del muro del embalse (estación F). a) y b) Vistas generales de la estación de monitoreo, c) Detalle del sustrato, d) Sedimento sobre sustrato, e) Detalle de microalgas filamentosas sobre sustrato y e) Ejemplar de *Trichomycterus areolatus*. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en el Estero Codegua, estación de muestreo ubicada 2Km aguas arriba del muro (estación F). Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

PARAMETRO	UNIDAD	ESTERO CODEGUA ESTACION UBICADA 2 KM AGUAS ARRIBA DEL MURO (ESTACION F)
Temperatura	°C	13,0
pH	unidad	6,5
Conductividad Especifica	μS/cm	450
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	226
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,1
Velocidad en el sector de Ribera	m/s	0,3

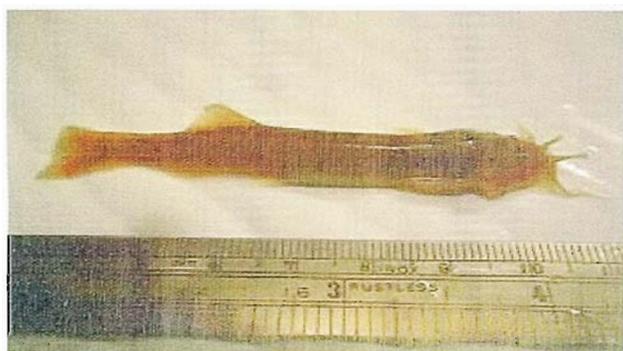
7.2 BIOTA ACUÁTICA

7.2.1 Fauna íctica (Peces)

El ensamble de especies de peces detectado en el AI del proyecto estuvo constituido por una especie (Tabla 10). Esta especie correspondió a la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Tabla 10) (Fotografía 9). La especie nativa *T. areolatus* se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES (Tabla 10).

Tabla 10. Ensamble de peces detectado en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región).

Especie	Nombre común	Estado	Distribución	Categoría de conservación
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa	III - X Región	Vulnerable



Fotografía 9. Ejemplar de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito) capturado en el AI del proyecto.

7.2.1.1 Distribución espacial de peces en el AI del proyecto.

Hubo presencia de peces en todos los tramos muestreados (Tabla 11, Figura 2). La única especie detectada fue la especie nativa *Trichomycterus areolatus*, la cual fue detectada en todas las estaciones de muestreo (Tabla 11, Figura 2).

Tabla 11. Presencia de peces en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. VI Región. Marzo 2014.

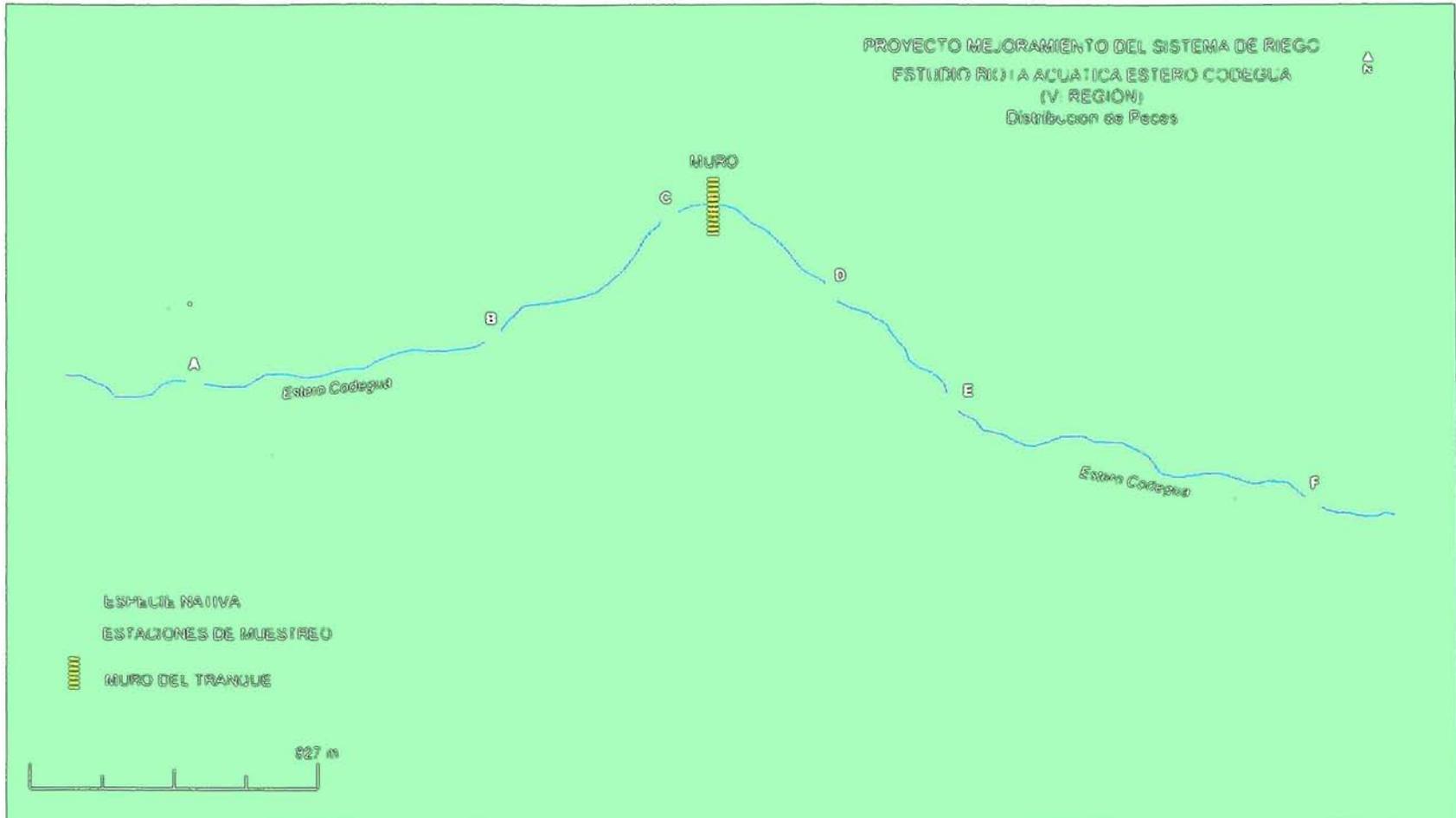
Especie	ESTACIONES DE MUESTREO					
	1,6 Km aguas abajo del muro	600 m aguas abajo del muro	130 m aguas abajo del muro	450 m aguas arriba del muro	1 Km aguas arriba del muro	2 Km aguas arriba del muro
	A	B	C	D	E	F
<i>Trichomycterus areolatus</i>	X	X	X	X	X	X

7.2.1.2 Abundancia de peces en el AI del proyecto

Una condición relevante del ensamble de peces en el AI del proyecto fue que los tramos prospectados presentaron valores altos y similares de abundancia de peces (Tabla 12). Los valores de abundancia en el AI del proyecto variaron entre 7 y 13 ejemplares capturados y/o avistados con un esfuerzo de búsqueda de 40 minutos en todos los tramos de estudio (Tabla 12).

Los mayores niveles de abundancia de peces fueron detectados en la estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C), tramo en el cual se detectaron 13 ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (Tabla 12, Anexo B). También se detectó una alta abundancia de peces en las estaciones de muestreo ubicadas 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) en donde se detectaron 12 ejemplares de la especie de *Trichomycterus areolatus* (Tabla 12, Anexo B).

El menor nivel de abundancia total de peces se detectó en la estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A) en la cual se detectaron 7 ejemplares de peces de la especie *Trichomycterus areolatus* (Tabla 12, Anexo B).



Fuente: Elaboración propia. Datum WGS84, Huso 19.

Figura 2. Distribución de peces en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región).

Tabla 12. Abundancia de peces (Nº de ejemplares capturados y/o avistados, 40 min de esfuerzo de captura) en el AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

Estación de muestreo		Abundancia (Ejemplares avistados y/o capturados)		
		Peces αsilvestrados	Peces nativos	Número Total de Peces
1,6 Km aguas abajo del muro	A	0	7	7
600 m aguas abajo del muro	B	0	10	10
130 m aguas abajo del muro	C	0	13	13
450 m aguas arriba del muro	D	0	9	9
1 Km aguas arriba del muro	E	0	12	12
2 Km aguas arriba del muro	F	0	12	12

7.2.1.3 Análisis Morfométrico y Factor de condición de las poblaciones de peces del AI del proyecto.

Los rangos de valores de los parámetros morfométricos de peces se indican en la **Tabla 13**. En **Anexo B** se encuentran los valores para cada ejemplar de pez. Los rangos de valores del factor de condición (K) se presentan en la **Tabla 14**.

Los ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* presentes en el AI del proyecto presentaron un rango de valores de longitud total que varió entre 3,5 y 9,8 cm y un peso total que fluctuó desde 0,4 hasta 6,2 g (**Tabla 13**). La distribución de tallas de los ejemplares de peces fue similar entre las estaciones de muestreo (**Anexo B**).

En relación al factor de condición (K) de la especie *Trichomycterus areolatus*, estos valores variaron entre 4,4 y 11,6 en el AI del proyecto (**Tabla 14**). El menor valor de K fue medido en la estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C) mientras que el mayor valor fue registrado en la estación de muestreo ubicada 450 m aguas arriba del muro (estación D) (**Tabla 14**).

Tabla 13. Parámetros morfométricos de peces del AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

ESTACIÓN DE MUESTREO		Especie	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	
			LT (cm)	PT (g)
1,6 Km aguas abajo del muro	A	<i>T. areolatus</i>	3,9 - 9,2	0,4 - 4,4
600 m aguas abajo del muro	B	<i>T. areolatus</i>	3,9 - 6,9	0,5 - 2,2
130 m aguas abajo del muro	C	<i>T. areolatus</i>	3,5 - 9,8	0,4 - 6,2

ESTACIÓN DE MUESTREO		Especie	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	
			LT (cm)	PT (g)
450 m aguas arriba del muro	D	<i>T. areolatus</i>	4,0 - 8,3	0,4 - 3,5
1 Km aguas arriba del muro	E	<i>T. areolatus</i>	4,7 - 8,6	0,8 - 2,9
2 Km aguas arriba del muro	F	<i>T. areolatus</i>	4,6 - 9,1	0,8 - 4,5

Tabla 14. Factor de condición (K) de los ejemplares de peces del AI del proyecto. Estudio de Biota Acuática. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

ESTACIÓN DE MUESTREO		Especie	FACTOR DE CONDICIÓN K
1,6 Km aguas abajo del muro	A	<i>T. areolatus</i>	5,7 - 8,4
600 m aguas abajo del muro	B	<i>T. areolatus</i>	5,4 - 8,4
130 m aguas abajo del muro	C	<i>T. areolatus</i>	4,4 - 10,7
450 m aguas arriba del muro	D	<i>T. areolatus</i>	5,9 - 11,6
1 Km aguas arriba del muro	E	<i>T. areolatus</i>	5,4 - 8,8
2 Km aguas arriba del muro	F	<i>T. areolatus</i>	5,4 - 8,2

7.2.2 Fauna de macroinvertebrados bentónicos

El ensamble de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio se describe en la **Tabla 15**.

La fauna de macroinvertebrados bentónicos de toda el área de estudio estuvo compuesta por nueve taxa (**Tabla 15**). Los Ordenes con dos taxa fueron Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera, los cuales presentaron dos taxa. Por el contrario, los Ordenes con un taxa fueron Coleoptera, Megaloptera y Opisthopora (**Tabla 15**).

El taxón que presentó la mayor frecuencia en el área de estudio fue Orthoclaadiinae (**Fotografía 10a**), el cual fue detectado en todas las estaciones de muestreo (**Tabla 15**). Secundariamente, los taxa Corydalidae y *Lumbricus* sp. fueron detectados en cuatro de las seis estaciones de muestreo (**Tabla 15**).

El taxón que presentó la mayor densidad en el AI del proyecto fue Orthoclaadiinae (**Tabla 15**). Esta densidad varió entre 422 (ind/m²), valor detectado en la estación de muestreo ubicada 130 m aguas abajo del muro (estación C) y 922 (ind/m²), valor registrado en la estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A) (**Tabla 15**).

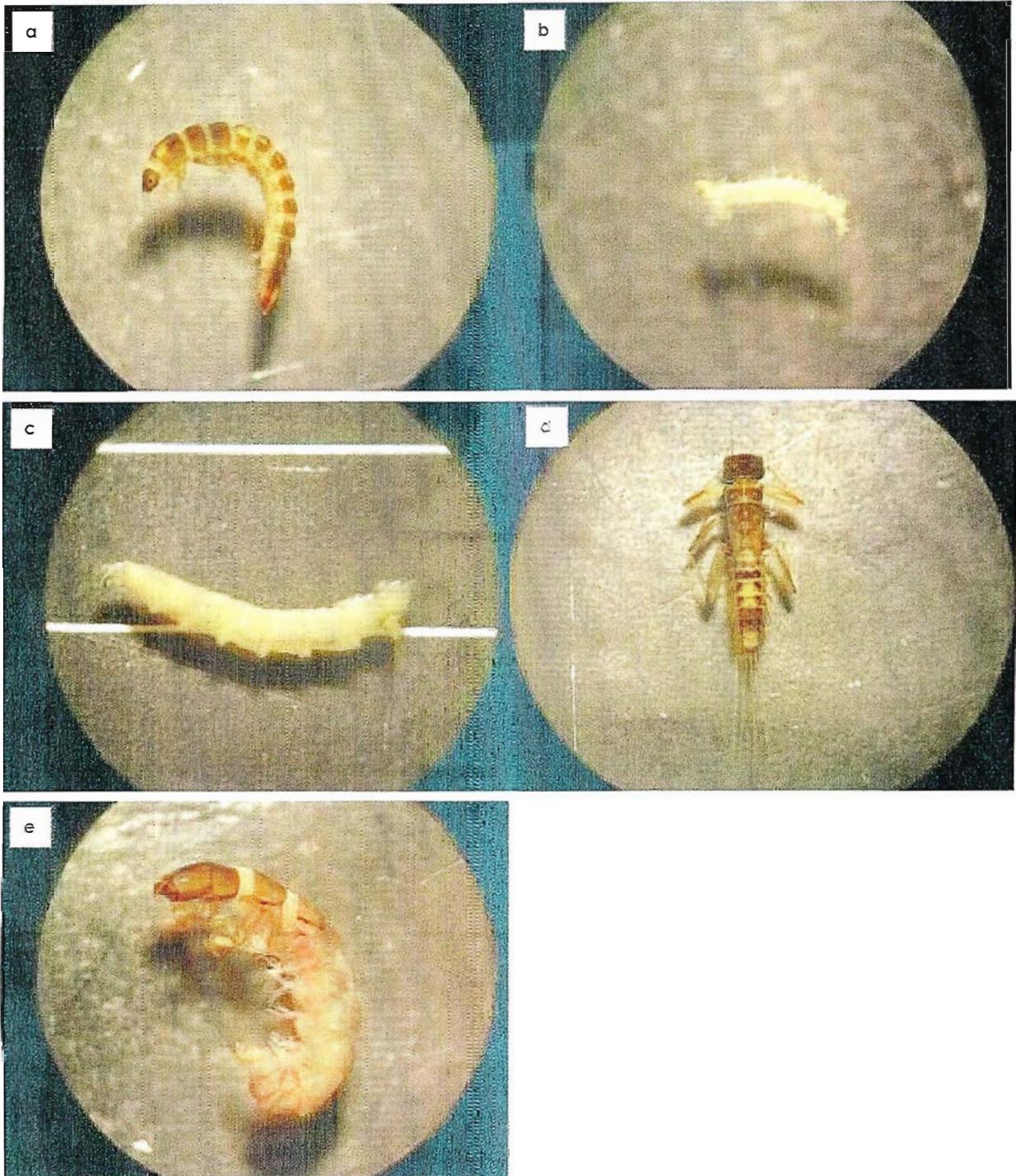
En relación a la densidad total de macrozoobentos, la estación de muestreo ubicada 1,6 km aguas abajo del muro (estación A) presentó el mayor valor del AI del proyecto (1.400 ind/m²) (Tabla 15). Por el contrario, el menor valor de densidad total se midió en la estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (533 ind/m², estación B) (Tabla 15).

La riqueza de taxa de macrozoobentos en el AI del proyecto fue baja varió entre dos y seis taxa (Tabla 15). El menor valor se detectó en la estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) mientras que el mayor valor de riqueza de taxa fue detectado en las estaciones de muestreo ubicadas a 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) (Tabla 15).

Los valores de diversidad biológica de macrozoobentos variaron entre 0,075 y 0,557 bits (Tabla 15). La estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) presentó la menor diversidad biológica (Tabla 15), mientras que en las estaciones de muestreo ubicadas a 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) se presentaron los mayores valores de diversidad (Tabla 15).

Tabla 15. Composición y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

ORDEN	FAMILIA	TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
			A	B	C	D	E	F
COLEOPTERA	ELMIDAE	Elmidae	344	0	0	0	289	0
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	Orthocladinae	922	511	422	644	456	500
	DOLICHOPODIDA E	Dolichopodidae	0	0	0	0	0	33
EPHEMEROPTER A	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Meridiolaris</i> sp.	0	0	133	256	0	100
		<i>Penaphebiachilensis</i>	133	0	0	0	0	0
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	Corydalidae	0	22	22	0	22	11
OPISTHOPORA	LUMBRICIDAE	<i>Lumbricus</i> sp.	0	0	89	56	33	44
TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	<i>Metachorema</i> sp.	0	0	22	11	11	0
	HYDROPSYCHIDA E	<i>Smicridea</i> sp.	0	0	0	267	200	222
Densidad Total (ind/m²)			1.400	533	689	1.233	1.011	911
Riqueza de Taxa (No. de taxa)			3	2	5	5	6	6
Diversidad biológica (bits, Shannon)			0,366	0,075	0,479	0,512	0,557	0,537



Fotografía 10. Taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el área de estudio. a) Orthocladiinae y b) *Meridialarischiloensis*, c) Dolichopodidae, d) *Meridialarischiloensis* sp. y e) *Smicridea* sp.

7.2.3 Ensamble de microalgas bentónicas (fitobentos)

La descripción del ensamble de microalgas bentónicas detectadas en el área de estudio se presenta en la **Tabla 16**.

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 17 taxa. Los taxa más frecuentes en el área de estudio fueron *Achnanthydium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Fragilariacapucinarvaucheriae*, *Gomphonema angustum*, *Gomphonema* spp., *Navicula gregaria*, *Nitzschia* spp., *Nitzschia dissipata*, *Pennada indeterminada* y *Rhoicosphenia abbreviata* los cuales fueron detectados en todas las estaciones de muestreo (**Tabla 16**). Secundariamente, el taxón *Fragilaria capucina* fue detectado en cinco de las seis estaciones de muestreo (**Tabla 16**).

La densidad total de microalgas bentónicas fue diferente entre las estaciones de muestreo. El menor valor de densidad total de fitobentos fue 1.443 cel/mm², valor detectado en la estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E) (**Tabla 16**), mientras que el mayor valor de densidad total fue detectado en la estación de muestreo ubicada 1,6 Km aguas abajo del muro (estación A, 3.636 cel/mm²) (**Tabla 16**).

El taxón que presentó el mayor valor de densidad en toda el área de estudio fue *Achnanthydium minutissimum* (1.096,5 cel/mm², **Tabla 16**). Este valor fue medido en la estación de muestreo ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) (**Tabla 16**).

La riqueza de taxa de microalgas bentónicas fue similar entre las estaciones de muestreo (**Tabla 16**). El menor valor de riqueza fue 11 taxa, el cual fue detectado en las estaciones de muestreo ubicadas 1 y 2 Km aguas arriba del muro (estaciones E y F, respectivamente) y el mayor valor fue 17 taxa, el cual fue detectado en la estación ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) (**Tabla 16**).

Los valores de diversidad biológica de microalgas bentónicas fueron similares entre sí (**Tabla 16**). El rango de diversidad fluctuó entre 0,966 bits, valor obtenido en la estación de muestreo ubicada 1 Km aguas arriba del muro (estación E) y 1,031 bits valor obtenido en la estación ubicada 600 m aguas abajo del muro (estación B) (**Tabla 16**).

Tabla 16. Composición y densidad (cel/mm²) de microalgas bentónicas (fitobentos). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Sistema de riego en el estero Codegua. Estero Codegua (VI Región). Marzo 2014.

TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
	A	B	C	D	E	F
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	865,7	1.096,5	461,7	634,8	173,1	346,3
<i>Cocconeisplacentular. euglypta</i>	115,4	115,4	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Encyonema minutum</i>	288,6	173,1	173,1	288,6	173,1	115,4
<i>Fragilaria capucina</i>	288,6	115,4	173,1	230,9	0,0	115,4
<i>Fragilariacapucinavarvaucheri</i> ae	634,8	288,6	288,6	404,0	288,6	288,6
<i>Gomphoneis minuta</i>	0,0	57,7	57,7	0,0	0,0	0,0
<i>Gomphonema angustum</i>	404,0	57,7	692,6	404,0	230,9	173,1
<i>Gomphonemaclevei</i>	0,0	115,4	115,4	115,4	57,7	0,0
<i>Gomphonemaspp.</i>	115,4	173,1	57,7	173,1	173,1	173,1
<i>Hannaeaarcus</i>	57,7	57,7	0,0	57,7	0,0	0,0
<i>Melosiravarians</i>	0,0	115,4	0,0	57,7	0,0	0,0
<i>Navicula gregaria</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	115,4
<i>Nitzschiaspp.</i>	288,6	230,9	173,1	230,9	115,4	230,9
<i>Nitzschia diissipata</i>	173,1	288,6	288,6	115,4	57,7	57,7
<i>Pennada indeterminada</i>	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7
<i>Pinulariasp.</i>	57,7	57,7	57,7	0,0	0,0	0,0
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	230,9	346,3	173,1	173,1	57,7	173,1
Densidad Total (cel/mm²)	3.636	3.405	2.828	3.001	1.443	1.847
Riqueza de Taxa (N° de taxa)	14	17	14	14	11	11
Diversidad biológica (bits, Shannon)	0,997	1,031	1,007	1,030	0,966	0,984

7.2.4 Macrófitas

No se detectaron macrófitas en las estaciones de muestreo ubicadas en el AI del proyecto.

7.2.5 Crustáceos decápodos

No se detectaron crustáceos decápodos en las estaciones de muestreo ubicadas en el AI del proyecto.

8 CONCLUSIONES

En función de los resultados de biota acuática obtenidos durante la prospección en el AI del proyecto en el estero Codegua durante un periodo de estiaje se plantean las siguientes conclusiones:

Los tramos de estudio en el estero Codegua corresponden a sistemas de tipo Rithron de acuerdo a la clasificación de Illies & Botosaneanu (1963). Los tramos fluviales son abiertos y presentan escasa vegetación terrestre en la ribera. El sustrato es rocoso compuesto principalmente por rocas de tipo *Gujjarros* y *Piedras* según Bain *et al.* (1985). A veces se observa la presencia de rocas de mayor tamaño y de sedimento depositado en la ribera.

El análisis de los parámetros de calidad de agua medidos in situ en el AI del proyecto, específicamente, el análisis de los valores de pH, conductividad específica y concentración de oxígeno disuelto indica la existencia de condiciones favorables de calidad de agua para realizar riego y para el desarrollo de la biota acuática, según la normativa ambiental Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78.

El ensamble de peces en el AI del proyecto mostró estuvo conformado por una especie: la especie nativa *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). La especie nativa *T. areolatus* se distribuye ampliamente en el territorio nacional y se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como *Vulnerable* según el D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES. Todos los tramos de estudio presentan niveles altos de abundancia de peces y las poblaciones estuvieron conformadas por ejemplares juveniles y adultos.

No se detectaron macrófitas ni macrocrustáceos decápodos en toda el AI del proyecto.

9 BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA & WEF (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

BAHAMONDE, N., A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M.A. RETAMAL & E. RUDOLPH. (1998). Categorías de conservación de Decápodos nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 91-100.

BAIN M.B., J.T. FINN & H.E. BOOKE (1985). Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *North American Journal of Fisheries Management*. 5: 499-506.

DECRETO SUPREMO N° 33/2012. Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso.

DECRETO SUPREMO N° 41/2012. Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso.

DECRETO SUPREMO N° 51/2008. Chile. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Tercera Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación.

DECRETO SUPREMO N° 19/2012. Chile. Ministerio de Medio Ambiente. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CODEGUA (2008). Actualización Plan de Desarrollo Comunal Codegua 2009-2013. Capítulo I: Diagnóstico Global de la Comuna. Codegua, Chile.

ILLIES J & L BOTOSANEANU (1963) "Problèmes et méthodes de classification et de la zonation des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique". Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. 12: 1-57pp.

LAGLER K.F. (1956). Freshwater Fishery Biology. W.M.C. Brown Company Dubuque, Iowa. 421 pp.

MARTICORENA C & M QUEZADA (1985) "Catálogo de la Flora Vasculare de Chile". Gayana Botánica 42 (1-2).

NIEMEYER H & P CERECEDA (1984). Hidrografía. Colección Geografía de Chile, Tomo VIII, Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.

RAMIREZ C y SAN MARTÍN C (2006). Diversidad de macrófitas chilenas en "Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile". 21pp.

APENDICE

APENDICE A. PERMISO DE PESCA DE INVESTIGACIÓN

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLAS 100 - V



AUTORIZA A M & W AMBIENTALES LTDA.
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE INDICA.

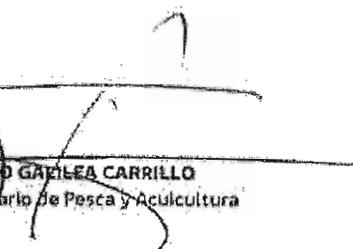
(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta N° **1119**
de esta Subsecretaría, autorizase a M & W Ambientales Ltda., para efectuar pescas de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "Pesca de investigación de la fauna y flora acuática en cuerpos y cursos de aguas continentales de Chile".

El objetivo consiste en caracterizar la flora y fauna acuática en cursos y cuerpos de aguas continentales de Chile, asociados a estudios de ambientales.

Las pescas de investigación se efectuarán por el término de 12 meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, en cursos y cuerpos de agua continentales de Chile, donde podrá capturar, en la forma y las especies indicadas en la resolución extractada.

La peticionaria designa como responsable de la pesca a doña Ginger del Carmen Martínez Zaror,


PABLO GARILEA CARRILLO
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

VALPARAISO, - 2 MAYO 2013

APENDICE B.TABLA DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Estación de Muestreo	Especie	Longitud Total	Peso Total	Factor de condición (K)
		LT (cm)	PT (g)	
A	<i>T. areolatus</i>	3,9	0,4	6,7
		4,3	0,5	6,3
		4	0,5	7,8
		3,9	0,5	8,4
		5	0,7	5,6
		9,2	4,4	5,7
		1 Avistamiento		
B	<i>T. areolatus</i>	6,9	2,2	6,7
		5,3	0,8	5,4
		4,7	0,7	6,7
		5	0,9	7,2
		3,9	0,5	8,4
		5 Avistamientos		
C	<i>T. areolatus</i>	3,5	0,4	9,3
		7,3	1,7	4,4
		7,5	3,3	7,8
		4,6	0,8	8,2
		5,3	1,2	8,1
		9,8	6,2	6,6
		5,1	1	7,5
		3,6	0,5	10,7
		4 Avistamientos		
D	<i>T. areolatus</i>	8,3	3,4	5,9
		4,1	0,8	11,6
		5	1	8,0
		4,9	0,9	7,6
		7,8	3,5	7,4
		4	0,4	6,3
		3 Avistamientos		
E	<i>T. areolatus</i>	8,2	3	5,4
		8,6	3,9	6,1
		5	1,1	8,8

Estación de Muestreo	Especie	Longitud Total	Peso Total	Factor de condición (K)
		LT (cm)	PT (g)	
F	<i>T. areolatus</i>	4,7	0,8	7,7
		7,6	2,9	6,6
		7 Avistamientos		
		5,2	0,8	5,7
		5,3	0,8	5,4
		5,3	0,9	6,0
		5,5	1,3	7,8
	4,6	0,8	8,2	
	9,1	4,5	6,0	
	6 Avistamientos			

INFORME TÉCNICO

FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES

**MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA,
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O´HIGGINS**

Mayo de 2014

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O´HIGGINS

FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES

CONTENIDOS

ÍTEM	CONTENIDO	PAGINA
1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo General	3
	2.2 Objetivos Específicos	3
3	ÁREA DE ESTUDIO	4
4	METODOLOGÍA	5
	4.1 Revisión Bibliográfica	5
	4.2 Trabajo en Terreno	5
	4.3 Categorías de Conservación	6
5	RESULTADOS	6
	5.1 Riqueza y Abundancia	6
	5.2 Estado de Conservación, Criterio de Protección, Origen y Endemismo	9
6	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	11
7	BIBLIOGRAFÍA	12
8	APENDICE: RESPALDO FOTOGRÁFICO	15

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico entrega los resultados del estudio sobre la fauna de vertebrados terrestres llevado a cabo durante los días 26 y 27 de abril del año 2014, como parte del proyecto "Mejoramiento del sistema de riego estero Codegua, Código BIP 30125305 - 0".

El área de estudio se sitúa dentro de la ecorregión mediterránea, considerado como uno de los 25 "hot-spots" para conservación de la biodiversidad a nivel mundial, debido a la gran cantidad de especies endémicas y al fuerte impacto antrópico que caracteriza a esta zona (Myers *et al.*, 2000).

Respecto a la fauna de vertebrados terrestres descrita para esta ecorregión, el 50% de los anfibios, el 82% de los reptiles, el 4% de las aves y el 19% de los mamíferos son endémicos de Chile, y el 30% de las especies de vertebrados se encuentra en alguna categoría de amenaza (Simonetti, 1999). El principal peligro para la fauna existente en los ecosistemas mediterráneos es el reemplazo del hábitat natural por actividades agrícolas y ganaderas, sumado al desarrollo urbano e industrial (Dinerstein *et al.*, 1995).

Tomando en cuenta que la fauna silvestre cumple un rol determinante en la función y en la productividad de los ecosistemas naturales, se hace indispensable el estudio sistemático de los ensambles de vertebrados que habitan en la zona central de Chile, identificando las comunidades que presenten cierta singularidad ecológica, para así poder establecer las prioridades en la conservación de la biodiversidad a nivel regional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo del presente estudio es la caracterización de la fauna de vertebrados terrestres asociada al área de influencia directa del proyecto "Mejoramiento del sistema de riego estero Codegua".

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la riqueza y la abundancia de vertebrados terrestres en el área de estudio.
- Conocer los estados de conservación y los criterios de protección de la fauna registrada, para evaluar los potenciales impactos del proyecto sobre la biodiversidad del sector.
- Identificar la presencia de especies de interés ecológico, ya sea a partir de su origen geográfico o su grado de endemismo, para determinar las singularidades del ensamble de vertebrados en la zona.

3 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se sitúa en la comuna de Codegua, perteneciente a la provincia del Cachapoal y a la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. La implementación del proyecto permitirá la regulación del cauce de modo que se pueda ajustar la curva de oferta con la demanda de agua de los cultivos de alta rentabilidad, que son mayoritariamente estivales. En la **Figura N° 1** se muestra una imagen satelital del área de estudio en su totalidad.

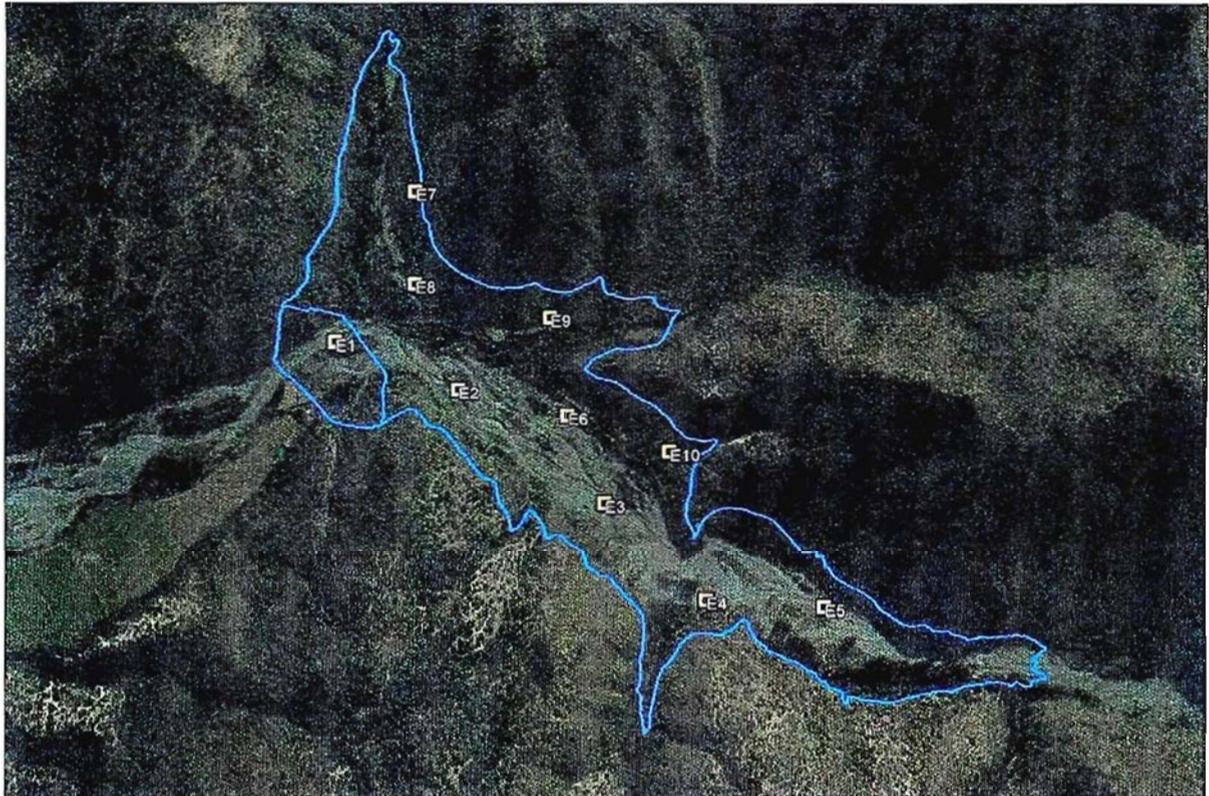


Figura N° 1. Área de estudio y estaciones de muestreo de fauna.

Dentro del área de trabajo se definieron 10 estaciones de muestro de fauna de vertebrados terrestres, con el fin de abarcar la extensión completa del área y tratando de representar todos los ambientes presentes. En la **Tabla N° 1** se detallan las coordenadas geográficas de cada una de estas estaciones.

Tabla N° 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo de fauna.

ESTACIÓN DE MUESTRO DE FAUNA	COORDENADAS (WGS 84, 19 H)
E1	355.982 E - 6.233.469 S
E2	356.306 E - 6.233.351 S
E3	356.692 E - 6.233.066 S
E4	356.957 E - 6.232.824 S
E5	357.259 E - 6.232.811 S

ESTACIÓN DE MUESTREO DE FAUNA	COORDENADAS (WGS 84, 19 H)
E6	356.592 E - 6.233.288 S
E7	356.196 E - 6.233.842 S
E8	356.192 E - 6.233.617 S
E9	356.544 E - 6.233.535 S
E10	356.857 E - 6.233.199 S

4 METODOLOGÍA

4.1 Revisión Bibliográfica

Previo a la ejecución de la campaña de terreno se realizó una recopilación bibliográfica, para reconocer el contexto biogeográfico en el que se sitúa el área de estudio. La literatura de referencia utilizada para cada una de las clases de vertebrados terrestres, fue la siguiente:

- a) Anfibios: Ramírez (2009), Ortiz & Díaz-Páez (2006), Díaz-Páez & Ortiz (2003) y Ceí (1962).
- b) Reptiles: Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Núñez & Jaksic (1992) y Donoso-Barros (1966).
- c) Aves: Chester (2008), Martínez y González (2004) y Jaramillo (2003).
- d) Mamíferos: Iriarte (2008), Muñoz-Pedreros & Yáñez (2000) y Mann (1978).

4.2 Trabajo en Terreno

En cada una de las 10 estaciones de muestreo de fauna, se llevaron a cabo metodologías específicas para los distintos grupos taxonómicos, las cuales se resumen a continuación:

- a) **Anfibios:** La prospección se realizó exclusivamente en sectores cercanos a cuerpos de agua, debido a la gran dependencia de estos organismos por dicho recurso. En estos lugares se procedió a examinar la vegetación, las piedras, las grietas y otros potenciales refugios que han sido descritos como microhábitat para los anuros (Ramírez, 2009).
- b) **Reptiles:** Se llevaron a cabo transectos de 100 metros de largo y 10 metros de ancho, donde se prospeccionó directamente en la tierra, en rocas, en oquedades y en la base de arbustos (Mella, 2005). Por otro lado, se buscó la presencia de evidencias indirectas, como huellas, madrigueras y restos de mudas.
- c) **Aves:** Se efectuaron puntos de conteo en parcelas circulares de 30 metros de radio (Ralph *et al.*, 1996), en las cuales se registraron todos los avistamientos directos y se identificaron todas las vocalizaciones, con la ayuda de la clave proporcionada por Egli (1998). También se realizó una búsqueda de signos indirectos, como nidos, huevos, plumas, fecas y egagrópilas.

- d) **Mamíferos:** Se llevaron a cabo transectos de 100 metros de largo y 10 metros de ancho, los cuales se focalizaron en el hallazgo de evidencias indirectas, como huellas, pelos, fecas y restos óseos (Rau & Muñoz-Pedrerros, 2009). La actividad de carnívoros se evaluó mediante la confección de 8 estaciones de visita olfativas, elaboradas con harina y jurel. Las huellas de los animales fueron posteriormente identificadas con la clave de Acosta & Simonetti (1999). La presencia de roedores y marsupiales fue determinada con los restos óseos encontrados en egagrópilas de rapaces y fecas de carnívoros, gracias a la clave de molares para micromamíferos de Pearson (1995).

4.3 Categorías de Conservación

El estado de conservación de los vertebrados terrestres detectados en el área de estudio se estableció a partir de la revisión del Reglamento para la Clasificación de Especies de Flora y Fauna Silvestre (D.S. N° 75/2005) y a los siguientes documentos legales:

- a) D.S. N° 151/2007 (1° Proceso).
- b) D.S. N° 50/2008 (2° Proceso).
- c) D.S. N° 51/2008 (3° Proceso).
- d) D.S. N° 23/2009 (4° Proceso).
- e) D.S. N° 33/2011 (5° Proceso).
- f) D.S. N° 41/2012 (6° Proceso).
- g) D.S. N° 42/2012 (7° Proceso).
- h) D.S. N° 19/2012 (8° Proceso).
- i) D.S. N° 13/2013 (9° Proceso).

Para las especies de fauna aún no evaluadas en dichos decretos, se utilizaron las categorías de conservación estipuladas en el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 5/1998 modificado por el D.S. N° 53/2004), seleccionando exclusivamente los estados de conservación correspondientes a la zona central de Chile (SAG, 2012).

5 RESULTADOS

5.1 Riqueza y Abundancia

En el sitio de estudio se registraron 374 ejemplares de vertebrados terrestres, distribuidos en 30 especies y 29 géneros. El ensamble taxonómico más representado fue el de las aves, con 363 individuos, lo que equivale al 97,1% de la abundancia total. Las aves fueron también el grupo con la

mayor riqueza de especies detectadas, con 26 especies, lo que corresponde al 86,7% de la riqueza total.

La especie más abundante fue el loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) con 120 ejemplares, seguido por la tenca (*Mimus thenca*) con 43 individuos registrados. El cachudito (*Anairetes parulus*) resultó ser la especie más frecuente, siendo avistado en 9 de las 10 estaciones de muestreo establecidas.

La estación que presentó la mayor abundancia de vertebrados terrestres fue la E4, con 129 individuos, mientras que la estación con los menores valores de abundancia fue la E3, con apenas 9 ejemplares. Por otro lado, la estación con la mayor riqueza de especies fue la E9, con 12 especies, lo que se contrasta con la estación E3, en donde se detectaron solamente 5 especies distintas.

En el **Anexo N° 1** se incluye el respaldo fotográfico de algunas de las especies registradas. En la **Tabla N° 2** se muestra la riqueza y la abundancia de la fauna registrada, por estación de muestreo. El análisis de estos datos, ordenado por clase taxonómica, es el siguiente:

- a) **Anfibios:** Se detectó solamente una especie de anuro: El sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), el cual fue encontrado bajo piedras y rocas, en las cercanías de los cuerpos de agua del área de estudio. Se registraron 4 individuos adultos, distribuidos en las estaciones E2, E3 y E6. Además se observaron larvas de la misma especie, las cuales presentaban un estado de desarrollo avanzado y se ubicaron en pozas sin flujo de agua.
- b) **Reptiles:** Se avistaron 2 especies de saurios: La lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*) y la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*). La lagartija lemniscata fue la más abundante y frecuente, encontrándose 5 ejemplares en las estaciones E4, E8 y E9. En cuanto a la lagartija esbelta, solamente se encontraron 2 individuos juveniles, ambos en la estación E8. Mientras las lagartijas lemniscatas fueron observadas en piedras y entre la hojarasca, las lagartijas esbeltas se vieron asociadas a árboles y arbustos.
- c) **Aves:** Como se mencionó anteriormente, la avifauna fue el grupo taxonómico de mayor abundancia y frecuencia en el sitio de estudio, siendo la única clase representada en la totalidad de las estaciones de muestreo. La gran mayoría de las especies fueron detectadas en varios sectores, aunque se registraron aves especialistas de bosque, como la torcaza (*Patagioenas araucana*) y especies que mostraron una marcada preferencia por las riberas del río, como es el caso del churrete (*Cinclodes patagonicus*). El avistamiento más interesante correspondió a los 120 loros trichahues que se observaron volando en las cercanías de la estación E4, y a las cavidades, pertenecientes probablemente a la misma especie, que se encontraron en los alrededores de la estación E10 (356.820 E - 6.233.119 S).
- d) **Mamíferos:** Se detectó solamente una especie, correspondiente al zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), el cual fue identificado gracias a la huella encontrada en la estación de visita olfativa (EVO) dispuesta en la estación E10. En cuanto a la presencia de micromamíferos, no

se encontraron evidencias indirectas, ya que las fecas de zorro culpeo que se colectaron en las estaciones E2 y E4 solo contenían semillas de zarzamora (*Rubus ulmifolius*), sin presentar restos óseos de roedores o marsupiales.

Tabla N° 2. Riqueza y abundancia de las especies registradas por estación de muestreo.

Clasificación		Estación de Muestreo de Fauna										Totales	
Nombre científico	Nombre común	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	A	A%
CLASE ANFIBIOS													
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	4	100
Abundancia de Anfibios		-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	4	
Riqueza de especies de Anfibios		0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
CLASE REPTILES													
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	-	-	-	3	-	-	-	1	1	-	5	71,4
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	28,6
Abundancia de Reptiles		0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	7	
Riqueza de especies de Reptiles		0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	2	
CLASE AVES													
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	4	-	3	1	2	3	5	3	2	1	24	6,6
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	10	6	-	-	2	2	1	3	1	-	25	6,9
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	-	1	-	-	1	2	-	-	5	2	11	3,0
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	0,6
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	-	7	-	1	-	-	2	4	1	-	15	4,1
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1,7
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Tricahue	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	120	33,1
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	5	1,4
<i>Geranoaetus melonoleucus</i>	Águila	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,3
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4	1,1
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	3	-	-	-	3	-	2	-	-	2	10	2,8
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	-	35	2	-	-	2	1	-	2	1	43	11,8
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	1,1
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	-	-	-	-	-	-	-	7	2	4	13	3,6
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	0,6
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	-	-	-	-	-	1	4	1	2	-	8	2,2
<i>Sepahnoides sephanioides</i>	Picaflor chico	4	2	-	-	-	1	3	1	-	-	11	3,0
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,6
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	0,8
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	1	-	-	-	1	1	2	2	1	-	8	2,2
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3

Clasificación		Estación de Muestreo de Fauna										Totales	
Nombre científico	Nombre común	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	A	A%
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,6
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	1	3	-	2	-	-	-	-	-	-	6	1,7
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	-	-	-	-	-	20	15	-	-	-	35	9,6
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
Abundancia de Aves		35	58	7	126	11	32	35	25	24	10	363	
Riqueza de especies de Aves		10	9	4	6	6	8	9	9	11	5	26	
CLASE MAMÍFEROS													
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	-	F	-	F	-	-	-	-	-	H	(*)	(*)
Abundancia de Mamíferos (*)		-	(*)	-	(*)	-	-	-	-	-	(*)	(*)	
Riqueza de especies de Mamíferos		0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
ABUNDANCIA TOTAL		35	59	9	129	11	33	35	28	25	10	374	
RIQUEZA TOTAL DE ESPECIES		10	11	5	8	6	9	9	11	12	6	30	

A: Abundancia; A%: Abundancia relativa; (*): La abundancia de mamíferos no fue calculada, debido a que los registros corresponden exclusivamente a evidencias indirectas; F: Hallazgo de fecas; H: Hallazgo de huellas.

5.2 Estado de Conservación, Criterio de Protección, Origen y Endemismo

En la campaña de terreno se registraron en total 6 especies de vertebrados terrestres considerados en alguna categoría de conservación. La especie más amenazada que fue detectada en el sitio de estudio resultó ser la torcaza (*Patagioenas araucana*), considerada en peligro de extinción. La segunda especie con mayores problemas de conservación es el loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus*), clasificado como vulnerable. Por otro lado, 3 especies están catalogadas como de preocupación menor: La lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) y el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*). El sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), en tanto, está considerado como casi amenazado.

En cuanto a los criterios de protección, se registró la presencia de 15 especies catalogadas como benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, 15 especies consideradas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria y 5 especies clasificadas como con densidades poblacionales reducidas. De todos los vertebrados terrestres identificados, la única especie introducida resultó ser la codorniz (*Callipepla californica*). Respecto a las especies endémicas de Chile, 3 de los vertebrados detectados presentan esa condición: La lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*), la tenca (*Mimus thenca*) y la turca (*Pteroptochos megapodius*).

En la **Tabla N° 3** se presenta el estado de conservación, el criterio de protección, el origen geográfico y el endemismo para cada una de las especies de fauna detectadas en el área de estudio.

Tabla N° 3. Estado de conservación, criterio de protección, origen y endemismo de las especies registradas.

Clasificación		Estado de Conservación	Criterio de Protección	Origen	Endemismo
Nombre científico.	Nombre común				
CLASE ANFIBIOS					
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	NT	E	Nativa	-
CLASE REPTILES					
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	LC	E-S	Nativa	-
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	LC	E-S	Nativa	Endémica
CLASE AVES					
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	-	B-E	Nativa	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	-	B	Nativa	-
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	-	-	Introducida	-
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	-	B	Nativa	-
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	-	B	Nativa	-
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	-	-	Nativa	-
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Loro Tricahue	VU	E-S	Nativa	-
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	-	-	Nativa	-
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	-	B-E	Nativa	-
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	-	B-E	Nativa	-
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	-	B	Nativa	-
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	-	B-E	Nativa	-
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	-	B	Nativa	Endémica
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	EN	S	Nativa	-
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	-	E	Nativa	-
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	-	E-S	Nativa	-
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	-	B	Nativa	Endémica
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	-	B-E	Nativa	-
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	-	-	Nativa	-
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	-	-	Nativa	-
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	-	B-E	Nativa	-
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	-	-	Nativa	-
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	-	B-E	Nativa	-
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	-	B-E	Nativa	-
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	-	-	Nativa	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	-	B	Nativa	-
CLASE MAMÍFEROS					
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	E	Nativa	-

NT: Casi amenazada; VU: Vulnerable; EN: En peligro; LC: Preocupación menor; B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; E: Especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales; S: Especie con densidades poblacionales reducidas.

6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio coinciden con las características que definen esta ecorregión de Chile central, dadas sus características climáticas y edáficas. La totalidad de la fauna de vertebrados terrestres detectados en el área de estudio corresponden a especies ampliamente distribuidas en la zona central del país y su presencia en este sitio es bastante esperable. Las abundancias registradas para cada especie también fueron las esperadas, tomando en cuenta la ecología de cada una de éstas.

En total se identificaron 30 especies de vertebrados terrestres, distribuidas como sigue: un anfibio, 2 reptiles, 26 aves y un mamífero. De éstas, una especie es introducida, tres son endémicas y seis están clasificados en alguna categoría de conservación.

La especie de mayor amenaza que fue detectada en el sitio de estudio es la torcaza (*Patagioenas araucana*), catalogada como en peligro de extinción. Se distribuye desde Vallenar hasta la península de Taitao. Esta especie es un ave que se alimenta de frutos de plantas como el maqui (*Aristotelia chilensis*) y el lingue (*Persea lingue*) y que suele anidar en las copas de los árboles, entre las ramas de árboles no muy altos (Altamirano *et al.*, 2012). Tomando en cuenta estos antecedentes, el hábitat de la torcaza no debería verse afectado de forma importante por el presente proyecto.

Distinto podría ser el caso del loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus*), una especie de loro considerada en estado vulnerable, que resultó ser la especie más abundante del sector, con 120 ejemplares avistados.

Los otros vertebrados que podrían verse eventualmente afectados por las obras del proyecto son los herpetozoos, principalmente por su baja movilidad y en el caso del sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), por su alta dependencia por los cursos de agua. Considerando que todos los herpetozoos registrados están clasificados en alguna categoría de conservación y que la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) es endémica de Chile.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G., & J. Simonetti. 1999. Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 48: 19-27.
- Altamirano, T.A., J.T. Ibarra, F. Hernández, I. Rojas, J. Laker, & C. Bonacic. 2012. Hábitos de Nidificación de las Aves del Bosque Templado Andino de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 113 p.
- Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago, Chile. 128 p.
- Chester, S. 2008. A wildlife guide to Chile. New Jersey. Princeton University Press. 400 p.
- Decreto Supremo N° 151/2007. Chile. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 24 de marzo de 2007.
- Decreto Supremo N° 50/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.
- Decreto Supremo N° 51/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.
- Decreto Supremo N° 23/2009. Chile. Oficializa cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia, Chile. Diario Oficial, 7 de mayo de 2009.
- Decreto Supremo N° 33/2011. Chile. Oficializa quinto proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia, Chile. Diario Oficial, 27 de febrero de 2012.
- Decretos Supremos N° 41/2012 y N° 42/2012. Chile. Oficializa sexto y séptimo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia, Chile. Diario Oficial, 11 de abril de 2012.
- Decreto Supremo N° 19/2012. Chile. Oficializa octavo proceso de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio de Secretaría General de la Presidencia, Chile. Diario Oficial, 26 de junio de 2012.

-
- Díaz-Páez, H., & J.C. Ortiz. 2003. Evaluación del Estado de Conservación de los Anfibios en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 509-525.
 - Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder, & G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington, USA.
 - Donoso-Barros, R. 1966. *Reptiles de Chile*. Ediciones Universidad de Chile, Santiago, Chile. 458p.
 - Eglí, G. 1998. *Voces de la Fauna Chilena*. Formato Compact Disc.
 - Ibarra-Vidal, H. 1989. Impacto de las actividades humanas sobre la herpetofauna en Chile. *Comunicaciones del Museo Regional de Concepción* 3: 33-39.
 - Iriarte, A. 2008. *Mamíferos de Chile*. Lynx Edicions. Barcelona, España. 420 p.
 - Jaramillo, A. 2003. *Aves de Chile*. Lynx ediciones, Barcelona, 240 p.
 - Mann, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. *Gayana Zoológica* 40: 1-342.
 - Martínez, D., & G. González. 2004. *Las Aves de Chile. Nueva guía de Campo*. Ediciones del Naturalista. Santiago, Chile. 620 p.
 - Mella, J.E. 2005. *Guía de Campo, Reptiles de Chile, Zona Central*. A.P. Peñaloza, F. Novoa & M. Conteras (Eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 p.
 - Muñoz-Pedreras A. y J. Yáñez. 2000. *Mamíferos de Chile*. Ediciones C.E.A. 463 p.
 - Myers, N., R. Mittermeier, G. Da Fonseca, & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
 - Núñez, H., & F. Jaksic. 1992. Lista Comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 43: 63-91.
 - Ortíz, J.C., & H. Díaz-Páez. 2006. Estado de Conocimiento de los Anfibios de Chile. *Gayana* 70(1): 114-121.

-
- Pearson, O. 1995. Annotated keys for identifying small mammals living in or near Nahuel Huapi National Park or Lanín National Park, southern Argentina. *Mastozoología Neotropical* 2: 99-148.
 - Penna, M. 2005. *Voces de Anfibios de Chile*. Universidad de Chile, Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad. Formato Compact Disc.
 - Pincheira-Donoso, D., & H. Núñez. 2005. Las especies chilenas de *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae). *Taxonomía, sistemática y evolución*. Publicación Ocasional Mus. Nac. Hist. Nat. 59: 7-486.
 - Ralph, J.C., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. De Sante, & B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. Pacific Southwest Research Station, Forest Service. U.S. Department of Agriculture. 44 p.
 - Rau, J., & A. Muñoz-Pedreros. 2009. Técnicas de Detección en Mamíferos. p 525-533. En: *Mamíferos de Chile*. Segunda Edición. Muñoz-Pedreros, A., & J. Yáñez (Eds.). Ediciones CEA. Valdivia, Chile. 571 p.
 - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2012. *Ley de Caza y su Reglamento*. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Departamento de vida silvestre. 96 p.
 - Simonetti, J. 1999. Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 493-500.

8 APENDICE: RESPALDO FOTOGRÁFICO



Fotografía N° 1: Estación 1.



Fotografía N° 2: Estación 2.



Fotografía N° 3: Estación 5.



Fotografía N° 4: Estación 8.



Fotografía N° 5: Estación de visita olfativa.



Fotografía N° 6: Huella de zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*).



Fotografía N° 7: Hábitat del sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*)



Fotografía N° 8: Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*).



Fotografía N° 9: Fecas de zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*),



Fotografía N° 10: Lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*).



Fotografía N° 11: Tenca (*Mimus thenca*).



Fotografía N° 12: Pitío (*Colaptes pitius*).



Fotografía N° 13: Diucón (*Xolmis pyrope*).



Fotografía N° 14: Churrete (*Cinclodes patagonicus*).



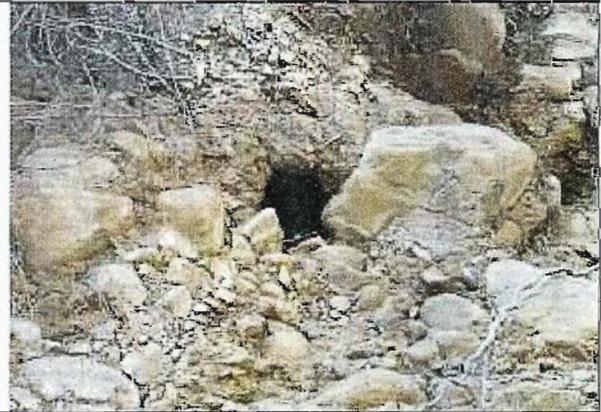
Fotografía N° 15: Chuncho (*Glaucidium nana*).



Fotografía N° 16: Tricahue (*Cyanoliseus patagonus*).



Fotografía N° 17: Cavidades de tricahue (*Cyanoliseus patagonus*).



Fotografía N° 18: Cavidad de tricahue (*Cyanoliseus patagonus*).

INFORME TÉCNICO

FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO
CODEGUA,
REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

Mayo de 2014

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA, REGION DEL
LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE.

CONTENIDOS

Contenidos

1.	Introducción.....	3
1.1	Objetivo general.....	3
1.2	Objetivos específicos	3
1.3	Alcances.....	3
1.4	Area de estudio.....	3
2.	Metodología	5
2.1	Revisión de antecedentes	5
2.1.1	Vegetación del sitio de estudio.....	5
2.2	Trabajo en terreno	5
2.2.1	Vegetación.....	5
2.2.2	Flora.....	7
3.	Resultados.....	8
3.1	Antecedentes.....	8
3.1.1	La vegetación natural de Chile.....	8
3.1.2	Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile	9
3.2	Resultados de terreno	10
3.2.1	Vegetación.....	10
3.2.2	Flora.....	16
4.	Conclusiones.....	29
5.	Bibliografía.....	30

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo general

El objetivo del estudio es evaluar las alternativas de mejoramiento del sistema de riego del Estero Codegua. Para esto, en el presente informe, se presentaran las características de la flora y la vegetación en el sitio de estudio, indicando puntos críticos y aspectos a considerar.

1.2 Objetivos específicos

- Referenciar la vegetación presente en el área de influencia del proyecto de acuerdo con la bibliografía disponible (ej: Gajardo 1995, Luebert y Pliscoff 2006).
- Determinar la presencia y dimensión de las diferentes formaciones vegetacionales en el área de influencia del proyecto (Carta de Ocupación de Tierras).
- Determinar la riqueza florística del área de influencia del proyecto (diversidad biológica).
- Analizar el estado de conservación y endemismo de las especies de plantas presentes en el área de estudio.

1.3 Alcances

El presente estudio representa el levantamiento de información y análisis de los resultados obtenidos en la campaña de terreno realizada en abril de 2014 en el área de influencia del Embalse Estero Codegua. Mediante este informe se realizará una descripción de la condición ambiental que presenta la flora y vegetación terrestre del sector prospectado.

1.4 Area de estudio

El proyecto se encuentra en el Estero Codegua, ubicado en la zona pre-cordillerana de la provincia de Cachapoal de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, frente a la ciudad del mismo nombre. La **Figura 1** muestra el área de inundación por el proyecto.



Figura 1. Área de emplazamiento del proyecto.

2. METODOLOGÍA

2.1 Revisión de antecedentes

2.1.1 Vegetación del sitio de estudio

Con el objeto de contextualizar el marco biogeográfico en el cual se inserta el proyecto de estudio, se realizó una recopilación bibliográfica de las clasificaciones vegetacionales que existen en la literatura más reciente. Para esto se consultó la "La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica" (Gajardo, 1994), y la "Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile" (Luebert y Pliscoff, 2006).

La clasificación propuesta por Gajardo (1994), establece de manera jerárquica una sistemática acorde a las formas de vida, adaptaciones, estructura espacial y composición florística de los paisajes vegetacionales, los cuales quedan finalmente ordenados en 8 regiones, 21 sub-regiones y 84 formaciones vegetales.

Por otro lado, la clasificación propuesta por Luebert y Pliscoff (2006) efectúa una delimitación de la vegetación asociada en comunidades, principalmente definidas por los factores ecológicos que influyen en ellas. Las unidades ecológicas creadas a partir de este criterio se denominan "pisos vegetacionales", los cuales están determinados por el clima, usándose para definir este criterio la fisionomía y composición florística.

2.2 Trabajo en terreno

2.2.1 Vegetación

Para el estudio de la vegetación del lugar se usó como herramienta cartográfica principal el método de las Cartas de Ocupación de Tierras (COT), según la adaptación establecida para las condiciones de Chile por Etienne y Prado (1982). Este método es usado para delimitar y describir unidades homogéneas de vegetación (UHV) basándose en las especies dominantes, la estratificación de la vegetación, recubrimiento y su influencia antrópica.

La determinación de las unidades se realizó a partir de una fotointerpretación preliminar, en la cual se usaron como criterios principales la textura, tono, forma, estructura, tamaño u patrón espacial. A partir de esto se definieron en terreno las UHV definitivas, corrigiéndose errores de las unidades iniciales, uniendo polígonos que corresponden a las mismas UHV y separando aquellas que presenten distintas comunidades vegetales.

2.2.1.1 Cartas de ocupación de tierras (COT)

Como ya fue mencionado, la metodología COT se definió a partir de cuatro criterios, los cuales son descritos a continuación.

i) Estratificación

Se determinaron los tipos biológicos presentes en terreno mediante su estratificación y se estimará su recubrimiento. El procedimiento es de estimación visual, considerando que la estratificación se refiere a la disposición vertical de la vegetación que permite distinguir y clasificar los diversos niveles o estaturas en los cuales se sitúan los tipos vegetales. Basándose en esto, se definieron en forma visual y de acuerdo a la altura del nivel de densidad máxima, cuatro tipos biológicos fundamentales: herbáceas (pastos y hierbas), leñosos bajos (arbustos cuyo tamaño no excede los 2 m de altura), leñosos altos (árboles cuyo tamaño excede los 2 m de altura) y suculentas (cactáceas y bromeliáceas).

ii) Recubrimiento

El recubrimiento, cobertura o estructura horizontal corresponde a la proporción de suelo que es ocupada por la vegetación o por su proyección horizontal, y se expresa como porcentaje en relación con la superficie total de la unidad descrita. Esta se expresó a partir de la codificación de los rangos de cobertura propuestos para cada tipo biológico encontrado (**Tabla 1**).

Tabla 1. Categorías de recubrimiento y su codificación

Cobertura (%)	Densidad	Índice
1 a 5	muy escasa	1
5 a 10	escasa	2
10 a 25	muy clara	3
25 a 50	clara	4
50 a 75	poco densa	5
75 a 90	densa	6
90 a 100	muy densa	7

Fuente: Etienne y Prado (1982).

iii) Especies dominantes

Para cada estrato vegetacional que se encontró, se incluyeron las especies dominantes para cada tipo vegetacional. La notación para esto corresponde a un código de dos letras, representadas por la letra inicial del nombre genérico y la del nombre específico. Para indicar a cual tipo biológico pertenecen, se usarán dos mayúsculas para el leñoso alto, una mayúscula y una minúscula para el leñoso bajo, dos minúsculas para el herbáceo y una minúscula y una mayúscula para suculentas.

iv) Grado de artificialización

Este criterio indica la intensidad y tipo de manejo al cual fue sometido el ecosistema. Se representará a través de un índice cualitativo propuesto por Etienne y Prado (1982).

2.2.2 Flora

A partir de recorridos visuales exhaustivos durante la campaña de terreno a través del sitio de estudio, se realizó un listado florístico que indica la riqueza del lugar durante la fecha de visita. Además de la riqueza, se indica para cada especie su posición taxonómica, origen fitogeográfico y forma de vida, realizándose un análisis detallado de estos aspectos. Para la nomenclatura actual de cada especie, se usará como referencia la información incluida en la "Flora del Cono Sur" (Zuloaga *et al.* 2008), u otros trabajos recientemente publicados sobre grupos taxonómicos determinados.

Además se incluyó un análisis respecto al estado de conservación de la flora encontrada. Para esto, se revisarán las fuentes legales proporcionadas en los 9 procesos de clasificación de especies según su estado de conservación publicados en el Diario Oficial, correspondientes al D.S. N°151 (MINSEGPRES, 2007), D.S. N°50 (MINSEGPRES, 2008a), D.S. N°51 (MINSEGPRES, 2008b), D.S. N°23 (MINSEGPRES, 2009), D.S. N°33 (MMA, 2011a), D.S. N°41 (MMA, 2011b), D.S. N°42 (MMA, 2011c), D.S. N°75 (MMA, 2005) y el D.S. N°13 (MMA, 2013), además del "Libro rojo de la flora terrestre de Chile" (Benoit, 1989), las publicaciones incluidas en el "Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (Baeza *et al.* 1998; Belmonte *et al.* 1996; Ravenna *et al.* 1998).

De manera complementaria, se entrega un catálogo fotográfico que incluye fotografías de las especies encontradas en terreno.

2.2.2.1 Parcelas de muestreo

Complementario a lo anterior, para poder realizar una comparación con la información de la flora recopilada entre las áreas de estudio, se realizaron parcelas florísticas a través de un método de muestreo preferencial, con a lo menos una parcela en las unidades vegetacionales identificadas en cada sitio. Para cada parcela, se indica la abundancia de las especies encontradas mediante el grado de cobertura que presenta, expresado mediante los índices propuestos para las parcelas de área mínima (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; ver **Tabla**).

Tabla 2. Simbología de las clases de cobertura definidas para las parcelas de área mínima.

Código	Significado
r	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor del 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25 al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura igual o superior al 75%

Fuente: Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.

3. RESULTADOS

3.1 Antecedentes

3.1.1 La vegetación natural de Chile

Según la clasificación dada por Gajardo (1994), el área de estudio se inserta en la Región del matorral y del bosque esclerófilo, más específicamente en la Sub-región del Bosque esclerófilo. La formación del sitio de estudio corresponde al Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina, la cual Gajardo (1994) describe como:

“Su distribución se encuentra limitada por las altas pendientes de las laderas bajas y medias de las Cordillera de los Andes, lo que provoca la estratificación altitudinal súbita; al mismo tiempo presenta gran influencia el hecho de que ocupa un ambiente de carácter muy árido en el verano y frío en invierno, sin la influencia reguladora del océano. El patrón de distribución de las comunidades vegetales se debe principalmente a la variación en altitud y la exposición a la radiación solar, aunque también es importante el relieve.

El paisaje vegetal corresponde al de un bosque esclerófilo, que a menudo se encuentra muy intervenido, con matorral en las laderas de exposición al norte. Sobre su composición florística hay pocos antecedentes, pero es una formación que señala el límite de distribución más austral de varias especies.

Para esta formación, Gajardo (1994) describe 18 comunidades, las que se muestran en la **Tabla** .

Tabla 3. Comunidades potenciales para la formación del Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina.

Comunidad	Nombres comunes
<i>Quillaja saponaria-Lithrea caustica</i>	Quillay-Litre
<i>Quillaja saponaria-Colliguaja odorifera</i>	Quillay-Colliguay
<i>Cryptocarya alba-Quillaja saponaria</i>	Peumo-Quillay
<i>Cryptocarya alba-Lithrea caustica</i>	Peumo-Litre
<i>Puya violacea-Colliguaja odorifera</i>	Chagualillo-Colliguay
<i>Acacia caven-Lithrea caustica</i>	Espino-Litre
<i>Persea lingue-Luma chequen</i>	Lingue-Chequén
<i>Puya berteroniana-Adesmia arborea</i>	Chagual-Palhuén
<i>Chusquea cumingii</i>	Quila

Fuente: Gajardo (1994).

3.1.2 Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile

Según la clasificación dada por Luebert y Pliscoff (2006), el área de estudio correspondería al Bosque esclerófilo, específicamente el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*. Los autores definen este piso vegetacional como:

"Bosque esclerófilo, típicamente dominado por *Lithrea caustica*, *Quillaja saponaria* y *Kageneckia oblonga*; *Cryptocarya alba* es localmente abundante en los sectores de mayor humedad. La estrata arbustiva es muy diversa, destacando la presencia de *Escallonia pulverulenta*, *Proustia cuneifolia*, *Colliguaja odorifera*, *Satureja gilliesii* y *Teucrium bicolor*. La estrata herbácea también es diversa, con importante presencia de geófitas, como *Alstroemeria haemantha*, *Pasithea coerulea* y *Solenumelus pedunculatus*. Las laderas rocosas de exposición norte generalmente presentan un matorral dominado por *Colliguaja odorifera*, *Puya berteroniana* y *Echinopsis chiloensis*, con presencia de individuos aislados de *Quillaja saponaria* o *Lithrea caustica*. En algunas zonas costeras este bosque se encuentra asociado con *Jubaea chilensis*."

Para este piso vegetacional, los autores describen 9 comunidades zonales (ver **Tabla 4**), 3 comunidades intrazonales (ver **Tabla 5**).

Tabla 4. Comunidades zonales en el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*.

Comunidades zonales	Referencia bibliográfica (todas citadas en Luebert y Pliscoff 2006)
<i>Quillajo-Lithraeetum</i>	Oberdofer 1960, Villaseñor y Serey 1980, Balduzzi et al. 1981, 1982, Avilez 2001
<i>Jubaeetum</i>	Oberdofer 1960, Villaseñor y Serey 1980, Balduzzi et al. 1981, 1982, Avilez 2001
<i>Quillaja saponaria-Lithrea caustica</i>	Donoso 1982, Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002

Comunidades zonales	Referencia bibliográfica (todas citadas en Luebert y Pliscoff 2006)
<i>Quillaja saponaria</i> - <i>Colliguaja odorifera</i>	Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002
<i>Cryptocarya alba</i> - <i>Quillaja saponaria</i>	Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002
<i>Cryptocarya alba</i> - <i>Lithrea caustica</i>	Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002
<i>Jubaea chilensis</i> - <i>Lithrea caustica</i>	Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002
<i>Puya berteroniana</i> - <i>Adesmia arborea</i>	Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002
<i>Chusquea cumingii</i>	Gajardo 1994, Niemeyer et al. 2002

Fuente: Luebert y Pliscoff 2006.

Tabla 5. Comunidades intrazonales en el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*.

Comunidades intrazonales	Referencia bibliográfica (todas citadas en Luebert y Pliscoff 2006)
<i>Persea lingue</i> - <i>Luma chequen</i> (quebradas)	Gajardo 1994
<i>Persea lingue</i> - <i>Drimys winteri</i>	Niemeyer et al. 2002
<i>Cryptocarya alba</i> - <i>Persea lingue</i>	Niemeyer et al. 2002

Fuente: Luebert y Pliscoff 2006.

3.2 Resultados de terreno

3.2.1 Vegetación

En la campaña de terreno realizada entre los días 26 y 27 de Abril, a partir de la rodalización de unidades vegetacionales en terreno y posterior gabinete, se identificaron 20 comunidades preliminares según su estratificación, cobertura y especies dominantes. Para simplificar los resultados, y asumiendo que las diferentes comunidades pueden corresponder a variaciones en el muestreo visual de cada formación, estas formaciones preliminares se agruparon finalmente en 8 formaciones vegetales. Las unidades preliminares y finales para el sitio de estudio se enumeran en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Formaciones vegetales encontradas en el sitio de estudio.

Nombre Unidad Vegetacional	Comunidades preliminares	Formación final
UV01	Asociación Peumo, Litre, Boldo y Quillay	Bosque de Peumo y Litre
UV05	Asociación de Peumo y Litre	
UV06	Asociación de Peumo y Litre	
UV08	Asociación de Peumo, Litre y Boldo	
UV11	Asociación de Peumo, Litre y Quillay	
UV04	Asociación de Lingue y Peumo	Bosque de Lingue
UV07	Asociación de Lingue y Pitra	
UV12	Asociación de Lingue y Zazamora	
UV13	Asociación de Lingue y Peumo	
UV19	Asociación de Eucalipto y Litre	Bosque de Eucalipto

Nombre Unidad Vegetacional	Comunidades preliminares	Formación final
UV14	Asociación de Espino y Peumo	Matorral de Espino
UV17	Asociación de Espino y Litre	
UV09	Asociación de Vautro	Matorral de Vautro
UV10	Asociación de Sauce chileno y Vautro	
UV15	Asociación de Vautro y Romerillo	
UV18	Asociación de Vautro y Sauce chileno	
UV16	Asociación de Colliguay y Quila	Matorral de Colliguay y Quila
UV02	Asociación de Espino, Romerillo, Huañil	Matorral de Romerillo, Espino y Huañil
UV20	Asociación de Zarzamora y Quilo	Matorral de Zarzamora
UV03	Asociación de Zarzamora y Espino	Matorral de Zarzamora y Espino

Fuente: Elaboración propia (2014).

En Anexo 1, Lamina 2 se observa la distribución de cada formación vegetal en el área de estudio.

3.2.1.1 Bosque de Peumo y Litre LA₆ LB₃ H₂

Corresponde a la formación de mayor extensión en el sitio de estudio. Se desarrolla tanto en las laderas de exposición sur como en los piedemonte, pudiendo cubrir gran parte de los sitios de baja pendiente en las laderas bajas.

El estrato leñoso alto posee una cobertura densa, la cual está constituida por una diversa composición de especies. Las principales corresponden a Peumo (*Cryptocarya alba*) y Litre (*Lithraea caustica*), cada una con cobertura poco densa. Estas especies se encuentran casi siempre acompañadas por Boldo (*Peumus boldus*), la cual también alcanza cobertura poco densa. También es común encontrar individuos dispersos de Quillay (*Quillaja saponaria*) a través de esta formación. En casos puntuales, se puede observar individuos de Naranjillo (*Citronella mucronata*) creciendo en esta formación, árbol que fue encontrado en la unidad UV06.

El estrato leñoso bajo no tiene mayor representación, teniendo cobertura muy clara debido al espeso estrato leñoso alto. La especie que tiene mayores coberturas en este estrato corresponde a la Quila (*Chusquea cumingii*), la cual crece en densas comunidades localmente agrupadas heterogéneamente, pudiendo formar manchones de cobertura muy densa. En las partes más oscuras del bosque es posible encontrar especies como *Eupatorium glechonophyllum* o *Escallonia pulverulenta*. Por otra parte, en los sitios más claros del bosque es posible encontrar Huingan (*Schinus polygamus*) o Crucero (*Colletia hystrix*).

El estrato herbáceo es escaso, debido a la falta de luminosidad que penetra el bosque, además de la época en que se realizó la campaña de terreno. Es posible observar diversas especies de Culantrillos (*Adiantum* spp), *Nassella chilensis*, *Tetilla hydrocotilifolia*, Maicillo (*Solenometus pedunculatus*) y *Dioscorea humile*.

Es necesario destacar que en esta formación es muy común la presencia de lianas, tales como *Diplolepis menziesii*, *Proustia pyrifolia*, *Lardizabala biternata* y *Mutisia rosea*.

3.2.1.2 Bosque de Lingue LA₇ LB₃ H₁

Es una formación que se encuentra exclusivamente en los hábitats de fondo de quebrada, por lo que se ve restringida en sitios con altos grados de humedad. Su composición específica puede variar dependiendo del grado de perturbación que recibe esta formación.

El estrato leñoso alto tiene una cobertura muy densa, y puede variar dependiendo de la unidad que se analiza, pero la especie más común que se mantiene siempre presente en esta formación corresponde al Lingue (*Persea lingue*). En los sitios menos perturbados, tales como la unidad UV07, el Lingue se encuentra acompañado por Pitra (*Myrceugenia exsucca*), especie que se encuentra con coberturas poco densa. En sitios más perturbados, se encuentra acompañada por Maqui (*Aristotelia chilensis*).

El estrato leñoso bajo depende en su cobertura y composición del grado de perturbación de la unidad vegetacional. En las unidades menos perturbadas, se encuentra formada principalmente por Chequen (*Luma chequen*) y Codoicopú (*Myoschilos oblongum*). En las zonas riparianas, este estrato está dominado por especies como Culén (*Otholobium glandulosum*) y Ñipa (*Escallonia illinita*). En los sitios más perturbados, este estrato se encuentra con coberturas muy altas, dominado por Zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

El estrato herbáceo es muy escaso, compuesto sólo por especies principalmente riparianas, tales como *Cyperus rigens*, *C. eragrostis*, *Polypogon australis*, *Mimulus luteus*, entre otras.

En los sitios más perturbados, es muy común la presencia de la forma trepadora del Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*).

3.2.1.3 Bosque de Eucalipto LA₆ LB₁

Corresponde a un pequeño rodal ubicado en la terraza aluvial del río, el cual forma una comunidad boscosa gracias a un levantamiento de la caja de río que permite un gran desarrollo de la vegetación a pesar de las ocasionales subidas del río.

La formación está constituida principalmente por un estrato leñoso de cobertura densa. Esta estrata se compone exclusivamente de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*). El estrato leñoso bajo sólo presenta algunos individuos ocasionales de Litre (*Lithraea caustica*). El estrato herbáceo no presenta ninguna

especie, al menos durante la fecha de la campaña de terreno. Sólo se encontró la enredadera *Ercilla spicata* creciendo entre los ejemplares de Litre.

3.2.1.4 Matorral de Espino LA₂ LB₅ H₃

Corresponde a una formación que se encuentra en sitios planos del sitio de estudio. Probablemente corresponde a una fase avanzada de un matorral altamente perturbado por la presencia del ganado, debido a la baja cobertura de la vegetación a pesar del desarrollo de las especies leñosas.

El estrato leñoso alto está formado por especies remanentes de un antiguo bosque esclerófilo explotado, por lo que son árboles que se encuentran distanciados entre ellos, por lo que poseen una cobertura muy clara. Este estrato presenta especies como Peumo, Quillay y Litre.

El estrato leñoso bajo tiene una cobertura poco densa, la cual presenta principalmente al Espino (*Acacia caven*), la cual tiene una cobertura de un poco densa. También es posible encontrar renovales del bosque esclerófilo, principalmente Litre (*Lithraea caustica*).

El estrato herbáceo se presenta dominado principalmente por especies anuales, por lo que durante la fecha de terreno, éstas se encontraban en senescencia. Probablemente durante los meses de invierno y primavera este estrato tiene una cobertura cercana al 100%, pero durante la fecha de terreno era escasa. Las principales especies encontradas en dispersión de semillas corresponden a Madi (*Madia sativa*) y Manzanillón (*Helonium aromaticum*), mientras que la única que se encuentra recién apareciendo para esta temporada corresponde a *Dioscorea humile*.

3.2.1.5 Matorral de Vautro LA₁ LB₃ H₄

Es una formación ampliamente extendida a lo largo de la terraza aluvial que se encuentra en el lecho del Río Codegua. Esta formación corresponde a la primera etapa sucesiva de la vegetación tras la regeneración de ésta a partir de las perturbaciones ocurridas debido al aumento del caudal del Río.

El estrato leñoso alto tiene una baja participación, la cual corresponde a una cobertura muy escasa. Éste se compone principalmente por la presencia del Sauce chileno (*Salix humboldtiana*), la cual se puede encontrar de manera aislada, aunque en algunos puntos muy cercano a cuerpos de agua lenticos se pueden observar densos bosquetes de esta especie. También es posible encontrar algunos individuos aislados de Fresno (*Fraxinus excelsius*), una especie introducida naturalizada en el sitio de estudio.

El estrato leñoso bajo tiene una cobertura muy clara, la cual está formada principalmente por Vautro (*Baccharis salicifolia*). Esta especie es la más frecuente en la formación, aunque es posible encontrar una rica composición específica en esta estrata. También es posible observar diversas especies de *Baccharis* spp además de *B. salicifolia* (i.e. *B. linearis* y *B. neai*), Zarzaparrilla (*R. punctatum*) y Buchu (*Haplopappus velutinus*). Es interesante también la presencia de especies provenientes de la región vegetacional altoandina, las cuales pueden llegar a las menores altitudes como las del sitio de estudio gracias al transporte de los propágulos de estas plantas gracias al flujo del Río. Entre estas especies, se puede encontrar Mata negra (*Mulinum spinosum*), Horizonte (*Tetraglochin alatum*) y *Phacelia secunda*.

El estrato herbáceo tiene una cobertura clara, la cual está dominada principalmente por *Galega officinalis*, especie introducida que muestra un gran desarrollo en esta formación. Las otras especies de este estrato tienen una participación mucho menor, aunque algunas tienen una frecuencia relativamente alta, tales como el Paico (*Chenopodium multifidum*), *Conyza* cfr *spiculosa*, Viravira (*Gnaphalium viravira*) y *Verbascum virgatum*.

3.2.1.6 Matorral de Colliguay y Quila LA₃ H₃

Corresponde a una formación presente en afloramientos rocosos de alta exposición, cercana al lecho del río. Su fisionomía y composición de especies es de la naturaleza de la vegetación encontrada en laderas de exposición norte.

El estrato leñoso bajo tiene una cobertura clara, en la cual la principal especie corresponde al Colliguay (*Colliguaja odorifera*), la cual tiene por sí sola una cobertura clara. Otra especie muy común en este estrato corresponde a la Quila (*Chusquea cumingii*), la cual tiene una cobertura muy clara. También es posible encontrar especies propias de ambientes secos y con suelos de alta pedregosidad, tales como el Quisco (*Echinopsis chiloensis*) y diferentes especies de Chagual (*Puya coerulea* y *P. berteroniana*), además de especies de ambientes más mesicos, como el Mitique (*Podanthus mitiqui*).

El estrato herbáceo tiene una cobertura muy clara, en la cual actualmente las especies se encuentran en etapa de senescencia. De este estrato, es posible encontrar especies como *Chaetanthera chilensis*, *Plantago hispidula*, *Vulpia myuros* y *Lamarckia aurea*.

3.2.1.7 Matorral de Romerillo, Espino y Huañil LB₃ H₃

Es una formación que se encuentra en la terraza aluvial del Río Codegua, aunque a diferencia del Matorral de Vautro, corresponde a una sucesión vegetal más avanzada, en la que las

perturbaciones por el crecimiento del caudal no han afectado hace bastante tiempo, y se han establecido especies forestales secundarias.

El estrato leñoso bajo está formado por una gran cantidad de especies propias de las comunidades que se encuentran en sitios áridos del matorral esclerófilo. En esta formación, este estrato tiene una cobertura clara, y es posible encontrar principalmente Romerillo (*Baccharis linearis*) y Huañil (*Proustia cuneifolia*). Otra especie muy común en esta formación es el Espino (*Acacia caven*), lo cual refleja la presencia de ganado en estos sitios. En los lugares donde se ha alcanzado una mayor sucesión, es posible encontrar Litre (*Lithraea caustica*). Cabe destacar la presencia de Bailahuén (*Haplopappus taeda*) en esta estrata.

El estrato herbáceo es muy similar en composición al del Matorral de Vautro. Sin embargo, la falta de la hierba introducida *Galega officinalis*, hace que la cobertura sea mucho más baja, llegando a ser muy escasa.

3.2.1.8 Matorral de Zarzamora LB₇

Corresponde a una formación de alta antropización que se encuentra distribuida principalmente en los sitios de alta humedad, alrededor de canales de regadío, o sitios cercanos al curso natural del Río con un alto impacto de perturbación humana.

El estrato leñoso bajo es extremadamente denso, con una cobertura muy densa, y se encuentra completamente dominado por Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), por lo que es casi imposible penetrar. Es posible observar algunas especies muy ocasionales emergiendo del matorral formado por la Zarzamora, tales como Maqui (*Aristotelia chilensis*) y Sauce chileno (*Salix humboldtiana*). En esta formación es posible encontrar muy comúnmente a la forma trepadora del Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) creciendo por sobre la Zarzamora.

3.2.1.9 Matorral de Zarzamora y Espino LB₃H₄

Al igual que en la formación comentada previamente, esta corresponde a una formación originada por el alto nivel de antropización. Sin embargo, en este caso, esta formación se encuentra en lugares secos alejados de quebradas o cursos de agua. Estos sitios corresponden a suelos despejados de vegetación para diversos fines, ya sea para cultivo, ganadería o servicio para las torres de alta tensión.

El estrato leñoso bajo se encuentra acumulado en los bordes de los polígonos, donde la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*) crece densamente en los bordes de los bosques que rodean a estos polígonos, sirviendo como cerco vivo para la separación de cuarteles o potreros. Al centro se encuentran especies como Espino o Romerillo de manera ocasional.

El estrato herbáceo corresponde a una estrata estacional que durante los meses de invierno y primavera tiene una gran cobertura. Sin embargo, durante la visita de terreno se encontraban la mayoría de las especies en senescencia, pudiéndose observar especies estivales tardías como el Madi (*Madia sativa*), *Baccharis pingraea* y *Verbena bonariensis*.

3.2.2 Flora

A partir de las parcelas y muestreos mediante recorridos visuales, se encontraron 124 especies de plantas vasculares en el área de estudio (con una especie con dos variedades; *Adiantum chilense*), las que se muestran en conjunto a su sistemática en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Inventario florístico en conjunto con la sistemática de cada especie encontrada.

Clase	Familia	Género	Especie	
Polypodiopsida	Azollaceae	<i>Azolla</i>	<i>Azolla filiculoides</i>	
	Blechnaceae	<i>Blechnum</i>	<i>Blechnum hastatum</i>	
	Pteridaceae	<i>Adiantum</i>	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	
		<i>Adiantum</i>	<i>Adiantum chilense</i> var. <i>sulphureum</i> <i>Adiantum excisum</i>	
Equisetopsida	Equisetaceae	<i>Equisetum</i>	<i>Equisetum bogotense</i>	
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Lithrea</i>	<i>Lithrea caustica</i>	
	Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus polygamus</i>	
	Apiaceae	<i>Eryngium</i>	<i>Eryngium paniculatum</i>	
		<i>Gymnophyton</i>	<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	
		<i>Hydrocotyle</i>	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	
		<i>Mulinum</i>	<i>Mulinum spinosum</i>	
	Apocynaceae	<i>Diplolepis</i>	<i>Diplolepis menziesii</i>	
	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Acrisione</i>	<i>Acrisione denticulata</i>
			<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis linearis</i>
				<i>Baccharis neai</i>
<i>Baccharis paniculata</i>				
<i>Baccharis pingraea</i>				
<i>Baccharis rhomboidalis</i>				
<i>Baccharis salicifolia</i>				
<i>Carthamus</i>		<i>Carthamus lanatus</i>		
<i>Chaetanthera</i>		<i>Chaetanthera chilensis</i>		
		<i>Chaetanthera ciliata</i>		
<i>Conyza</i>	<i>Conyza</i> cfr. <i>spiculosa</i>			
<i>Eupatorium</i>	<i>Eupatorium glechonophyllum</i>			
<i>Filago</i>	<i>Filago gallica</i>			
<i>Gamochoeta</i>	<i>Gamochoeta chamissonis</i>			

Clase	Familia	Género	Especie
		<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium viravira</i>
		<i>Gochnatia</i>	<i>Gochnatia foliolosa</i>
			<i>Haplopappus macrocephalus</i>
		<i>Haplopappus</i>	<i>Haplopappus taeda</i>
			<i>Haplopappus velutinus</i>
		<i>Helenium</i>	<i>Helenium aromaticum</i>
		<i>Madia</i>	<i>Madia sativa</i>
		<i>Mutisia</i>	<i>Mutisia rosea</i>
		<i>Mutisia</i>	<i>Mutisia spinosa</i>
		<i>Podanthus</i>	<i>Podanthus mitiqui</i>
			<i>Proustia cuneifolia</i>
		<i>Proustia</i>	<i>Proustia pyrifolia</i>
		<i>Senecio</i>	<i>Senecio</i> sp (a.f.)
		<i>Sonchus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
		<i>Tanacetum</i>	<i>Tanacetum parthenium</i>
		<i>Trichocline</i>	<i>Trichocline aurea</i>
		<i>Triptillion</i>	<i>Triptillion spinosum</i>
		<i>Viguiera</i>	<i>Viguiera revoluta</i>
	Berberidaceae	<i>Berberis</i>	<i>Berberis chilensis</i> var. <i>chilensis</i>
	Boraginaceae	<i>Phacelia</i>	<i>Phacelia secunda</i>
	Brassicaceae	<i>Cardamine</i>	<i>Cardamine hirsuta</i>
		<i>Hirschfeldia</i>	<i>Hirschfeldia incana</i>
	Buddlejaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja globosa</i>
	Cactaceae	<i>Echinopsis</i>	<i>Echinopsis chiloensis</i>
	Calceolariaceae		<i>Calceolaria angustifolia</i>
		<i>Calceolaria</i>	<i>Calceolaria thyrsoiflora</i>
	Callitrichaceae	<i>Callitriche</i>	<i>Callitriche lechleri</i>
	Celastraceae	<i>Maytenus</i>	<i>Maytenus boaria</i>
	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium multifidum</i>
	Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i>	<i>Cuscuta</i> sp (a.f.)
	Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia</i>	<i>Aristotelia chilensis</i>
	Escalloniaceae		<i>Escallonia illinita</i>
		<i>Escallonia</i>	<i>Escallonia pulverulenta</i>
	Euphorbiaceae	<i>Colliguaja</i>	<i>Colliguaja odorifera</i>
	Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia caven</i>
		<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia confusa</i>
		<i>Galega</i>	<i>Galega officinalis</i>
		<i>Otholobium</i>	<i>Otholobium glandulosum</i>
		<i>Sophora</i>	<i>Sophora macrocarpa</i>

Clase	Familia	Género	Especie
	Francoaceae	<i>Tetilla</i>	<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>
	Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>Geranium core-core</i>
	Grossulariaceae	<i>Ribes</i>	<i>Ribes punctatum</i>
	Icacinaceae	<i>Citronella</i>	<i>Citronella mucronata</i>
	Lardizabalaceae	<i>Lardizabala</i>	<i>Lardizabala biternata</i>
	Lauraceae	<i>Cryptocarya</i>	<i>Cryptocarya alba</i>
		<i>Persea</i>	<i>Persea lingue</i>
	Monimiaceae	<i>Peumus</i>	<i>Peumus boldus</i>
	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>
		<i>Luma</i>	<i>Luma chequen</i>
		<i>Myrceugenia</i>	<i>Myrceugenia exsucca</i>
	Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>Fraxinus excelsum</i>
	Onagraceae	<i>Epilobium</i>	<i>Epilobium ciliatum</i>
		<i>Ludwigia</i>	<i>Ludwigia peploides</i>
		<i>Oenothera</i>	<i>Oenothera stricta</i>
	Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>Argemone hunnemannii</i>
	Phrymaceae	<i>Mimulus</i>	<i>Mimulus glabratus var. variegatus</i>
	Phytolaccaceae	<i>Ercilla</i>	<i>Ercilla spicata</i>
	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago hispidula</i> <i>Plantago lanceolata</i>
		<i>Veronica</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia</i>	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>
		<i>Polygonum</i>	<i>Polygonum persicaria</i>
		<i>Rumex</i>	<i>Rumex acetosella</i> <i>Rumex pulcher</i>
	Quillajaceae	<i>Quillaja</i>	<i>Quillaja saponaria</i>
	Rhamnaceae	<i>Colletia</i>	<i>Colletia hystrix</i>
		<i>Retanilla</i>	<i>Retanilla ephedra</i>
	Rosaceae	<i>Kageneckia</i>	<i>Kageneckia oblonga</i>
		<i>Margyricarpus</i>	<i>Margyricarpus pinnatus</i>
		<i>Rubus</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>
		<i>Tetraglochin</i>	<i>Tetraglochin alatum</i>
	Salicaceae	<i>Populus</i>	<i>Populus nigra</i>
		<i>Salix</i>	<i>Salix humboldtiana</i> <i>Salix viminalis</i>
	Santalaceae	<i>Myoschilos</i>	<i>Myoschilos oblonga</i>
	Scrophulariaceae	<i>Alonsoa</i>	<i>Alonsoa meridionalis</i>
		<i>Verbascum</i>	<i>Verbascum virgatum</i>
	Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>Cestrum parqui</i>

Clase	Familia	Género	Especie	
Liliopsida	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum</i>	<i>Tropaeolum tricolor</i>	
	Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>Verbena bonariensis</i>	
	Vitaceae	<i>Cissus</i>	<i>Cissus striata</i>	
	Winteraceae	<i>Drimys</i>	<i>Drimys winteri</i>	
	Bromeliaceae		<i>Puya</i>	<i>Puya berteroaana</i>
				<i>Puya coerulea</i>
	Cyperaceae		<i>Carex</i>	<i>Carex berteroaana</i>
			<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus eragrostis</i>
				<i>Cyperus rigens</i>
			<i>Scirpus</i>	<i>Scirpus asper</i>
	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i>	<i>Dioscorea humile</i>	
	Iridaceae	<i>Solenomelus</i>	<i>Solenomelus pedunculatus</i>	
	Orchidaceae	-	Orchidaceae ¹ (a.f.)	
	Poaceae		<i>Aira</i>	<i>Aira caryophyllea</i>
<i>Avena</i>			<i>Avena barbata</i>	
<i>Chusquea</i>			<i>Chusquea cumingii</i>	
<i>Lamarckia</i>			<i>Lamarckia aurea</i>	
<i>Nassella</i>			<i>Nassella chilensis</i>	
<i>Polypogon</i>			<i>Polypogon australis</i>	
<i>Vulpia</i>			<i>Vulpia myuros</i> var. <i>megalura</i>	

Fuente: Elaboración propia (2014). a. f. = *absent florum*, no fue posible la identificación debido a que sólo se encontró material vegetal en fenofase estéril. Se necesitan órganos florales o fructíferos para la identificación.

¹ Considerando el ambiente en que crece y por su distribución, probablemente corresponde a *Gavilea venosa* (Lam.) Garay & Ormd.

En la **Tabla** se incluyen las especies presentes en el sitio de estudio, junto a su nombre común, origen biogeográfico, hábito y su categoría de conservación.

Tabla 8. Listado florístico e información de cada especie.

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Acacia caven</i>	Espino	N	A	-
<i>Acrisione denticulata</i>	Palpalén	N	Ar	-
<i>Adesmia confusa</i>	Palhuén	E	Ar	-
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>	Palito negro	N	Hp	Fuera de Peligro
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>sulphureum</i>	Palito negro	N	Hp	-
<i>Adiantum excisum</i>	Culantrillo	E	Hp	-
<i>Aira caryophylla</i>	Piojillo	I	Ha	-
<i>Alonsoa meridionalis</i>	Ajicillo	E	Hp	-
<i>Argemone hunnemannii</i>	Cardo blanco	N	Ha	-
<i>Aristolelia chilensis</i>	Maqui	N	A	-
<i>Avena barbata</i>	Avenilla	I	Ha	-
<i>Azolla filiculoides</i>	Luchecillo	N	Hp	-
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	N	Ar	-
<i>Baccharis neai</i>	-	N	Ar	-
<i>Baccharis paniculata</i>	Chilca	E	Ar	-
<i>Baccharis pingraea</i>	Ñupe	N	Ar	-
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	Huautru	N	Ar	-
<i>Baccharis salicifolia</i>	Vautro	N	Ar	-
<i>Berberis chilensis</i> var. <i>chilensis</i>	Michay	E	Ar	-
<i>Blechnum hastatum</i>	Quilquil	N	Hp	Fuera de Peligro, Preocupación Menor
<i>Buddleja globosa</i>	Matico	N	Ar	-
<i>Calceolaria angustifolia</i>	Topa-topa	E	Ar	-
<i>Calceolaria thyriflora</i>	Hierba dulce	E	Ar	-
<i>Callitriche lechleri</i>	Huencheco	N	Ha	-
<i>Cardamine hirsuta</i>	Berrillo	I	Ha	-
<i>Carex berteroaana</i>	Coirón	E	Hp	-
<i>Carthamus lanatus</i>	Flechilla	I	Ha	-
<i>Cestrum parqui</i>	Palqui	N	Ar	-
<i>Chaetanthera chilensis</i>	Chinita	N	Hp	-
<i>Chaetanthera ciliata</i>	Chinita	E	Ha	-
<i>Chenopodium multifidum</i>	Paico	N	Hp	-
<i>Chusquea cumingii</i>	Quila	E	Ar	-
<i>Cissus striata</i>	Voqui	N	L	-
<i>Citronella mucronata</i>	Naranjillo	E	A	Rara, Casi Amenazada
<i>Colletia hystrix</i>	Crucero	N	Ar	-

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Colliguaja odorifera</i>	Colliguay	N	Ar	-
<i>Conyza</i> cfr. <i>spiculosa</i>	-	E	Hp	-
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	E	A	-
<i>Cuscuta</i> sp	Cabello de ángel	-	P	-
<i>Cyperus eragrostis</i> var. <i>eragrostis</i>	Cortadera	N	Hp	-
<i>Cyperus rigens</i>	Chufa	N	Hp	-
<i>Dioscorea humile</i>	Oreja de ratón	E	Hp	-
<i>Diplolepis menziesii</i>	Voqui blanco	E	L	-
<i>Drimys winteri</i>	Canelo	N	A	-
<i>Echinopsis chilensis</i>	Quisco	E	S	Fuera de Peligro
<i>Epilobium ciliatum</i>	-	N	Hp	-
<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba del platero	N	Hp	-
<i>Ercilla spicata</i>	-	E	L	-
<i>Eryngium paniculatum</i>	Chupalla	N	Hp	-
<i>Escallonia illinita</i>	Ñipa	E	Ar	-
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	E	Ar	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	I	A	-
<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	Barba del viejo	E	Ar	-
<i>Filago gallica</i>	-	I	Ha	-
<i>Fraxinus excelsum</i>	Fresno	I	A	-
<i>Galega officinalis</i>	Galega	I	Hp	-
<i>Gamochaeta chamissonis</i>	-	E	Hp	-
<i>Geranium corecore</i>	Core-core	N	Hp	-
<i>Gnaphalium viravira</i>	Vira-vira	E	Hp	-
<i>Gochnatia foliolosa</i>	Mira-mira	E	Ar	-
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	Retamo	E	Ar	-
<i>Haplopappus macrocephalus</i>	Cacho de cabra	E	Ar	-
<i>Haplopappus taeda</i>	Bailahuén	E	Ar	Vulnerable
<i>Haplopappus velutinus</i>	Buchu	N	Ar	-
<i>Helenium aromaticum</i>	Manzanillón	E	Ha	-
<i>Hirschfeldia incana</i>	Mostacilla	I	Ha	-
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Tangué	N	Hp	-
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollén	E	A	-
<i>Lamarckia aurea</i>	-	I	Ha	-
<i>Lardizabala biternata</i>	Cogüitera	E	L	-
<i>Lithrea caustica</i>	Litre	E	A	-
<i>Ludwigia peploides</i> ssp. <i>peploides</i>	-	N	Hp	-
<i>Luma chequen</i>	Chequén	E	Ar	-
<i>Madia sativa</i>	Madi	N	Ha	-

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Hierba de la perilla	N	Ar	-
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	N	A	-
<i>Mimulus luteus</i> var. <i>variegatus</i>	Berro amarillo	E	Ha	-
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	N	Ar	-
<i>Mulinum spinosum</i>	Mata negra	N	Ar	-
<i>Mutisia rosea</i>	Clavel del campo	E	Ar	-
<i>Mutisia spinosa</i>	Clavel del campo	N	Ar	-
<i>Myoschilos oblongum</i>	Codoicopú	N	Ar	-
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	N	A	-
<i>Nassella chilensis</i>	Coirón	N	Hp	-
<i>Oenothera stricta</i>	Don Diego de la noche	N	Ha	-
Orchidaceae	Orquídea	-	Hp	-
<i>Otholobium glandulosum</i>	Culén	N	Ar	-
<i>Persea lingue</i>	Lingue	N	A	Vulnerable
<i>Peumus boldus</i>	Boldo	E	A	-
<i>Phacelia secunda</i>	Hierba de la cuncuna	N	Hp	-
<i>Plantago hispidula</i>	Llantén	E	Ha	-
<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	I	Hp	-
<i>Podanthus mitiqui</i>	Mitique	E	Ar	-
<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	I	Ha	-
<i>Polypogon australis</i>	Cola de zorro	N	Hp	-
<i>Populus nigra</i>	Álamo	I	A	-
<i>Proustia cuneifolia</i>	Huañil	N	Ar	-
<i>Proustia pyrifolia</i>	Tola blanca	E	L	-
<i>Puya berteroniana</i>	Chagual	E	S	-
<i>Puya coerulea</i>	Chagual	E	S	-
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	E	A	-
<i>Retanilla ephedra</i>	Retamo	E	Ar	-
<i>Ribes punctatum</i>	Zarzaparillo	N	Ar	-
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	I	Ar	-
<i>Rumex acetosella</i>	Romaza	I	Hp	-
<i>Rumex pulcher</i>	Romaza	I	Hp	-
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce chileno	N	A	-
<i>Salix viminalis</i>	Mimbre	I	A	-
<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	N	Ar	-
<i>Scirpus asper</i>	Estoquillo	N	Hp	-
<i>Senecio</i> sp	Senecio	-	Ar	-
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	Maicillo	E	Hp	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	Ñilhue	I	Ha	-

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Hábito	Categoría de conservación
<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayú	E	Ar	-
<i>Tanacetum parthenium</i>	Manzanilla cimarrona	I	Hp	-
<i>Tetilla hydrocotylifolia</i>	-	E	Hp	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	Horizonte	N	Ar	-
<i>Trichocline aurea</i>	-	E	Hp	-
<i>Triptilion spinosum</i>	Siempreviva	E	Hp	-
<i>Tropaeolum tricolor</i>	Soldadito	E	L	-
<i>Verbascum virgatum</i>	-	I	Ha	-
<i>Verbena bonariensis</i>	Verbena	N	Ha	-
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Verónica	N	Ha	-
<i>Viguiera revoluta</i>	Maravilla	N	Ar	-
<i>Vulpia myuros var. megalura</i>	-	I	Ha	-

Fuente: Benoit (1989), Baeza *et al.* (1998), Belmonte *et al.* (1998), MMA (2013), MMA (2012), MINSEGRPRES (2008a), MINSEGRPRES (2008b) MMA (2011c); N = Nativa no endémica, E = Endémica, I = Introducida, A = Árbol, Ar = Arbusto, Ha = Hierba anual, Hp = Hierba perenne, L = Liana, P = Parasita, S = Suculenta, CA = Casi Amenazada, FP = Fuera de Peligro, PM = Preocupación Menor, RA = Rara, VU = Vulnerable.

La información de cada parcela de muestreo se incluye en el Anexo II. La posición de cada parcela de muestreo en el área de estudio se incluye en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Parcelas de muestreo, junto a sus coordenadas geográficas.

Parcela	Coordenadas UTM*	
	m E	m S
C01	356028	6233555
C02	356055	6233574
C03	355986	6233723
C04	356052	6233786
C05	356069	6233685
C06	356107	6233604
C07	356192	6233617
C08	356435	6233522
C09	356415	6233419
C10	356490	6233384
C11	356706	6233250
C12	356864	6233015
C13	356880	6232963
C14	356969	6232920
C15	356217	6233446
C16	356300	6233384
C17	356362	6233285

Parcela	Coordenadas UTM*	
	m E	m S
C18	356634	6233201
C19	356697	6233210
C20	356769	6233071
C21	356933	6232850
C22	357022	6232862
C23	357014	6232997
C24	356679	6233133
C25	356449	6233229
C26	356342	6233428
C27	356143	6233491
C28	356248	6233653
C29	356397	6233555
C30	356232	6233519

Fuente: Elaboración propia (2014) *Datum WGS84 Huso 19 Sur.

En la **Figura 2** se observa la posición de cada una de las parcelas de muestreo de flora en el sitio de estudio.

Figura 2. Localización de las parcelas de muestreo en el área de estudio.



Fuente: DigitalGlobe (2014).

3.2.2.1 Análisis sistemático

En la **Tabla** se observa un resumen de los grupos taxonómicos encontrados en el área de estudio. Se encontraron 4 Clases, de las cuales la que cuenta con mayor riqueza específica corresponde a Magnoliopsida (dicotiledóneas) con 103 especies (83,1%), seguida por Liliopsida (monocotiledóneas), la cual posee 16 especies (12,9). Por otro lado, la Clase con menor riqueza corresponde a Equisetopsida, la cual posee sólo una especie (0,8%) correspondiente a *Equisetum bogotense*. A esta Clase le sigue Polypodiopsida, la cual posee 4 especies (3,2%).

Tabla 10. Resumen sistemático de la flora encontrada en el sitio de estudio.

Clase	N° de Familias	%	N° de Géneros	%	N° de especies	%
Polypodiopsida	3	5,6	3	2,8	4	3,2
Equisetopsida	1	1,9	1	0,9	1	0,8
Magnoliopsida	44	81,5	88	83	103	83,1
Liliopsida	6	11,1	14	13,2	16	12,9
Total	54	100	106	100	124	100

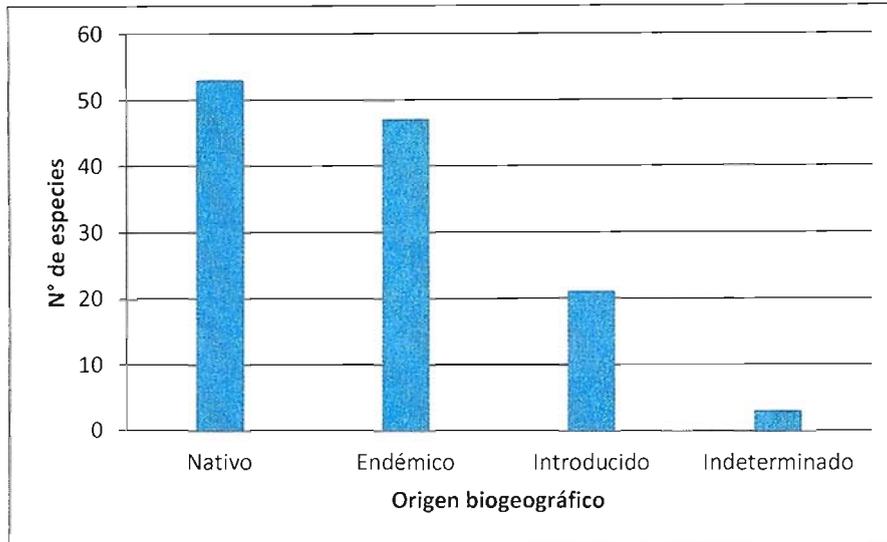
Fuente: Elaboración propia (2014).

La familia con mayor riqueza específica corresponde a Asteraceae (Magnoliopsida) con 31 especies, seguida de la familia Poaceae (Liliopsida), con 7 especies y Fabaceae, la cual presentó 5 especies. El género con mayor riqueza correspondió a *Baccharis* (Asteraceae), con 6 especies, seguido de *Haplopappus* (Asteraceae), la cual posee 3 especies.

3.2.2.2 Origen biogeográfico

Las especies encontradas en el área de estudio se clasificaron a partir de 3 tipos de origen biogeográfico, correspondientes a especies nativas no endémicas; endémicas; e introducidas o alóctonas. Tres especies se consideraron como indeterminadas, debido a que no fue posible realizar la identificación a nivel específico. En la **Figura** se muestra la riqueza específica en el área de estudio.

Figura 3. Origen biogeográfico de las especies en el sitio de estudio.



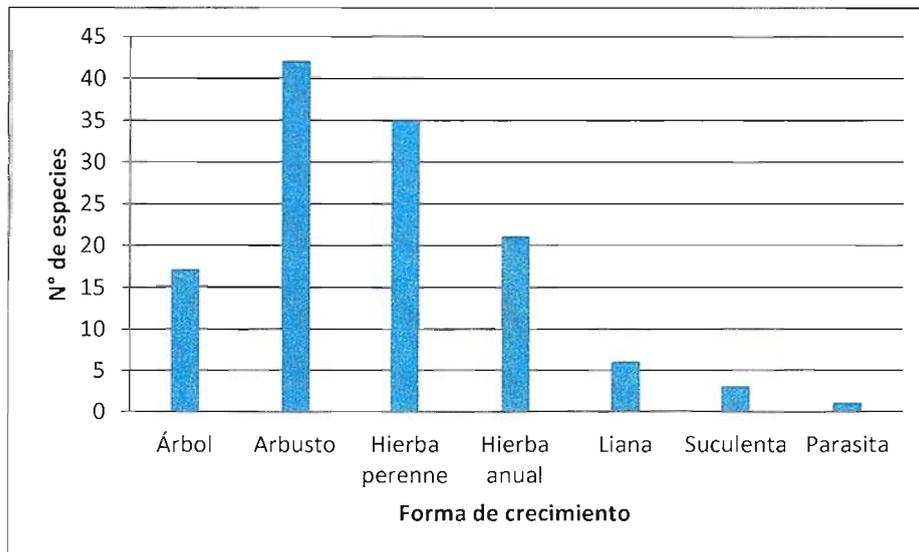
Fuente: Elaboración propia (2014).

Se observa que la mayoría de las especies encontradas son nativas no endémicas, representando el 42,7% (53 spp) de las especies en el área de estudio. Las especies nativas endémicas alcanzan el 37,9% con 47 especies. Por otra parte, el menor porcentaje de especies corresponden a introducidas (16,9% con 21 spp).

3.2.2.3 Forma de crecimiento

Se encontraron 7 formas de crecimiento en el área de estudio, correspondientes a árboles, arbustos, hierbas anuales, hierbas perennes, lianas, suculentas y parasitas. En la **Figura** se encuentra un resumen de las diferentes forma de crecimiento encontradas.

Figura 4. Formas de crecimiento respecto al origen de las especies encontradas.



Fuente: Elaboración propia (2014).

Se observa que la forma de vida más común corresponde a los arbustos, los cuales representan un 33,9% de la riqueza florística (42 spp). A esta forma de crecimiento le siguen las hierbas perennes, las que representan el 28,2% de las especies (35 spp). La forma de crecimiento más escasa corresponde a las parasitas, las que representan el 0,8% (1 sp correspondiente a *Cuscuta* sp). A esta le siguen las suculentas, las cuales representan el 2,4% de las especies (3 spp).

3.2.2.4 Estado de conservación

En el sitio de estudio se encontraron 6 especies con algún tipo de categoría de conservación a partir de las fuentes consultadas. Estas especies se encuentran detalladas en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Estado de conservación para las especies catalogadas en alguna categoría.

Especie	Procesos legales					Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit 1989)	Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural	
	D.S. N°13/13	D.S. N°19/12	D.S. N°50/08	D.S. N°51/08	D.S. N°42/11		Baeza et al. (1998)	Belmonte et al. (1998)
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>		FP					FP	
<i>Blechnum hastatum</i>		PM					FP	
<i>Citronella mucronata</i>	CA					RA		
<i>Echinopsis chiloensis</i>								FP
<i>Haplopappus taeda</i>			VU					
<i>Persea lingue</i>				VU	VU	VU		

Fuente: Benoit (1989), Baeza et al. (1998), Belmonte et al. (1998), MMA (2013), MMA (2012), MINSEGRPRES (2008a), MINSEGRPRES (2008b) MMA (2011c); CA = Casi Amenazada, FP = Fuera de Peligro, PM = Preocupación Menor, RA = Rara, VU = Vulnerable.

Se observa que dos especies se encuentran en categoría "Vulnerable", las cuales corresponden a *Persea lingue* y *Haplopappus taeda*. La primera se incluye en esa categoría en las fuentes legales D.S. N°51/08 y el D.S. N°42/11. Con la misma categoría se le incluye en la propuesta de Benoit (1989), en el "Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile". En cuanto a *H. taeda*, es incluida en la categoría "Vulnerable" a partir de la fuente legal D.S. N°50/08.

En cuanto a *Citronella mucronata*, esta se encuentra categorizada como "Casi Amenazada" según el D.S. N°13/13. A esta especie también la categoriza Benoit (1989) como "Rara". Sin embargo, debido al correspondiente orden de prelación para efectos del artículo 6° literal m) del Reglamento del SEIA, se asumirá mayor importancia a las categorías dadas por los procesos legales.

Este último efecto también se aplica para la especie *Blechnum hastatum*, la cual se encuentra en categoría "Preocupación Menor" según el D.S. N°19/12, a pesar de ser considerada como "Fuera de Peligro" por la propuesta de Baeza et al. (1998).

Por último, *Adiantum chilense* es clasificado, tanto por el D.S. N°19/12 como por Baeza *et al.* (1998), como una especie en categoría "Fuera de Peligro".

4. CONCLUSIONES

El sitio de estudio se establece en el Bosque esclerófilo de la pre-cordillera andina según Gajardo (1994), y el Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica* según Luebert y Pliscoff (2006).

A partir de la metodología COT, se encontraron 9 formaciones vegetacionales en el área de influencia, de los cuales 3 corresponden a bosques (Bosque de Peumo y Litre, Bosque de Lingue y Bosque de Eucalipto) y 6 correspondiente a matorral (Matorral de Espino, Matorral de Vautro, Matorral de Colliguay y Quila, Matorral de Colliguay y Quila, Matorral de Romerillo, Espino y Huañil, Matorral de Zarzamora y Matorral de Zarzamora y Espino).

A partir de las parcelas de muestreo, se encontraron 124 especies de plantas vasculares, de las cuales la mayoría corresponden a la Clase Magnoliopsida, seguida de la Clase Liliopsida. La familia con mayor riqueza corresponde a Asteraceae, seguida de Poaceae y Fabaceae. El género más diverso corresponde a *Baccharis*, seguido de *Haplopappus*.

Respecto al origen biogeográfico, la mayor cantidad de especies corresponden a especies nativas no endémicas (42,7%), seguidas de las nativas endémicas (37,9%). Por último, las especies introducidas corresponden al 16,9%.

En cuanto a las formas de crecimiento, la más común corresponde a los arbustos, seguidos de las hierbas perennes. Por otro lado, las formas de crecimiento más escasas corresponden a las parasitas y suculentas.

Se encontraron 6 especies con algún tipo de categoría de conservación, correspondientes a *Persea lingue*, *Haplopappus taeda* (ambas Vulnerables), *Citronella mucronata* (Casi Amenazada), *Blechnum hastatum* (Preocupación Menor), *Adiantum chilense* y *Echinopsis chiloensis* (Fuera de Peligro).

5. BIBLIOGRAFÍA

Baeza, M., Barrera, E., Flores, J., Ramírez, C. y Rodríguez, R. 1998. Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. 47: 23-46.

Belmonte, E., Faúndez, L., Flores, J., Hoffmann, A., Muñoz, M. y Teillier, S. 1998. Categorías de conservación de Cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. 47: 69-89.

Benoit, I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF. Santiago, Chile. 157 pp.

Etienne, M. y Prado, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras: Conceptos y manual de uso básico. Ciencias Agrícolas N°10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 165 pp.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile, 316 pp.

MINAGRI. 1995. Decreto Supremo N°13. Chile. Declara monumento natural las especies forestales Queule, Pitao, Belloto del Sur, Belloto del Norte y Ruil. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 3 de Marzo de 1995.

MINAGRI. 2009. Decreto Supremo N°68. Chile. Establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Diario oficial, 14 de agosto de 2009.

MINSEGPRES. 2009. Decreto Supremo N° 23. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 07 de mayo de 2009.

MINSEGPRES. 2008a. Decreto Supremo N° 50. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de Junio de 2008.

MINSEGPRES. 2008b. Decreto Supremo N° 51. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de Junio de 2008.

MINSEGPRES. 2007. Decreto Supremo N° 151. Chile. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 24 de Marzo de 2007.

MMA. 2005. Decreto Supremo N°75. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de Mayo de 2005.

MMA. 2011a. Decreto Supremo N°33. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres. Santiago, Chile. Diario oficial, 27 de Febrero de 2012.

MMA. 2011b. Decreto Supremo N°41. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de Abril de 2012.

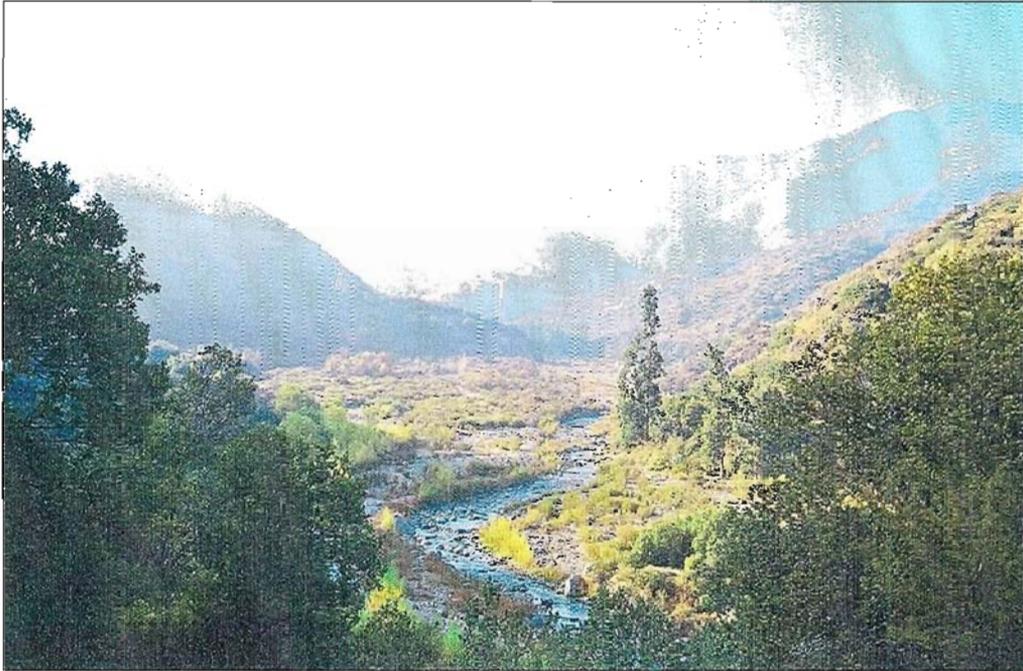
MMA. 2011c. Decreto Supremo N°42. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de Abril de 2012.

MMA. 2013. Decreto Supremo N°13. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres. Santiago, Chile. Diario oficial, 17 de Abril de 2013.

Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley. New York. 547 pp.

Ravenna, P., Teillier, S., Macaya, J., Rodríguez, R. y Zöllner, O. 1998. Categoría de conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. 47: 47-68.

APENDICE 1
FOTOGRAFIAS



Fotografía 1: Vista general del área de estudio.



Fotografía 2: Bosque de Peumo y Litré.



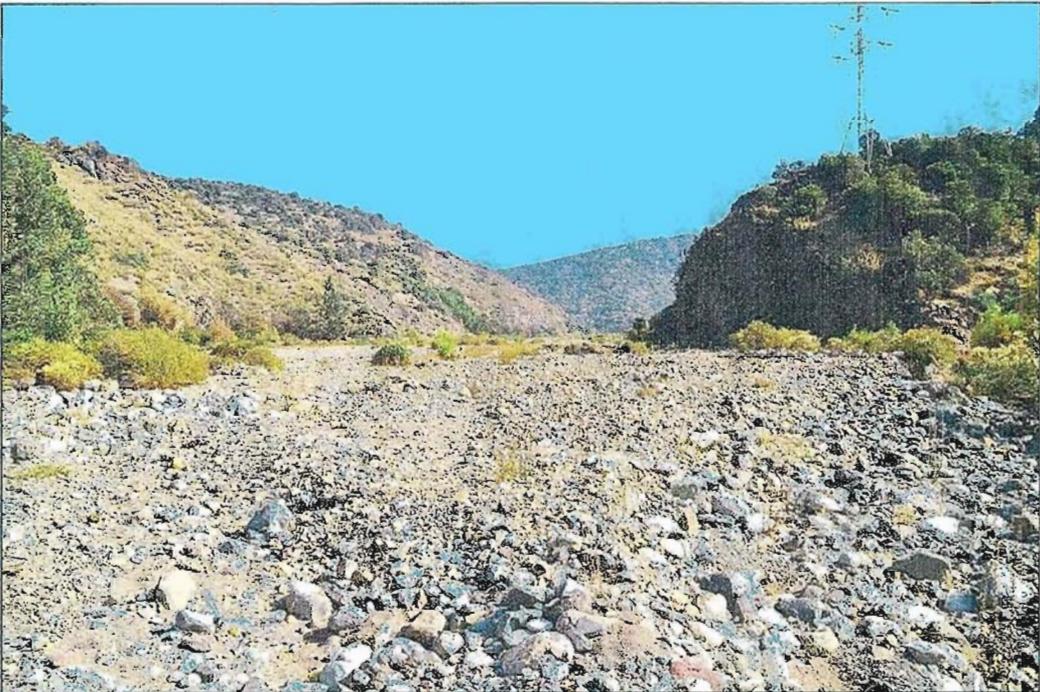
Fotografía 3: Bosque de Lingue.



Fotografía 4: Bosque de Eucalipto



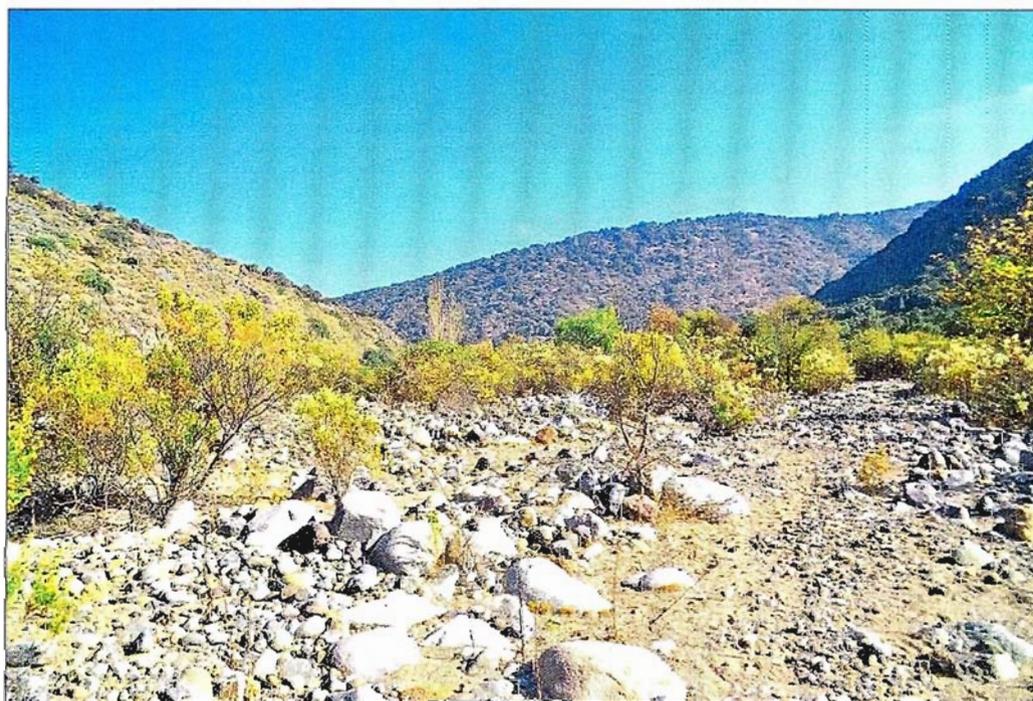
Fotografía 5: Matorral de Espino.



Fotografía 6: Matorral de Vautro.



Fotografía 7: Matorral de Colliguay y Quila.



Fotografía 8: Matorral de Romerillo, Espino y Huañil.



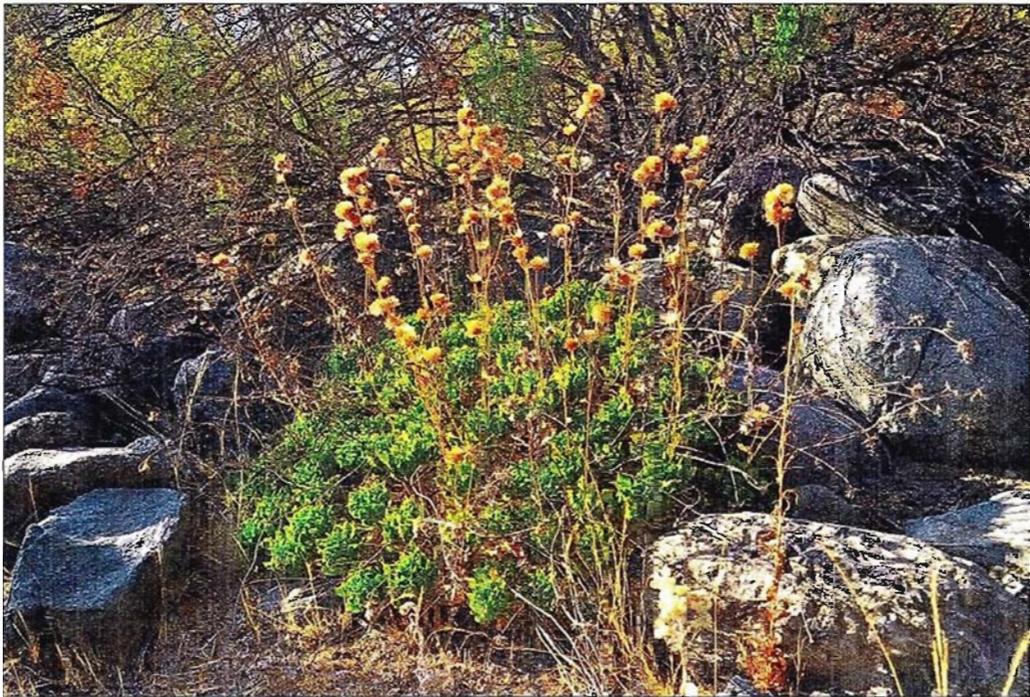
Fotografía 9: Matorral de Zarzamora.



Fotografía 10: Matorral de Zarzamora y Espino.



Fotografía 11: Ramas, hojas y frutos de Lingue (*Persea lingue*).



Fotografía 12: Hábito de Baillahuén (*Haplopappus taeda*).



Fotografía 13: Hojas de Bailahuén (*Haplopappus taeda*).



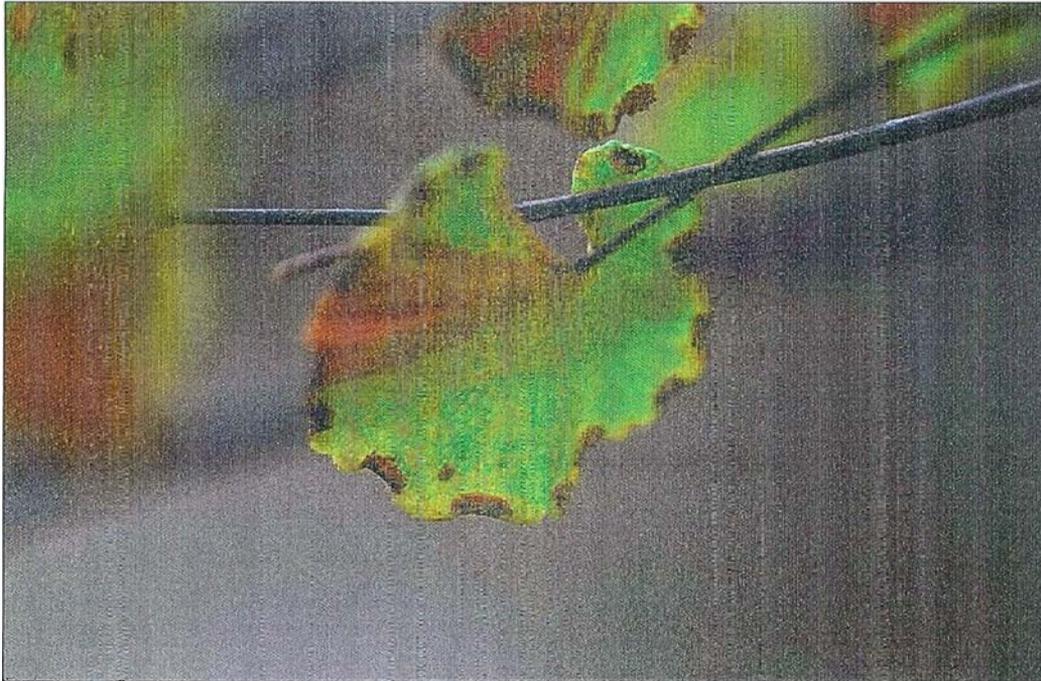
Fotografía 14: Rama con hojas de Naranjillo (*Citronella mucronata*).



Fotografía 15: Fronda de Quilquil (*Blechnum hastatum*).



Fotografía 16: Individuo de Quisco (*Echinopsis chilensis*).



Fotografía 17: Pina de fronda de Paliio negro (*Adiantum chilense*).



Fotografía 18: Ramas con frutos en proceso de madurez de Peumo (*Cryptocarya alba*).



Fotografía 19: Individuo y hábito de Litre (*Lithraea caustica*).



Fotografía 20: Hábito de Vautro (*Baccharis salicifolia*).



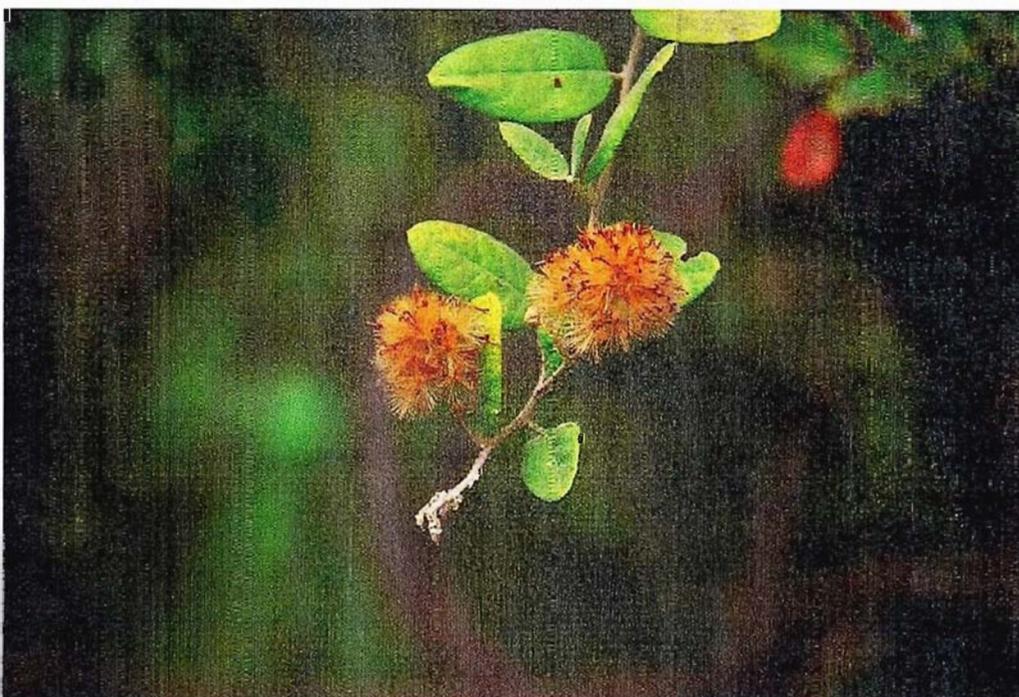
Fotografía 21: Rama con inflorescencia de Romerillo (*Baccharis linearis*).



Fotografía 22: Ramas con flores cuajadas de Pitra (*Myrceugenia exsucca*).



Fotografía 23: Hábito voluble de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*).



Fotografía 24: Rama, capítulos y achenios de Tola blanca (*Proustia pyrifolia*).

APENDICE 2

Tabla 3. Información de la flora de cada parcela de muestreo.

Espece	C0 1	C0 2	C0 3	C0 4	C0 5	C0 6	C0 7	C0 8	C0 9	C1 0	C1 1	C1 2	C1 3	C1 4	C1 5	C1 6	C1 7	C1 8	C1 9	C2 0	C2 1	C2 2	C2 3	C2 4	C2 5	C2 6	C2 7	C2 8	C2 9	C3 0
<i>Acacia caven</i>					2			2		2				+						2			2	2						
<i>Acrisione denticulata</i>	+																													
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>chilense</i>			r																											
<i>Adiantum chilense</i> var. <i>sulphureum</i>	+					r	+																					1		
<i>Aira caryophyllea</i>			2																											
<i>Aristotelia chilensis</i>		+																												3
<i>Avena barbata</i>		r																												
<i>Azolla filiculoides</i>															+															
<i>Baccharis linearis</i>													+	3		4		2		2				3			r			
<i>Baccharis neai</i>													r																	
<i>Baccharis pingraea</i>								+					r																	
<i>Baccharis salicifolia</i>												2	2			2							1	2	2	r				
<i>Buddleja globosa</i>														+																
<i>Callitriche lechleri</i>															+															
<i>Cestrum parqui</i>									+																					r
<i>Chenopodium multifidum</i>																					2				1					
<i>Chusquea cumingii</i>	2		5				2				2												1					2	3	
<i>Cissus striata</i>	+																													+
<i>Colletia hystrix</i>																				2										
<i>Colliguaja odorifera</i>			1			+					3	+																		
<i>Conyza</i> cfr <i>spiculosa</i>																+														
<i>Cryptocarya alba</i>	2		1		r	3	3			5	2								2				5					4	3	2
<i>Dioscorea humile</i>			r																+											
<i>Diplolepis manziesii</i>						r																								
<i>Echinopsis chiloensis</i>												+								r	r									

Especie	C0 1	C0 2	C0 3	C0 4	C0 5	C0 6	C0 7	C0 8	C0 9	C1 0	C1 1	C1 2	C1 3	C1 4	C1 5	C1 6	C1 7	C1 8	C1 9	C2 0	C2 1	C2 2	C2 3	C2 4	C2 5	C2 6	C2 7	C2 8	C2 9	C3 0
<i>Equisetum bogotense</i>				2																										
<i>Ercilla spicata</i>																					+									
<i>Eryngium paniculatum</i>															r															
<i>Escallonia illinita</i>		+		1									2	2																
<i>Escallonia pulverulenta</i>	+											+																		
<i>Eucalyptus globulus</i>																					4									
<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	r																													
<i>Fraxinus excelsum</i>																							+							
<i>Galega officinalis</i>				3								+	2	4											3	2				
<i>Gamochaeta chamissonis</i>																					+									
<i>Gnaphalium viravira</i>														2	2	+					+	1				+				
<i>Haplopappus macrocephalus</i>																					1									
<i>Haplopappus taeda</i>															+															
<i>Haplopappus velutinus</i>												2																		
<i>Helenium aromaticum</i>										2																				
<i>Hirschfeldia incana</i>								r				+															r			
<i>Kageneckia oblonga</i>						+																	2						2	
<i>Lamarckia aurea</i>																		+				+								
<i>Lardizabala biternata</i>	2																													
<i>Lithrea caustica</i>		1	2			3	3			2	2	1								3	3	2		3		+		3	4	
<i>Ludwigia peploides</i> ssp. <i>peploides</i>														r																
<i>Luma chequen</i>				1																										
<i>Madia sativa</i>								2		2	2														1		1			
<i>Maytenus boaria</i>							r																							
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>										r																3	2			2
<i>Mutisia rosea</i>	+																													

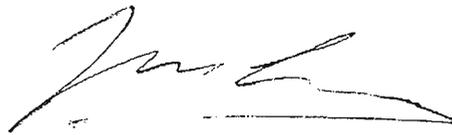
Espece	C0 1	C0 2	C0 3	C0 4	C0 5	C0 6	C0 7	C0 8	C0 9	C1 0	C1 1	C1 2	C1 3	C1 4	C1 5	C1 6	C1 7	C1 8	C1 9	C2 0	C2 1	C2 2	C2 3	C2 4	C2 5	C2 6	C2 7	C2 8	C2 9	C3 0
<i>Myoschilos oblongum</i>				+																										
<i>Myrceugenia exsucca</i>				3																										
<i>Nassella chilensis</i>		r																												
Orchidaceae			r																											
<i>Otholobium glandulosum</i>		4		2	2										+															
<i>Persea lingue</i>	4	3		3					5																					4
<i>Peumus boldus</i>			1				3																					3	3	
<i>Phacelia secunda</i>																										r				
<i>Plantago hispidula</i>												+																		
<i>Plantago lanceolata</i>																	r													
<i>Populus nigra</i>														+		r														
<i>Proustia cuneifolia</i>															1		+	1	2					1						
<i>Proustia pyrifolia</i>	+					+	2																					2		
<i>Puya berteroaana</i>																	r													
<i>Puya coerulea</i>																														
<i>Quillaja saponaria</i>			2							+										3	3								2	
<i>Ribes punctatum</i>													r																	
<i>Rubus ulmifolius</i>		3			4			4	2				2	+	2								+		5	3			4	
<i>Rumex acetosella</i>																+														
<i>Salix humboldtiana</i>		3													4		1													
<i>Salix viminalis</i>														+																
<i>Schinus polygamus</i>																				2										
<i>Senecio sp</i>																					2									
<i>Solenomelus pedunculatus</i>			5																											
<i>Sophora macrocarpa</i>				+		2																								
<i>Tetilla hydrocotilifolia</i>			+																											

Especie	C0 1	C0 2	C0 3	C0 4	C0 5	C0 6	C0 7	C0 8	C0 9	C1 0	C1 1	C1 2	C1 3	C1 4	C1 5	C1 6	C1 7	C1 8	C1 9	C2 0	C2 1	C2 2	C2 3	C2 4	C2 5	C2 6	C2 7	C2 8	C2 9	C3 0
<i>Trichocline aurea</i>		r																												
<i>Triptilion spinosum</i>			+																											
<i>Verbascum virgatum</i>														r				+	+				2		+					
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>																		+												
<i>Vulpia myuros</i> var. <i>megalura</i>												2				2		+		2		1		2						

Fuente: Elaboración propia (2014).

Anexo 4
Informe de Prospección Arqueológica

**INFORME DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA SUPERFICIAL ANTEPROYECTO “MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE RIEGO ESTERO CODEGUA, REGIÓN DE O’HIGGINS”**



Rafael Labarca Encina
Arqueólogo

I. Introducción

El presente informe entrega los resultados de la prospección pedestre superficial referente al patrimonio cultural del anteproyecto mejoramiento del sistema de riego estero Codegua, ubicado en el sector precordillerano de la región de O’Higgins (ca. 845 msnm). Este tiene por objeto maximizar el uso de las aguas del estero Codegua, ayudando así a los distintos predios agrícolas ubicados aguas debajo de éste. El mencionado embalse tendrá una capacidad de 9 millones de metros cúbicos de agua, inundando un área de 471.761 m². En lo que respecta a las labores arqueológicas dentro de este proyecto, éstas se centraron en una caracterización preliminar del área de influencia a partir de la revisión de los antecedentes bibliográficos disponibles, y una visita a terreno con el objeto de detectar evidencia arqueológicas/patrimoniales que pudiesen verse afectadas con las obras propuestas y plantear medidas de mitigación y/o compensación si fuese necesario.

II. Marco legal

El patrimonio cultural de una nación comprende no sólo los vestigios tangibles (actuales y pretéritos) generados por ésta, sino que también todas aquellas manifestaciones de carácter no material (p.e bailes, tradiciones orales, etc). La arqueología, como ciencia, tiene entre sus objetivos principales la reconstrucción del pasado a través de los restos materiales, por lo que es la encargada de estudiar, difundir y proteger una porción importante del patrimonio cultural de un país, el que posee un enorme valor en sí mismo ya que constituye un registro único e irrepetible.

El principal cuerpo legal que norma sobre el Patrimonio Cultural es la Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales, publicada en el Diario Oficial el 04 de febrero de 1970. Esta ley declara en su Artículo 1° que: *“Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes; las piezas u objetos antro-po-arqueológicos, paleontológicos, o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la historia, al arte o la ciencia”*. Es importante señalar que esta definición no hace diferencias temporales, ya que la arqueología tiene su campo de acción tanto en momentos prehistóricos como históricos.

Más adelante, en su Título V, Artículo 21° expresa que todos los monumentos nacionales pertenecen al estado: *“Por el sólo ministerio de la Ley son Monumentos Arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antro-po-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional. Para los efectos de la presente Ley quedan comprendidas también las piezas paleontológicas y los lugares donde se hallaren”*.

Por su parte, La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 09 de marzo de 1994 asegura la protección de éstos y en general del medio ambiente al establecer en su Artículo 10° que: *“Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes: ... e) Aeropuertos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas, estaciones de servicio, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas.*

Las investigaciones arqueológicas cualquier índole se encuentran normadas a través de Decreto Supremo N° 484 del Ministerio de Educación, que contiene el Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas, publicado en el Diario Oficial el 02 de abril de 1991. Este reglamento define en su artículo 2° una prospección como *“El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de material de superficie”*.

III. Área de estudio

El futuro embalse Codegua se ubicará en la comuna homónima, en su sector precordillerano, a unos 840 msnm (Figura 1), entre las coordenadas UTM (WGS 84): 6233449/355974 y 6232766/357297. Presentará una superficie inundable aproximada de 471.761 m² (ca. 1,3 km E-W y 0,4 km N-S) y recogerá las aguas del río Codegua, en un sector que se encuentra poco alterado antrópicamente. Particularmente en la riberia N del proyecto, se observan densos bosques de especies nativas propias de Chile central (Figura 2). El sector sur presenta un relieve abrupto, no existiendo terrazas pronunciadas entre la caja del río y las cotas más altas. El sector sur, en cambio, presenta varios cursos de agua que desembocan en el río Codegua, lo que generó sectores con poca pendiente y por tanto aptos para el asentamiento humano. Fuera de éstas terrazas, el área de inundación en la riberia norte aparece con una marcada pendiente. Para efectos de este estudio, se definió como área de influencia, exclusivamente el sector a inundar además del pretil respectivo.

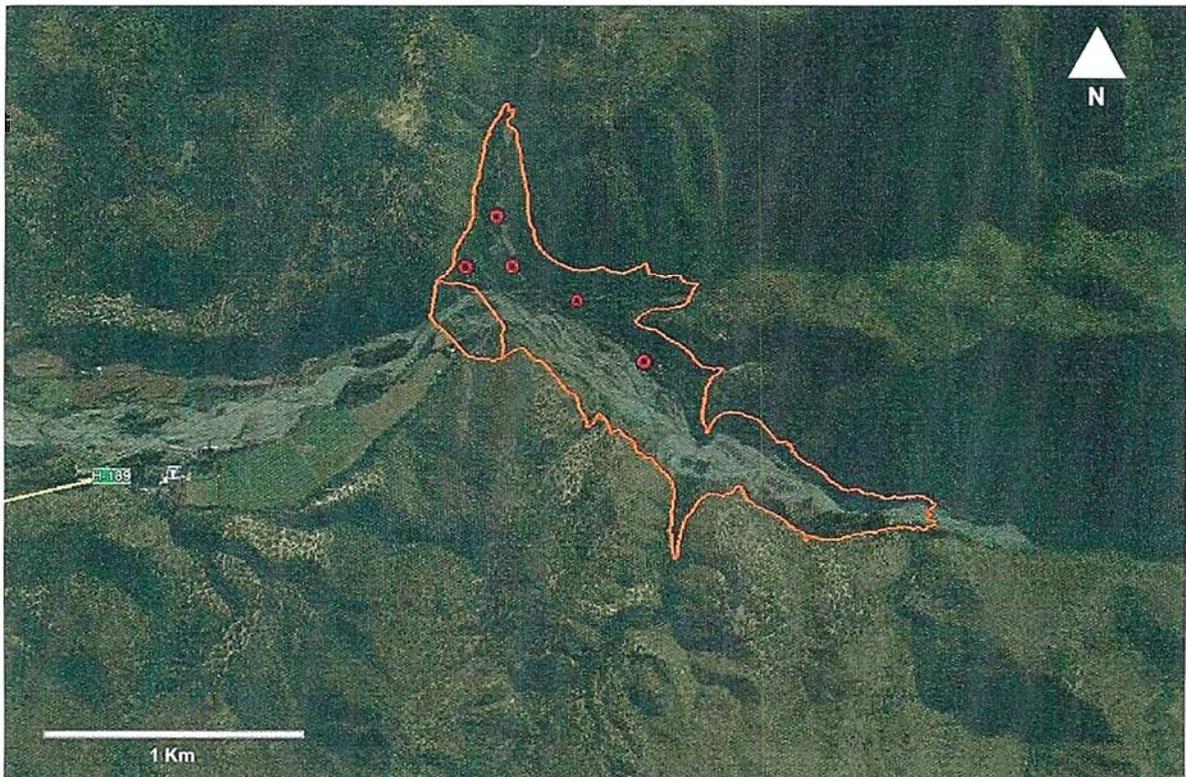


Figura 1. Área del proyecto. Los círculos rojos indican áreas intensivamente prospectadas.



Figura 2. Vista de sectores con vegetación boscosa y suelo con escasa visibilidad.

IV. Antecedentes

La arqueología de la región de O'Higgins presenta un desarrollo variable, tanto en términos geográficos como cronológicos. Pese a lo anterior, la totalidad de la secuencia arqueológica prehispánica se encuentra representada en ella. Para los momentos más tempranos de la prehistoria se registran las clásicas evidencias Pleistocenas de los sitios Tagua Tagua 1 y 2, en la localidad de San Vicente (Montané 1968, Núñez et al. 1994). Un poco más al sur, en las cercanías de Santa Cruz los trabajos de Tagle (Planella y Tagle 2004; Tagle et al. 2008) ha descrito un patrón funerario de túmulos que presenta antigüedades que se insertan en la transición Pleistoceno – Holoceno (ca. 11.000 AP), hasta los momentos alfareros. Esta autora indica que: *"Este patrón funerario destaca por la intencionalidad en la construcción de estructuras de túmulos de grandes dimensiones, (300 m² a 1 ha. de superficie), localizados en ámbitos de antiguas cuencas lacustres. Se han identificado hasta la fecha 34 de estas estructuras en el valle, las que sin excepción han sido vulneradas y/o arrasadas por labores propias de la actividad agrícola allí desarrollada"* (Tagle et al. 2008). Lamentablemente, sólo existe la publicación parcial de uno de ellos, denominado la Pataguilla 2. Otros yacimientos similares se ubican en el sector de Almahue (Planella y Tagle 2004). Para momentos inmediatamente posteriores a la transición Pleistoceno – Holoceno se cuenta con menos información, proviniendo esta del entorno de la laguna, de Tagua Tagua con la ocupación más "tardías" de ésta (Durán 1980) y el conocido sitio de Cuchipuy (Kaltwasser et al. 1980) con fechas en el orden de los 8000 – 6000 antes del presente. La costa, por su parte, fue igualmente ocupada desde momentos tempranos ya que Montané (1960) realizó

prospecciones y recolecciones en diversos conchales al norte y sur del estero de Cahuil, en terrazas ubicadas entre los 15 a 35 msnm. En estos se constata la presencia de ocupaciones arcaicas y cerámicas. Gaete (Gaete y Martínez 2001), excavó en la ribera sur de la Laguna de Cahuil el conchal La Boca del Fundo Cahuil, el que presentó una potencia de 1,5 m y una extensa ocupación cultural, que se extiende desde el Arcaico temprano (ca. 9.200 a.C.) hasta períodos cerámicos. Más hacia el sur Weissner y Tagle (1995) intervinieron un conchal conocido como Paso de las Conchas el que presenta igualmente ocupaciones entre los 9900 y 5700 años AP (Weissner y Tagle 1995). Finalmente Tagle (2009) menciona la presencia de por lo menos siete conchales ubicados en el tramo comprendido entre Pichilemu y Cahuil. La cordillera por su parte, no parece haber sido ocupada de manera tan intensiva por grupos cazadores recolectores, por lo menos en la cuenca del Cachapoal, uno de los pocos lugares con trabajos sistemáticos (Cornejo 2004). Tagle, no obstante, ha realizado trabajos de impacto ambiental más al sur en la Región, en donde los resultados han sido más positivos (p.e. Tagle 2007). El catastro de sitios del MOP también señala asentamientos cordilleranos más al sur del área de estudio (UTA-MOP 1995). Para los momentos alfareros, el panorama parece cambiar particularmente en el valle central, ya que existe un importante cúmulo de información arqueológica, específicamente para el período Alfarero Temprano, aparentemente dominado por grupos Llolleo (Sanhueza 2009). Se han identificado complejos yacimientos de agregación social, como el sitio la Granja y numerosos asentamientos residenciales y en menor medida funerarios con una gran variabilidad en ciertos atributos técnicos en su cultura material, cuyo denominador común es la cercanía con cuerpos de agua (Sanhueza et al. 2007, Sanhueza 2009, Jackson et al. 2012). De acuerdo a Sanhueza et al. (2007) se trataría de comunidades conformadas por conjuntos de familias. Los asentamientos cordilleranos para este período son comparativamente escasos (Sanhueza et al. 2007). Para el período Intermedio tardío se dispone de menor información, ya que se ha sugerido que el río Cachapoal corresponde al límite sur de la cultura Aconcagua (Durán y Planella 1989). Los sitios arqueológicos para este período en el área, son por tanto más escasos. Por último, la influencia inkaica es la zona es evidente por la presencia del conocido sitio del cerro Grande de la Compañía, ubicado en la comuna de Codegua. Se trata de una extensa fortaleza o pukara compuesto por a lo menos cinco líneas de muros defensivos confeccionados con la técnica de doble hilada con relleno. En la parte superior de éste se ubica una explanada natural a modo de plaza se identifican a lo menos once recintos de distintas dimensiones. Un poco más abajo se registran estructuras de planta circular con dataciones preinkaicas, correspondientes al período intermedio tardío (Stehberg 1995). Otros sitios inkaicos en la región son Tren Tren, cerca de Doñihue, desde donde se recuperaron algunos contextos funerarios (Stehberg y Rodríguez 1989).

Específicamente para el área de estudio, no se conocen de evidencias arqueológicas, cuestión que en principio se debería a la ausencia de trabajos específicos para el área. Latcham (1928) indica la recuperación de un puco en las márgenes del estero Codegua, sin entregar datos específicos de su emplazamiento (Figura 3), Por la decoración de éste probablemente corresponda al Período Alfarero Temprano. Olgún (2010), citando a Rees (Ms) indica la presencia de los sitios alfareros Codegua Norte (UTM: 6233400/353000) y Sur. Específicamente Codegua Norte corresponde a un campamento habitacional cerámico ubicado en la ribera Norte del río Codegua. Sanhueza et al. (2007) señalan la escasez de sitios arqueológicos del PAT entre los esteros Codegua y Peuco, cuestión que también se observa en otros sectores precordilleranos de la cuenca del Cachapoal (Cornejo 2004, UTA MOP 1995).

El Catastro MOP sólo señala para la comuna las ruinas del *pukara* de la Compañía y el sitio arqueológico de la Leonera, ubicado cerca del hotel homónimo (UTM 6233100/355000).

Los únicos Monumentos históricos que registra la comuna de Codegua son el ya mencionado cerro de la Compañía (DS nº 119 del 11 de marzo de 1992) y la iglesia de Nuestra Señora de la Merced de Codegua, la que incluye la iglesia, plaza, casa y patio parroquial (D nº 15 de 127 de Enero de 2009).

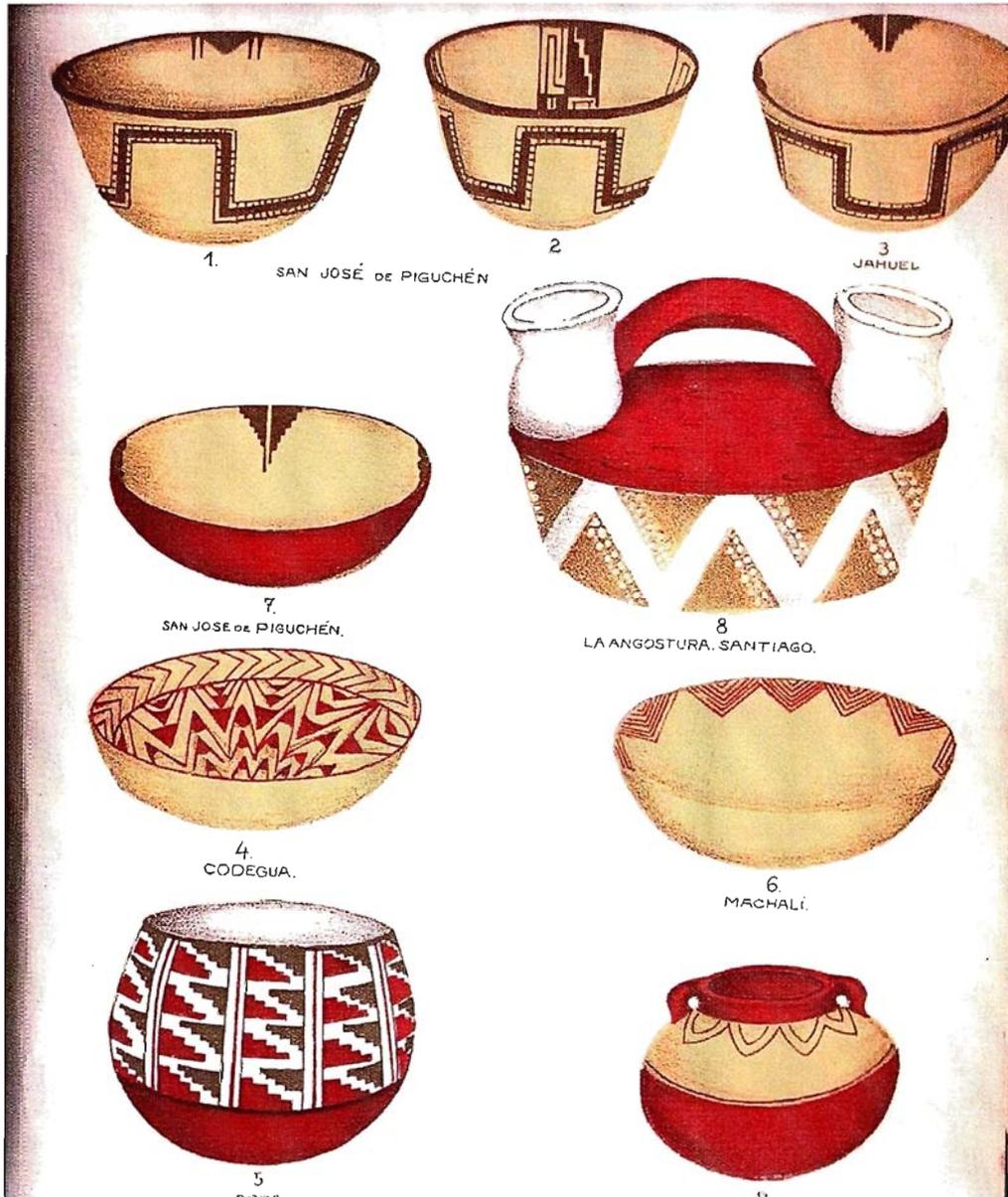


Lámina 3. Cerámicas de Chile Central (Latcham 1928, Lam VI). La pieza 4 fue descubierta en Codegua.

V. Metodología

Para la correcta caracterización de los componentes arqueológicos del área de influencia se realizó una prospección arqueológica entendida como *“El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de superficie”* (D.S. 484, Artículo N°2). Particularmente para el caso de estudio, se consideró una prospección superficial pedestre sin recolección de materiales o excavación. Al respecto, la posibilidad de detectar videncias culturales, no obstante, se encuentra relacionada con las condiciones del lugar en donde se encuentran depositadas, así como las propiedades físicas de los propios objetos. Gallardo y Cornejo (1986) definen tres conceptos fundamentales que configuran los resultados de una prospección arqueológica. El primero de ellos corresponde al de obstrusividad el que *“se relaciona a la naturaleza de los materiales arqueológicos (artefactos, ecofactos y rasgos) y a su ‘sensibilidad’ para ser descubiertos por una técnica específica”* (Gallardo y Cornejo 1986:413). De esta manera, la coloración, forma o tamaño de los elementos son características que delimitan su obstrusividad. Un segundo concepto se relaciona con la visibilidad, entendida de acuerdo a Gallardo y Cornejo (1986:413) como, *“las dificultades para que un observador pueda detectar la presencia de materiales culturales sobre o bajo el terreno”*. En este caso factores como la topografía o vegetación afectan directamente la visibilidad de los materiales arqueológicos. Finalmente, el tercer elemento que condiciona una prospección arqueológica es la accesibilidad ya que *“se encuentra vinculada a las constricciones impuestas sobre la movilidad del observador para alcanzar un determinado lugar”* (Gallardo y Cornejo 1986:414).

En función de la cantidad de material observable en superficie, las evidencias arqueológicas fueron divididas en tres categorías: Hallazgo aislado (hasta dos elementos arqueológicos), concentración arqueológica (entre 2 y 10 elementos arqueológicos asociados espacialmente) y sitio arqueológico (más de 10 elementos arqueológicos).

La prospección arqueológica se realizó entre los días 24 y 25 de Abril del presente año.

VI. Resultados

Atendiendo a las condiciones topográficas y vegetacionales del área de influencia, se privilegiaron aquellos sectores con mejor visibilidad y accesibilidad, es decir aquellos lugares con pendientes moderadas y escasa o nula vegetación. Éstas se centraron fundamentalmente sobre a la caja del río y en terrazas de distinta extensión ubicadas en la rivera norte del área de inundación (Figura 1 y 4). En total se consideraron cinco sectores principales, con una superficie aproximada de 48.000 m² Esta decisión se sustentó también en la revisión bibliográfica, ya que uno de los pocos sitios cerca del área de influencia se localizó en la primera terraza de la rivera norte del río Codegua (Sitio Codegua Norte). No obstante lo anterior, se realizó un recorrido completo del área de

influencia por ambas riveras, desde el pretil hasta el extremo del área de inundación, prestando atención a elementos potencialmente arqueológicos en las laderas (p.e. aleros rocosos).



Figura 4. Vista de terraza ubicada en la rivera norte del río Codegua con buena visibilidad y accesibilidad.

Se identificaron un total cuatro sitios prehispánicos más un sitio de conmemoración subactual. Las características principales de éstos se resumen en la Tabla 1, mientras que su ubicación se detalla en el Anexo 1, Lamina 3.

Tabla 1. Resumen de hallazgos registrados. PAT: Período Alfarero Temprano.

Codigo	Tipo	Coordenada 1	Coordenada 2	Superf.(m2)	Funcionalidad	Cronología
COD-01		6233573	356048	9	Conmemorativo	Subactual
COD-02	Sitio arq.	6233880	356112	2592	Habitacional	PAT?*
		6233830	356084			
		6233820	356084			
		6233803	356093			
		6233799	356080			
COD-03	Sitio arq.	6233615	356159	234	Habitacional	PAT?*
		6233620	356140			
		6233614	356179			
COD-04	Concentrac.	6233521	356188	2	Indet.	Indet
COD-05	Sitio arq.	6233491	356430	1404	Habitacional	PAT?*
		6233505	356393			
		6233478	356402			
		6233502	356378			

*?= Posible

COD-01

Corresponde a una animita a la memoria de Luis Urzúa Cuevas, emplazada sobre una gran roca en la rivera norte del río Codegua, adyacente al estero El Bolsón (Figura 5 y 6).



Figura 5. Vista general del sitio COD-01.



Figura 6. Detalle de placa conmemorativa.

COD-02

Corresponde a un sitio prehispánico de carácter residencial, con material cultural disperso, ubicado en una terraza de un pequeño afluente (El Bolsón), de orientación NW-SE, en la riera Norte del Río Codegua, a unos 270 m de la caja del río actual. La presencia de surcos homogéneos y rectos da cuenta que el lugar fue utilizado para cultivo anteriormente. Presenta material cerámico monocromo muy fragmentado de paredes medias (< 1 cm esp.), de color anaranjado y que daría cuenta de formas globulares. Se registra material lítico compuesto por desechos secundarios de jaspe rojo y posible andesita y una preforma de punta de proyectil triangular. El sitio posiblemente tenga una adscripción cerámica temprana. Aunque no es evidente, es probable que la utilización de ésta terraza como campo de cultivo haya colaborado en la dispersión y fragmentación del material (Figura 7 a 9).

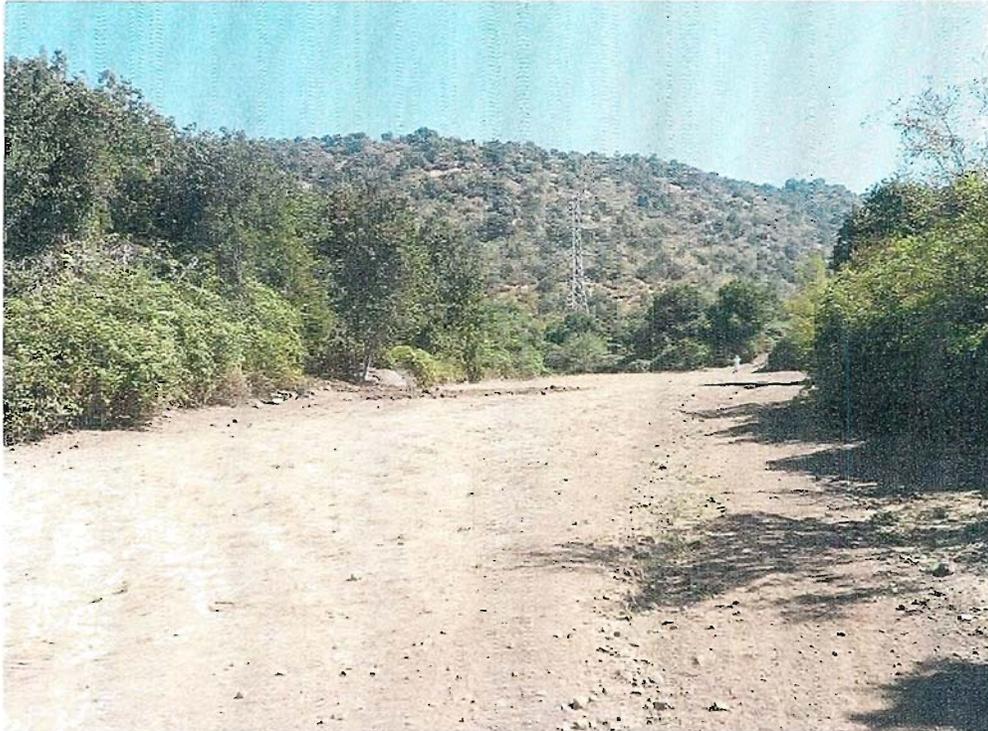


Figura 7. Vista general del emplazamiento del sitio COD-02. Se aprecian rastros de antiguos surcos para cultivo.

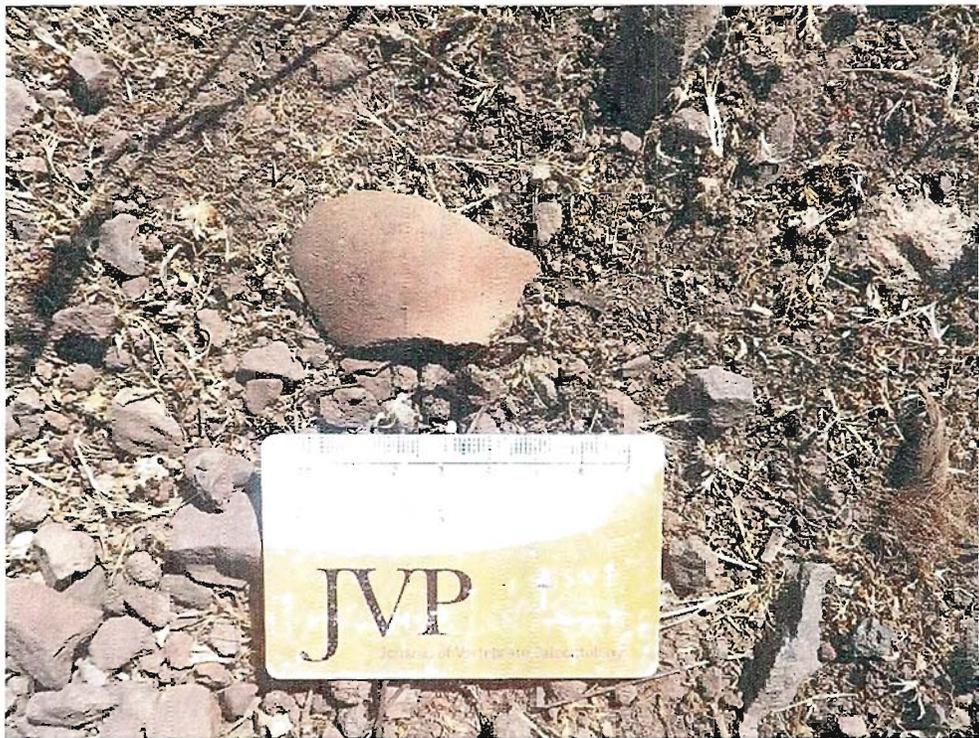


Figura 8. Detalle de material cerámico.



Figura 9. Detalle de material primas líticas de buena calidad, incluyendo preforma de punta de proyectil bifacial.

COD-03

Se trata de un yacimiento ubicado en la misma terraza antes descrita, pero más cercano hacia la caja del río Codegua, a unos 190 m. Entre COD-02 y COD-03, hay cerca de 70 m sin material cultural, por lo que se optó por definir dos sitios arqueológicos independientes, aunque su registro material es similar. Se registró material cultural muy disperso (Sólo 5 hallazgos), destacando un desecho bifacial de obsidiana, una preforma bifacial de jaspe y fragmentos cerámicos monocromos erosionados. Este sitio probablemente tenga una antigüedad similar a COD-02 (Figuras 10 y 11).

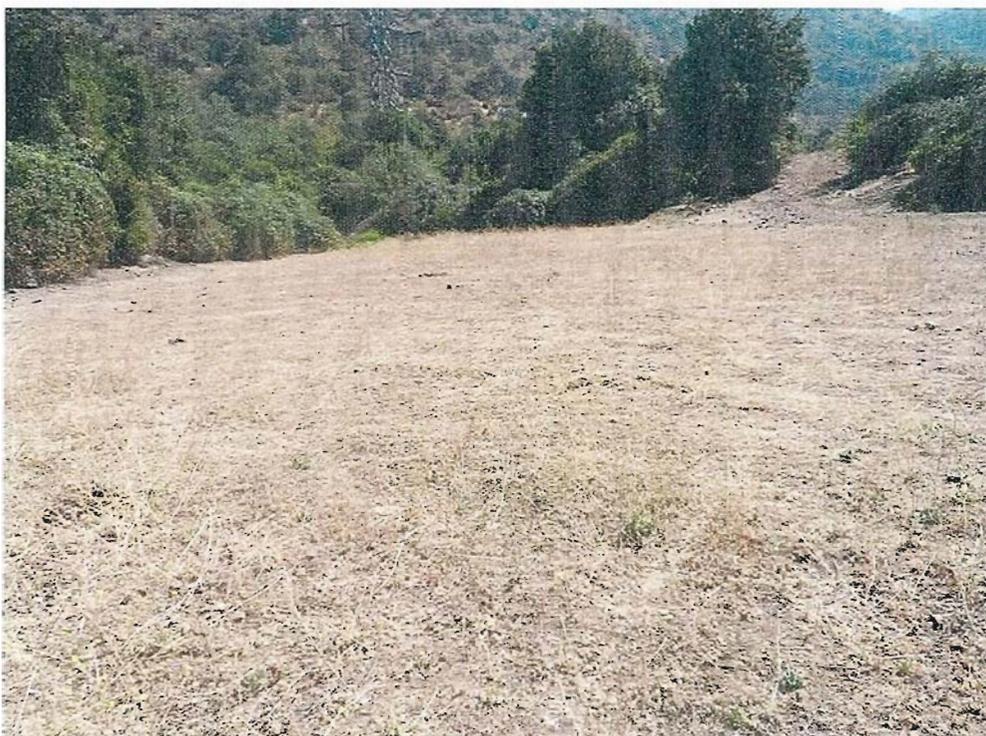


Figura 10. Emplazamiento del sitio COD-03.



Figura 11. Detalle de materiales culturales identificados.

COD-04

Concentración de dos fragmentos cerámicos monocromos y una lasca espesa de posible basalto. Los restos se ubican en la terraza inmediatamente sobre la caja del río, en la rivera norte, en un campo de cultivo (Figura 12).



Figura 12. Lasca primaria de posible basalto

COD-05

Sitio arqueológico ubicado en una terraza alta (posiblemente la segunda), al oeste de un pequeño afluente del río Codegua sin nombre y asociado a una pequeña aguada al N. Presenta una leve pendiente hacia el suroeste y se encuentra desprovista de vegetación, por lo que debió haber sido un campo de cultivo hoy en desuso. En esta se reconocieron un mayor número de fragmentos cerámicos monocromos anaranjados de distintos tamaños, de paredes medianas a gruesas (5-9 mm). Se observó en superficie una lasca de obsidiana, desechos de jaspe y un raspador en materia prima de grano medio, posiblemente basalto. La materialidad registrada guarda similitud con los sitios registrados precedentemente. Los materiales se concentran en el sector W del sitio, quizás por la pendiente natural que presenta la terraza. Hay también fragmentos de loza, lo que podría indicar una reocupación histórica (Figuras 4 y 14).

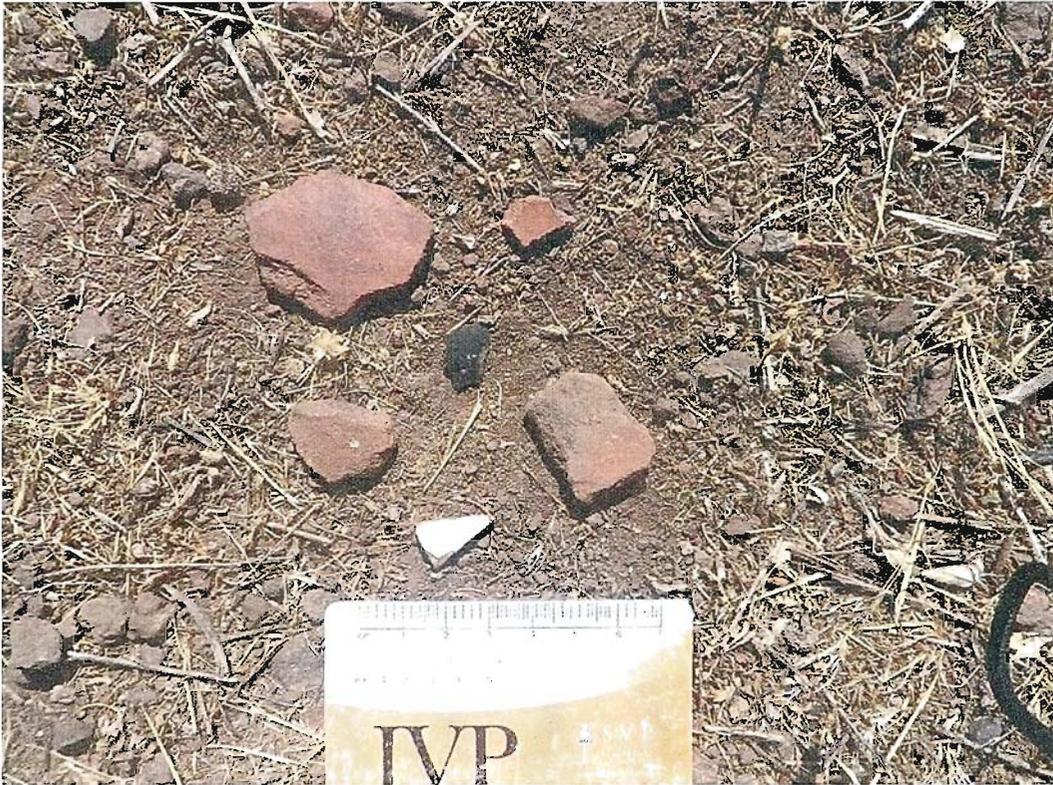


Figura 14. Material cultural registrado en el sitio COD-05.

Aun cuando no fueron registrados formalmente por encontrarse aún en uso, durante toda la prospección se observaron pequeños paraderos de arrieros, a juzgar por la presencia de fogones, latas y restos de huesos de vacuno. Parecen corresponder a lugares de pernocte enmarcados en los circuitos de movilidad estacional del ganado en el sector cordillerano de la región.

VII. Conclusiones

Se registran un total de cuatro evidencias prehispánicas – tres sitios y una concentración- y un sitio conmemorativo subactual. Todos los sitios se ubican en terrazas fluviales de distinta altura que reúnen condiciones óptimas para el cultivo. Los sitios COD-2, 3 y 5 presentan similares condiciones de emplazamiento y de materialidad cultural, lo que sugiere su contemporaneidad. La presencia de cuatro hallazgos en un área relativamente acotada, sugiere una elevada sensibilidad arqueológica para el área, más aun considerando que los sectores con elevada pendiente y mala visibilidad no fueron revisados en detalle.

VIII. Referencias

ESTUDIO	AUTOR
Ofrendatorio mapuche-incaico en el Cerro Tren-Tren de Doñihue. Revista Museos, 1989, 6: 8-11	Stehberg, R y A. Rodríguez
Instalaciones Incaicas en el Norte y Centro semiárido de Chile. Colección de Antropología Vol II. DIBAM, 1995	Stehberg, R.
Inicios de presencia de cultígenos en la zona central de Chile, periodos Arcaico y Alfarero Temprano. Chungará (Arica) 2004, 36: 387-399.	Planella, M.T. y B. Tagle
Del Maipo al Cachapoal: diversidad en la estrategias de ocupación del espacio cordillerano en Chile central. Boletín Sociedad Chilena de Arqueología 2004, 37:75-85.	Cornejo, L.
Patrones de asentamiento en el período Alfarero temprano de Chile central Chungará (Arica) 2007, 39(1): 103-115.	Sanhueza, L., L. Cornejo y F. Falabella
Consolidación Agroalfarera: Zona Central (900 a 1.470 d.C.). En <i>Culturas de Chile, Prehistoria</i> , editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano, 1989, pp. 313-327. Editorial Andrés Bello, Santiago.	Durán, E. y M.T. Planella
Descomponiendo el complejo Llolleo: Hacia una propuesta de sus niveles mínimos de integración. Chungará (Arica) 2009 41(2)	Sanhueza, L. 2009
Elementos precerámicos de Cáhuil, Provincia de Colchagua. Notas del Museo Arqueológico de La Serena, 1960, 8: 12 pp	Montané, J,
Estudio de ubicación de restos arqueológicos de las cuencas priorizadas. 1995. Catastro VI Región CEC Ltda. MOP.	MOP
Informe de Prospección arqueológica proyecto Autódromo Codegua. Preparado para Aple, 2010	Olgúin, L.
Construcción del puente Cahuil y accesos ruta costera Sur. Línea de base Patrimonio Cultural Arqueológico. Informe de caracterización del sitio 06 PI 001 "Conchal Potrero de La Boca" MOP. 2001	Gaete, N. e I. Martínez
Paso de Las Conchas. Nuevas evidencias acerca del poblamiento costero arcaico de la VI Región. Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Antofagasta 1995. Pp. 337-350	Weisner, R y B.Tagle
Informe de prospección arqueológica Proyecto planta de tratamiento de aguas servidas localidad de Bucalemu, comuna de Paredones. Provincia Cardenal Caro. Región de O'Higgins. 2009	Tagle, B.
Antecedentes sobre prospecciones en el nuevo ADIT. 2007.	Tagle, B

ESTUDIO	AUTOR
Cementerio del Período Arcaico en Cuchipuy. Revista Chilena de Antropología, 1980, 3:109-123, Santiago.	J. Kaltwasser, A. Medina y J. Munizaga
Tagua Tagua II, Nivel de 6.130 años. Descripción y relaciones. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile),1980 37:75-86	Durán, E.
Paleo-Indio remains from Laguna Taguatagua, Central Chile. Science 1968, 161: 1137-1138	Montané, J.
Los túmulos funerarios del valle del río Tinguiririca en la región de O'higgins. Ponencia presentada al IV taller chileno-argentino. 2008 http://www.arqueologia.cl/lcornejo/?page_id=184	Tagle, B., del Río, C y Henríquez, M
Cuenca de Taguatagua en Chile: El Ambiente del Pleistoceno Superior y Ocupaciones Humanas Revista Chilena de Historia Natural 1994, 67:503-519	Núñez, L., J. Varela, R. Casamiquela, V. Schiappacasse, H. Niemeyer y C. Villagrán.
Las Ocupaciones Humanas del Sitio Arqueológico de Santa Inés, Laguna de Tagua Tagua, Chile Central. Revista Chilena de Antropología 2012, 26(2): 151-168.	Jackson, D., E. Aspillaga, X-S-Rodríguez, D. Jackson, F. Santana y C. Méndez
La Alfarería Indígena Chilena, 1928, Soc. Imp. Y Lit. Cervantes	R. Latcham
Catastro de Cuencas priorizadas, 1995.	UTA-MOP