



Informe Final

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por actividades realizadas por Áridos Guerrico

Centro de Ecología Aplicada Ltda. • enero 2021



ÁRIDOS GUERRICO

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



CONTROL DEL DOCUMENTO			
Versión	Fecha	Elaborado por	Aprobado por
0	07/01/2020	Anaysa Elgueta	Viviana Vásquez José María Peralta
1	17/01/2020	Anaysa Elgueta Jorge Cubillos Viviana Vásquez	Viviana Vásquez José María Peralta

RESUMEN EJECUTIVO

De acuerdo con lo comprometido por Áridos Guerrico en su Programa de Cumplimiento Ambiental asociado a la RCA N°26/2014, a continuación, se entrega un informe técnico que entrega antecedentes acerca de la composición de fauna íctica en el río Cachapoal, y en específico, del área de influencia del proyecto de extracción de áridos, con el objetivo de obtener todos los antecedentes necesarios para la evaluación de los posibles efectos a la fauna íctica y sobre la calidad de aguas.

En base a la información obtenida del monitoreo de fauna íctica, realizado el día 3 de diciembre de 2020, se obtuvieron los siguientes resultados: el área de estudio presenta principalmente hábitats de rápidos profundos, y en menor frecuencia hábitats de rápidos y pozas someras; la única especie capturada en el área de estudio fue *Trichomycterus areolatus* y su aparición se encuentra asociada a hábitat de rápidos y pozas someras; la población de *T. areolatus* capturadas en el área de estudio, corresponden a individuos juveniles como adultos; esta población, presentó una estructura de talla y factor de condición acorde a un buen estado nutricional; además, se observó que la población de *T. areolatus* presenta activa reproducción en el área de estudio, demostrada con la aparición de individuos juveniles y adultos; los altos valores del factor de condición de los individuos de *T. areolatus* capturados, sumado a la capacidad de esta población de desarrollar su ciclo reproductivo completo, demuestran la persistencia de la población de esta especie en el área de estudio y en consecuencia, no existen antecedentes que permitan atribuir la ocurrencia de efectos negativos sobre la fauna íctica asociada a la extracción de áridos desarrollada por Áridos Guerrico.

Con respecto al monitoreo de la calidad de agua y sedimentos realizado en conjunto con el de fauna íctica, las aguas presentaron características de aguas dulces, de acuerdo con su conductividad eléctrica, y de neutras a moderadamente alcalinas, con respecto a su pH. Estos parámetros, además, clasificaron las aguas como aptas para riego y vida acuática. Además, las concentraciones de oxígeno disuelto presentaron valores apropiados para el sustento de la vida acuática. Con respecto al comportamiento espacial de estos parámetros, no se observaron diferencias claras entre los distintos puntos de muestreo, salvo casos puntuales. Con respecto a los sedimentos, estos presentaron diferencias entre puntos de muestreo, pero sin un patrón espacial definido. Finalmente, el muestreo realizado en el sector de lavado de camiones indicó que no existen diferencias entre el sector aguas arriba y aguas abajo. Asimismo, los resultados recopilados en la campaña de diciembre 2020 se encontraron en su mayoría dentro de los registros históricos recopilados de otros estudios en el río Cachapoal.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	OBJETIVOS	7
2.1	Objetivo General	7
2.2	Objetivos Específicos	7
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1	Área de estudio de monitoreo limnológico	8
3.2	Calidad de agua y sedimentos	10
3.2.1	Recopilación de antecedentes	10
3.2.2	Enfoque metodológico para el muestreo de calidad de agua	11
3.2.3	Análisis de la información.....	15
3.3	Fauna íctica	15
3.3.1	Enfoque metodológico del análisis bibliográfico	15
3.3.2	Enfoque metodológico para el monitoreo de fauna íctica en el área de influencia de áridos Guerrico	18
4	RESULTADOS	20
4.1	Calidad de agua y sedimentos	20
4.1.1	Análisis bibliográfico	20
4.1.2	Resultados campaña de terreno	21
4.1.3	Comparación con antecedentes.....	23
4.2	Fauna íctica	26
4.2.1	Análisis bibliográfico del hábitat físico y comunidad de peces en la cuenca del río Cachapoal.....	26
4.2.2	Monitoreo de fauna íctica en el área de influencia de áridos Guerrico	31
5	DISCUSIONES	36
6	CONCLUSIONES	38
7	REFERENCIAS	39
8	ANEXO	41

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



8.1	Registro fotográfico de individuos de <i>T. areolatus</i> capturados en el área de estudio	41
8.2	Permiso de pesca de investigación	42
8.3	Certificados de laboratorio	43
8.4	Autorizaciones ETFA	43
8.5	Anexo equipo de trabajo	43

1 INTRODUCCIÓN

Conforme a lo estipulado en el artículo 47 de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente (LO-SMA), el día 09 de septiembre de 2020, esta institución formula cargos a Áridos Guerrico bajo el Rol D-125-2020, dando inicio a la instrucción de un procedimiento administrativo sancionatorio a la Sociedad Áridos Guerrico Chile Limitada, cuya actividad de extracción de áridos se encuentra autorizada ambientalmente mediante Resolución Exenta N° 26, de 17 de febrero de 2014 (RCA N° 26/2014), que califica favorablemente el proyecto “Extracción y Planta de Procesamiento de Áridos Guerrico”. Ante este procedimiento sancionatorio, y en cumplimiento de lo establecido en el art. 42 de la LO-SMA y el D.S. N°30 de 20 de agosto de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación, el titular presentó la propuesta de Programa de Cumplimiento Ambiental para abordar los hechos infraccionales imputados en la Formulación de Cargos a Áridos Guerrico en el marco del Procedimiento Sancionatorio Rol D-125-2020.

Entre los hechos infraccionales imputados al titular y atingentes a la fauna íctica del área se encuentra el de *“Elusión de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por modificar un proyecto de extracción industrial de áridos regulado por la Resolución de Calificación Ambiental N.º 26/2014, extrayendo fuera del área autorizada un volumen total de material que supera los 50.000 m³ durante la vida útil del proyecto, sin contar con una Resolución de Calificación Ambiental que lo autorice”, y “No implementar medidas de monitoreo de fauna, desde el inicio de la etapa de operación, hasta la fecha, lo que se expresa en: - No ejecutar 2 campañas anuales de monitoreo de ejemplares de la especie vulnerable *Trichomycterus aereolatus* (bagre chico, bagre pintado). - No ejecutar el programa de monitoreo de la calidad de las aguas.”*, por su parte, en relación con la calidad del agua, se imputa el cargo *“No implementar medidas de manejo de residuos industriales líquidos, lo que se expresa en: - no adecuar la zona de lavado de camiones; no construir una Planta de Tratamiento de RILES y la acumulación de aguas provenientes de la humectación del material de los camiones en suelo descubierto; y descarga no autorizada de su exceso al Río Cachapoal”*. Ante estos hechos se describe una posible afectación de la ictiofauna y su hábitat, como también la calidad de las aguas en el área de influencia del proyecto. Por lo que, en la propuesta de su Programa de Cumplimiento Ambiental, se compromete a presentar un Informe de efectos, que analice dichos aspectos, en lo que se refiere a ictiofauna y calidad de las aguas en particular.

Para determinar los efectos de la extracción de áridos sobre la ictiofauna y calidad de agua en el área de extracción, se propuso una estrategia para abarcar los posibles cambios generados sobre la distribución y abundancia de la ictiofauna en el área de estudio como

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



también aquellos generados sobre las características del medio físico circundante y que definen la capacidad del medio para albergar y permitir el desarrollo de las especies ícticas (desarrollo del hábitat). De acuerdo con esto, este informe detalla los resultados obtenidos tanto para la componente física (descripción de hábitat, calidad de agua y sedimentos) como la biológica (fauna íctica) del monitoreo realizado el día 3 de diciembre de 2020.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar si producto de las actividades de extracción de áridos realizadas por la empresa Áridos Guerrico, se puede determinar una afectación a la población de *Trichomycterus areolatus* y a la calidad de agua.

2.2 Objetivos Específicos

- Recopilar antecedentes bibliográficos de Línea Base acerca del hábitat físico, calidad de agua y la composición de fauna íctica en el río Cachapoal, y en específico del área de influencia de Áridos Guerrico, con la finalidad de obtener parte de los antecedentes teóricos necesarios para el análisis de los posibles efectos de la extracción de áridos sobre el ambiente físico que alberga los peces, y como consecuencia, sobre la fauna íctica.
- Análisis de resultados de campaña para el muestreo de calidad de agua y sedimentos y muestreo del sector de limpieza de camiones, y su comparación con otros estudios en el área, para evaluar una posible afectación.
- Caracterización de la extensión y disponibilidad del espacio físico idóneo utilizado como hábitat por la fauna íctica.
- Describir las comunidades ícticas del área de estudio, considerando atributos como composición, riqueza, abundancia y distribución en el área de influencia de Áridos Guerrico.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de evaluar si producto de las actividades de extracción de áridos realizadas por la empresa Áridos Guerrico, existe una afectación a la población de *Trichomycterus areolatus*, se realizó de manera primaria un análisis bibliográfico del hábitat físico y fauna íctica descrita para el río Cachapoal. Además, para el componente de calidad de agua y sedimentos se realizó una actividad similar, recopilando datos de estudios previos que se hayan desarrollado en el sector. Esto con el objetivo de recabar todos los antecedentes del estado del río Cachapoal y tramos próximos al área de influencia de Áridos Guerrico antes y durante la operación del proyecto de extracción de áridos de dicha empresa.

De manera secundaria, en una campaña de terreno realizada el día 03 de diciembre de 2020, se realizó un monitoreo de las condiciones del hábitat físico, de la comunidad íctica en el área de influencia del río Cachapoal, y de las características fisicoquímicas, con el objetivo de recopilar antecedentes de la situación actual del área de extracción del proyecto de Áridos Guerrico.

3.1 Área de estudio de monitoreo limnológico

Las obras de Extracción y Planta de Procesamiento de Áridos Guerrico se desarrollan en el río Cachapoal, tributario principal de la cuenca del río Rapel (Niemeyer y Cereceda, 1984). El río Cachapoal, cuya hoya compromete una superficie de 6.370 km², nace a los pies de las cumbres englacadas Pico del Barroco y Nevado de Los Piuquenes donde lo alimenta una larga lengua de ventisquero (DGA, 2004). El área de extracción del proyecto de áridos Guerrico se ubica en el cauce del río Cachapoal en su ribera norte, comprendida entre los puentes Ex Ruta 5 Sur y el Puente del Canal de conducción de relaves de CODELCO.

El área de estudio de estos monitoreos, comprende 8 puntos de monitoreo, localizados en el área de influencia del proyecto de Áridos Guerrico (Tabla 3.1 y Figura 3.1). Además, de manera específica para evaluar la calidad de agua del sector de limpieza de camiones, se consideraron dos puntos extra de muestreo: aguas arriba y aguas abajo del sector de limpieza de camiones.

Tabla 3.1. Ubicación de los puntos de monitoreo en el área de estudio de Áridos Guerrico.

Puntos de monitoreo	Coordenadas geográficas UTM (19H)		Hábitat y fauna íctica	Calidad de agua y sedimentos
	Este	Norte		
E1 (*)	342513	6212439	X	X
E2 (*)	342370	6212381	X	X
E3	342238	6212360	X	X
E4	342079	6212453	X	X
E5	341988	6212520	X	X

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



Puntos de monitoreo	Coordenadas geográficas UTM (19H)		Hábitat y fauna íctica	Calidad de agua y sedimentos
	Este	Norte		
E6	341931	6212632	X	X
E7	341899	6212726	X	X
E8	342126	6212778	X	X
Aguas Arriba	341795	6212630		X
Aguas abajo	341597	6212698		X

(*) Puntos de muestreo E1 y E2 se encontraron sin acceso durante la campaña de terreno.

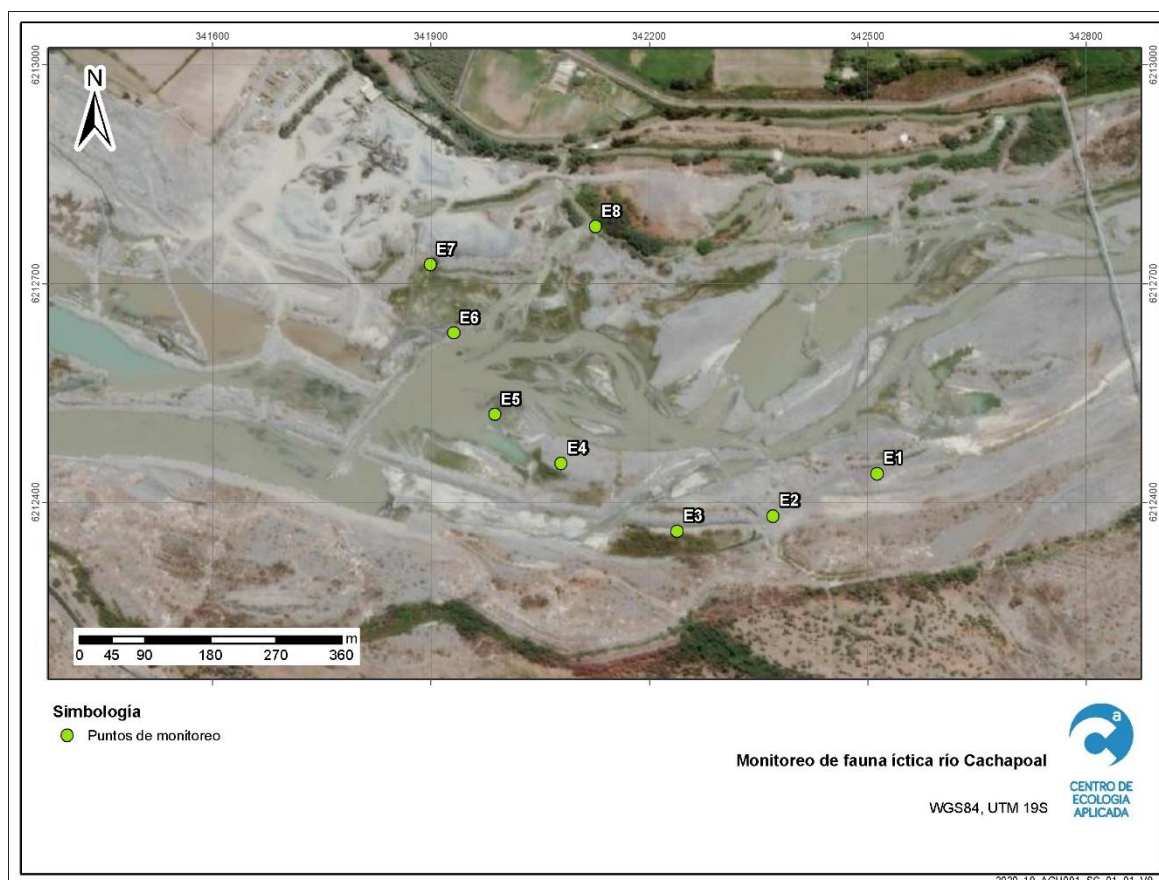


Figura 3.1. Ubicación de los puntos de monitoreo en el área de estudio de Áridos Guerrico.

3.2 Calidad de agua y sedimentos

3.2.1 Recopilación de antecedentes

Para realizar una comparación de los resultados de la campaña de muestreo realizada el 3 de diciembre del 2020, se realizó una revisión de las unidades fiscalizables en el área de estudio de la plataforma SNIFA (Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental) de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), y de las estaciones de calidad de agua de la sección de estadística hidrológica en línea de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

En la Tabla 3.2 se observa un resumen de las unidades fiscalizables y la información disponible en el área de estudio.

Tabla 3.2 Detalle de unidades fiscalizables cercanas al área de estudio de Áridos Guerrico. (Fuente: SNIFA, 2021).

Unidad fiscalizable	Titular	Categoría	Información seguimiento ambiental
Alcantarillado Olivar	Ilustre Municipalidad de Olivar	Saneamiento Ambiental	No
Áridos Cachapoal - Olivar	Áridos Cachapoal Limitada	Minería	No
Áridos Cachapoal - Machalí	Melón Áridos Limitada	Minería	No
Áridos Guerrico	Áridos Guerrico Chile Limitada	Minería	No
Cal Viva Siete Puentes	Transportes Servired Ltda	Transportes y almacenajes	No
Central Esperanza - Requinoa	EnorChile S.A.	Energía	No
Minera Valle Central	Minera Valle Central S.A.	Minería	No
Minería No Metálica Extracción de Áridos del Río Cachapoal	Constructora de Pavimentos Asfálticos Bitumix	Minería	Si, 5 campañas
Relleno Sanitario La Yesca	Ilustre Municipalidad de Rancagua	Saneamiento Ambiental	No

Con respecto a la información disponible por parte de la DGA, se realizó una recopilación de datos históricos de calidad de agua en el río Cachapoal en la sección de estadística hidrológica en línea. Se identificó una estación de calidad de aguas a aproximadamente a

2600 metros aguas abajo de los puntos de muestreo del proyecto (Río Cachapoal en bocatoma Canales (CA)). Esta cuenta con registros de conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura entre los años 1971 al 2019.

3.2.2 Enfoque metodológico para el muestreo de calidad de agua

Las actividades de muestreo, medición y análisis de se realizó en laboratorios acreditados en el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización, INN, bajo la norma ISO NCh.17025, u otra similar, en el área fisicoquímica para aguas, y que además se encuentran bajo el alcance ETFA, en cumplimiento con el D.S. N°38/2013 de la SMA.

En la Tabla 3.3 se detallan las ETFA encargadas de cada actividad de muestreo, medición y análisis para el componente calidad de agua, y sus metodologías respectivas.

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



Tabla 3.3 Variables analizadas para la caracterización de la calidad de agua y sedimentos, y laboratorios asociados.

Parámetro	Actividad	Subárea	Metodología	Laboratorio	Muestreo calidad de agua y sedimentos	Muestreo sector de lavado de camiones
Muestreo manual para aguas superficiales	Muestreo	Agua superficial	PGL-13 versión 11, procedimiento general de muestreo, basado en STM, 22 nd Edition, 2012, y las siguientes Normas Chilenas: NCh410:1996; NCh411/3:2014; NCh 411/9:1997; NCh 411/11:1998; NCh-ISO 5667/1:2017; NCh-ISO 5667/4:2016; NCh-ISO 5667/6:2015.	CEA S.A.	X	X
Muestreo agua superficial	Muestreo	Agua superficial	S-MU-02 (Versión 01). Acreditado en ISO/IEC Standard 17020:2012.	Ecogestión Ambiental Ltda.	X	X
Muestreo sedimentos acuáticos	Muestreo	Sedimentos acuáticos (fluviales (ríos), estuarios)	S-MU-01 (Versión 04). Acreditado en ISO/IEC Standard 17020:2012.	Ecogestión Ambiental Ltda.	X	
Muestreo agua superficial	Muestreo	Agua superficial	EHS-L3-SAM(CL)-OPE-03I Muestreo de Ríos, Cursos de Agua, lagos naturales, artificiales y medición de caudal de aguas superficiales.	SGS Chile Ltda.	X	X
Oxígeno disuelto	Medición	Agua superficial	PTL-23 versión 5, Procedimiento de Determinación de Oxígeno Disuelto y Porcentaje de Saturación, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según STM, 22 nd Edition, 2012, Método 4500-O. G. Membrane Electrode Method. Oxygen (Dissolved).	CEA S.A.	X	X
Temperatura	Medición	Agua superficial	PTL-26 versión 4, Procedimiento de Determinación de Temperatura, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según STM, 22 nd Edition, 2012, Método 2550. B.	CEA S.A.	X	X

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico • 17 enero 2021



Parámetro	Actividad	Subárea	Metodología	Laboratorio	Muestreo calidad de agua y sedimentos	Muestreo sector de lavado de camiones
pH	Medición	Agua superficial	PTL-22 versión 6, Procedimiento de Determinación de pH, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según STM, 22 nd Edition, 2012, Método 4500-H+. B. Electrometric Method. H+ pH Value.	CEA S.A.	X	X
Conductividad eléctrica	Medición	Agua superficial	PTL-24 versión 6, Procedimiento de Determinación de Conductividad-Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según STM, 22 nd Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA S.A.	X	X
Sólidos totales suspendidos	Análisis	Agua superficial	STM, 23 rd Edition, 2017, Método 2540. D. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C . Solids .	CEA S.A.	X	X
Sulfato	Análisis	Agua superficial	PTL-3 versión 11, Procedimiento de determinación de Sulfatos. Método basado en STM, 22 nd Edition, 2012, Método 4500-SO4-2 E.	CEA S.A.		X
pH	Medición	Sedimentos acuáticos (fluviales (ríos), estuarios)	S-ME-01 (Versión 04). Acreditado en ISO/IEC Standard 17020:2012.	Ecogestión Ambiental Ltda.	X	
Potencial Redox	Medición	Sedimentos acuáticos (fluviales (ríos), estuarios)	S-ME-01 (Versión 04). Acreditado en ISO/IEC Standard 17020:2012.	Ecogestión Ambiental Ltda.	X	
Temperatura	Medición	Sedimentos acuáticos (fluviales (ríos), estuarios)	S-ME-01 (Versión 04). Acreditado en ISO/IEC Standard 17020:2012.	Ecogestión Ambiental Ltda.	X	

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico • 17 enero 2021



Parámetro	Actividad	Subárea	Metodología	Laboratorio	Muestreo calidad de agua y sedimentos	Muestreo sector de lavado de camiones
Potencial redox	Medición	Agua superficial	EHS-L3-SAM(CL)-OPE-22I rev00 ed01 basados en STM, 22nd Edition, 2012, Método 2580 B y en Manual del Fabricante.	SGS Chile Ltda.	X	
Transparencia	Medición	Agua superficial	I-ENV-OI-079 rev.00 basado en EPA 440/4-91-002	SGS Chile Ltda.	X	
Aceites y grasas	Análisis	Agua superficial	STM, 23rd Edition, 2017, Método 5520B.	SGS Chile Ltda.		X
Metales totales	Análisis	Sedimentos acuáticos (fluviales (ríos), estuarios)	I-ENV-LAB-512 basado en EPA 3051 (1994) Digestión, EPA 6020B (2014), ISO 17294-2 (2016). ICP-MS	SGS Chile Ltda.	X	
Mercurio total	Análisis	Sedimentos acuáticos (fluviales (ríos), estuarios)	I-ENV-LAB-110 Basado en EPA 7471 AB	SGS Chile Ltda.	X	
Hidrocarburos Fijos	Análisis	Agua superficial	STM, 22nd Edition, 2012, Método 5520-F / US EPA SW-846, Versión 2, 1997, método 970.	ALS Life Sciences Chile S.A. - Santiago		X
Hidrocarburos totales de petróleo	Análisis	Agua superficial	US EPA SW-846. Test methods for Evaluation solid Waste Physically/Chemicals Methods. Adaptación método US EPA 8015 D, 3510C. Cromatografía Gaseosa con detector FID (CG-FID).	ALS Life Sciences Chile S.A. - Santiago		X
Poder espumógeno	Análisis	Agua superficial	ISO 696 1975 - Análisis físico	AGQ Chile S.A.		X
Nitrógeno total	Análisis	Agua superficial	IT-689 - Calculado	AGQ Chile S.A.		X

3.2.3 Análisis de la información

El análisis de los resultados consideró la descripción de las condiciones de la calidad de agua y sedimentos en el área de estudio, en consideración a las actividades de muestreo, medición y análisis realizadas en terreno. De manera adicional, los valores se compararon con la norma NCh 1.333 of. 78, ya que los valores que se encuentren fuera de rango no necesariamente implican un impacto en la calidad del agua y pueden deberse a condiciones naturales presentes durante el periodo de muestreo.

Finalmente, los datos obtenidos fueron comparados con los antecedentes de estudios previos realizados en el sector. Esta comparación, es de manera referencial, ya que los puntos de muestreo se encuentran en sectores aguas arriba o aguas abajo del área de estudio de Áridos Guerrico.

3.3 Fauna íctica

3.3.1 Enfoque metodológico del análisis bibliográfico

3.3.1.1 Antecedentes bibliográficos

La información contenida en la sección de este informe fue obtenida mediante la búsqueda tanto de manuscritos científicos publicadas en revistas ISI (revistas incluidas en plataforma Web of Science) y aquellos monitoreos ambientales contenidos en la plataforma Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA). La localización de los puntos de monitoreo con información de hábitat físico y fauna íctica en el río Cachapoal y su ubicación respecto del proyecto de extracción de áridos Guerrico es representada en la Figura 3.1

i. Publicaciones académicas revistas ISI

- Vila & Habit. 2015. Current situation of the fish fauna in the Mediterranean region of Andean river systems in Chile. FISHMED Fishes in Mediterranean Environments 2015.002: 19p
- Palma, A., Gonzalez-Barrientos, J., Reyes, C., Ramos-Jilberto, R. 2013. Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 86: 1-14

- ii. Antecedentes de procesos de evaluación ambiental y monitoreos ambientales (SNIFA).
 - **RCA 132/2012.** Extracción Áridos Río Cachapoal Sector Puente Peumo, sector Puente Peumo Áridos puente Peumo. Titular: Sociedad Concesionaria La Fruta S.A. Año de estudio 2011.
https://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo_5_Informe_Flora_y_Fauna_Acuatica.pdf.
 - **RCA 182/2012.** Extracción de Áridos – Áridos Cachapoal. Titular: Áridos Cachapoal Limitada. Año de estudio 2012. Año de estudio 2012.
<https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable/Ficha/13508>.
 - **RCA 55/2015.** Extracción Mecanizada de áridos del río Cachapoal. KM -15 al -25 Sector Gultro. Titular: Constructora de pavimentos asfálticos Bitumix S.A. Años de estudio 2014, 2015, 2016 y 2017.
<https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable/Ficha/13508>.
 - **RCA 151/2012.** Extracción mecanizada de áridos río Cachapoal. Titular: Melón Áridos Limitada. Año de estudio 2012.
<https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable/Ficha/2081>
 - **RCA N° 11/2020.** Extracción de Áridos km -6.0 al -7.0 Río Cachapoal. Titular: Áridos Guerrico Chile Limitada. Año de estudio 2019.
- iii. Monitoreos Ambientales en la cuenca del río Cachapoal.
 - Monitoreo de Biota Acuática río Cachapoal. Proyecto de extracción de áridos de Áridos Cachapoal. Titular: Áridos Cachapoal Limitada. Año de estudio 2018.

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021

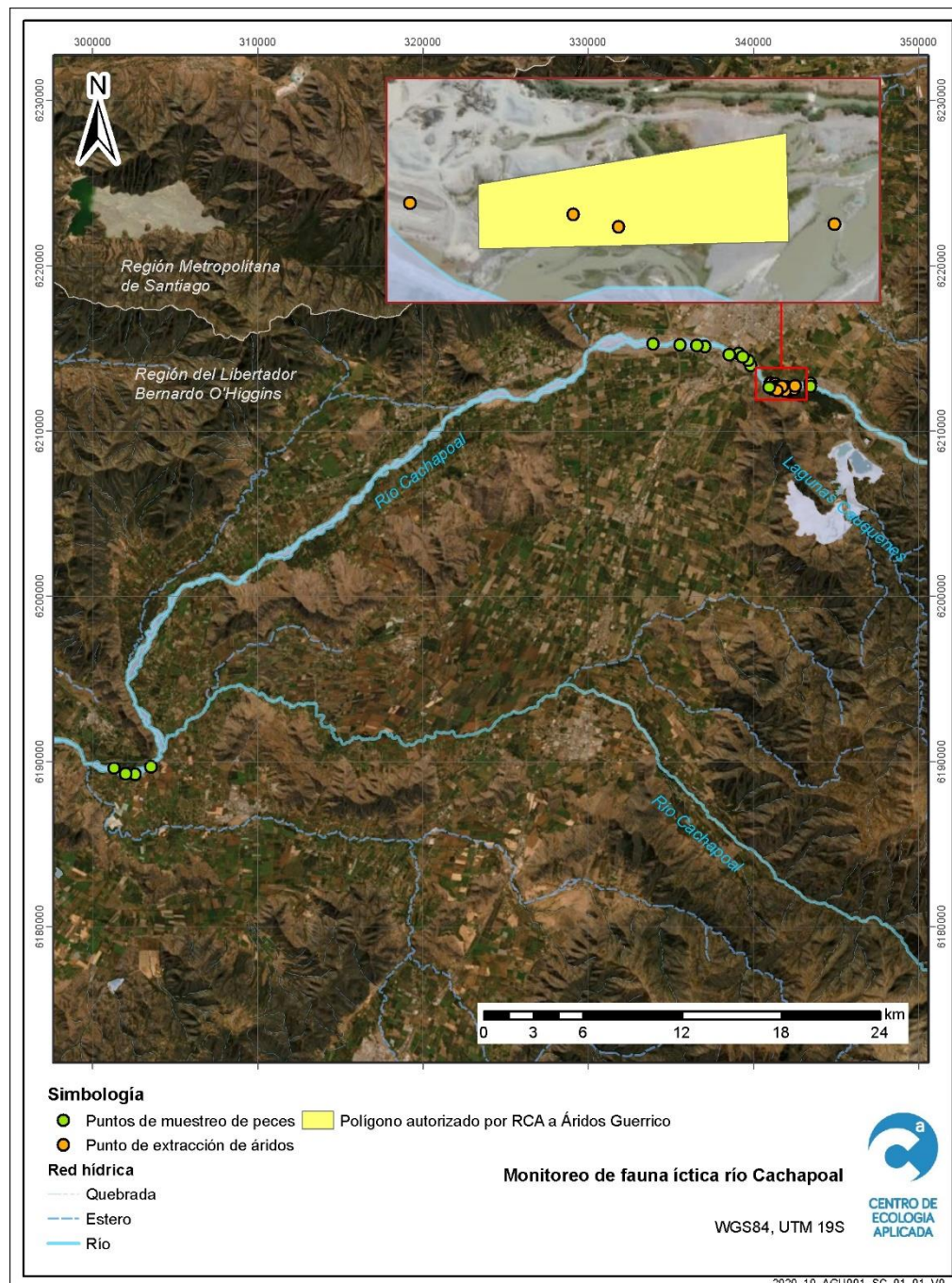


Figura 3.2. Localización de los puntos de monitoreo con información de hábitat físico y fauna íctica en el río Cachapoal y su ubicación respecto del proyecto de extracción de áridos Guerrico (RCA 26/2014).

3.3.1.2 *Análisis de la información bibliográfica disponible de fauna íctica.*

Se analizó la información de cada una de las fuentes de información señaladas. Dado que, en los manuscritos de Vila & Habit (2015) y Palma *et al.*, (2013), no se detallan los puntos de muestreo ni abundancias de peces, su información se utilizó como descriptor de la composición de especies de peces en la cuenca del río Rapel y río Cachapoal (afluente del río Rapel).

Los informes de monitoreos ambientales se utilizaron como descriptores recientes de la composición, abundancias y distribución de las especies de peces en el río Cachapoal. Por lo que, los análisis de cada uno de estos parámetros (composición, abundancia y distribución), se realizaron en base a la información disponible en estos informes. La localización de los puntos de monitoreo con información de fauna íctica puede ser visualizados en la Figura 3.2

3.3.2 Enfoque metodológico para el monitoreo de fauna íctica en el área de influencia de áridos Guerrico

Con fecha 03 de diciembre de 2020, para cada uno de los puntos de monitoreo descritos en el área de estudio, se realizó una caracterización del hábitat físico como también de la fauna íctica del sector. Cabe destacar que, los puntos de monitoreo E1 y E2 no fueron accedidos debido a los altos caudales del sector y la profundidad del agua lo que impidió realizar su monitoreo.

3.3.2.1 *Descripción de hábitats*

El “hábitat” incorpora todos los constituyentes tanto físicos como químicos, los que son reflejados finalmente en la comunidad biológica. Descripciones generales de cada uno de los sitios, caracterizaciones físicas, evaluaciones de la calidad del agua, evaluación visual del cauce del río, de la calidad del hábitat ribereño, algunas mediciones cuantitativas proveen una “descripción integrada” de varios de los factores que están influenciando la condición biológica del sistema fluvial. En este sentido, se realizó la caracterización general del hábitat de cada uno de los puntos de monitoreo, para lo cual se utilizó el modelo de ficha descriptiva y se midieron parámetros in situ de calidad de agua con una maleta multiparamétrica. Los grupos de variables definidas en la ficha de hábitat corresponden a las siguientes: sustrato, velocidad de corriente, presencia de vegetación ribereña, parámetros fisicoquímicos tales como, temperatura, pH y oxígeno disuelto. A partir de las variables tales como profundidad y velocidad de corriente se describieron tipos de hábitats tales como rápidos profundos, rápidos someros, pozas someras o pozas profundas de acuerdo con lo descrito por García *et al.*, 2012. La clasificación de las aguas según sus valores de pH fue realizada de acuerdo con lo propuesto por Hounsflow (1995); Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Clasificación de las aguas según valor de pH (Hounslow 1995).

Clasificación	Rango de pH
Fuertemente ácido	< 4,0
Moderadamente ácido	4,0 – 6,5
Neutro	6,5 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,8 – 9,0
Fuertemente alcalino	> 9,0

3.3.2.2 Caracterización de la ictiofauna del área de estudio

Con el objetivo de describir las comunidades ícticas del área de estudio, considerando atributos como composición, riqueza, abundancia y distribución, se realizaron colectas de peces en los distintos puntos de monitoreo descritos en el área de estudio. Para ello, se utilizó el arte de pesca denominado “pesca eléctrica”, el cual contempla el uso de un equipo portátil marca Samus de 12 V que genera un campo magnético que atrae a la superficie a los peces. Con un chinguillo se capturan todos los ejemplares presentes en un área de 100 m².

a. Estructura de tallas y Factor de Condición

La totalidad de los peces recolectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuantificados y caracterizados in situ en sus aspectos morfométricos de peso total (PT) y longitud total (LT). Utilizando esta información morfológica, se estimó para cada ejemplar capturado el factor de condición (K), el cual expresa, la relación volumétrica en función del peso (grado de robustez), que puede indicar el estado nutritivo de los organismos. En este contexto, ejemplares con un factor de condición (K) promedio superior a un valor de referencia de 1, se considera bajo el criterio de “especie robusta o buen estado nutricional”, mientras que bajo este valor se les considera como “especie delgadas”. El cálculo del factor de condición se efectuó utilizando la siguiente ecuación:

$$K = PT / (LT^3) * 100 \text{ (Lagler, 1956)}$$

Los peces, una vez medidos, fueron liberados vivos en los mismos sitios de captura. Las colectas de peces se realizaron en conformidad al Permiso de Pesca de Investigación vigente con R.E. Nº E-2020-572, que autorizan a CEA S.A. a realizar monitoreos de fauna íctica.

4 RESULTADOS

4.1 Calidad de agua y sedimentos

4.1.1 Análisis bibliográfico

De todas las unidades fiscalizables reportadas en SNIFA cercanas al área de influencia de Áridos Guerrico, solamente se encontraron datos de reportabilidad de seguimientos ambientales para el proyecto “Minería No Metálica Extracción de Áridos del Río Cachapoal” de Constructora de Pavimentos Asfálticos Bitumix. Cabe destacar que este proyecto se encuentra aguas abajo del área de influencia de Áridos Guerrico. Este proyecto cuenta con información pública de 5 campañas de muestreo: 1 campaña de línea de base (Julio 2014), y 4 campañas de seguimiento (octubre 2015, octubre 2016, abril 2017 y septiembre 2017) asociadas a la RCA N°55/2015.

Además, se recopilaron datos desde la sección de estadística hidrológica en línea de la DGA. Se descargaron los datos de la estación Río Cachapoal en bocatoma Canales (CA), la cual se encuentra aproximadamente a 2600 metros aguas abajo de los puntos de muestreo del área de influencia de Áridos Guerrico. Esta estación cuenta con registros de conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura entre los años 1971 al 2019, con un total de 77 datos de oxígeno disuelto, 119 datos de temperatura, 209 datos de conductividad eléctrica y 210 datos de oxígeno disuelto.

En la Tabla 4.1 se detallan los parámetros estadísticos más importantes de las fuentes de información de antecedentes del río Cachapoal, incluyendo los valores mínimos, máximos y media, para los distintos parámetros de calidad de agua.

Tabla 4.1 Tabla resumen de los resultados recopilados de antecedentes en el sector cercano al área de influencia de Áridos Guerrico.

Titular	Parámetro estadístico							
	Número de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Máximo
	Conductividad eléctrica (mS/cm)							
BITUMIX	10	514,8	118,5	410,0	422,3	439,0	616,3	700,0
DGA	209	448,6	149,3	220,0	353,0	404,0	524,0	1481,0
	Oxígeno Disuelto (mg/L)							
BITUMIX	10	8,4	1,1	6,4	7,6	9,0	9,0	10,0
DGA	77	10,3	2,5	6,3	9,2	10,0	10,9	28,4

Titular	Parámetro estadístico							
	Número de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Máximo
pH (-)								
BITUMIX	10	8,0	0,5	7,5	7,6	8,0	8,3	8,9
DGA	210	7,7	0,5	6,3	7,3	7,7	8,0	10,2
Sólidos totales suspendidos (mg/L)								
BITUMIX	10	1161,6	2397,6	29,0	107,3	152,0	361,3	7514,0
Temperatura (°C)								
BITUMIX	10	12,4	3,3	5,7	12,0	13,3	14,5	15,9
DGA	119	12,7	2,9	6,3	10,4	12,6	15,0	21,0

4.1.2 Resultados campaña de terreno

4.1.2.1 Muestreo calidad de agua y sedimentos

Con respecto al muestreo de aguas superficiales, se observó que las aguas mantuvieron valores similares para los distintos parámetros de calidad de agua entre los distintos puntos de muestreo. La excepción a este comportamiento fueron las concentraciones de sólidos totales suspendidos, los cuales variaron entre 71,7 mg/L en E7 y 123,3 mg/L en E4 (Tabla 4.2). Con respecto a la transparencia del curso de agua, los puntos de muestreo presentaron entre 12 cm y 21 cm de transparencia, lo cual se explica por la turbidez del río, algo propio de los ecosistemas del valle central, que arrastran una cantidad importante de sedimento.

Los valores de pH clasificaron las aguas entre neutras a moderadamente alcalinas (Hounslow, 1995), y aptas para el riego y la vida acuática (NCh1333 Of.78). Las conductividades eléctricas presentaron valores cercanos a 0,420 mS/cm, los cuales son propios de sistemas de aguas dulces. Además, de acuerdo con la NCh1333 Of.78 y las conductividades eléctricas reportadas, las aguas son aptas para riego. Finalmente, las aguas presentaron altas concentraciones de oxígeno disuelto, encontrándose sobre los 10 mg/L en todos los puntos de muestreo, lo cual las clasifica como aptas para la vida acuática (NCh1333 Of.78). Esto se relaciona con las mediciones de potencial redox, las cuales son propias de sistemas oxidantes (con altas concentraciones de oxígeno disuelto) (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Resultados medición y análisis del muestreo de calidad de aguas superficiales.

Parámetro	Unidad	Punto de muestreo					
		E3	E4	E5	E6	E7	E8
Conductividad eléctrica	mS/cm	0,416	0,414	0,417	0,421	0,419	0,417
Oxígeno disuelto	mg/L	11,34	11,18	11,1	11,12	10,86	10,8
pH	-	7,92	7,842	7,794	7,964	8,1	7,95
Potencial redox	mV	343,7	388,1	382,3	307,2	374,6	330,1
Sólidos totales suspendidos	mg/L	120,1	123,3	83,9	82,4	71,7	90,8
Temperatura	°C	17,6	17	17	18,2	17,7	19,1
Transparencia	m	0,15	0,13	0,12	0,19	-	0,21

Con respecto a los sedimentos, de los resultados de la campaña de terreno se observaron diferencias entre los distintos puntos de muestreo, sin embargo, estas no presentan un patrón definido espacialmente. Sin embargo, es importante destacar que las concentraciones más altas se presentaron en su mayoría en los puntos de muestreo E5 y E7, mientras que las concentraciones más bajas se encontraron en el punto E3. Por otro lado, los valores de potencial redox fueron variables entre los distintos puntos de muestreo, con valores entre 95,8 mV en E7 y 491,6 mV en E3 (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Resultados medición y análisis del muestreo de calidad de sedimentos acuáticos.

Parámetro	Unidad	Punto de muestreo					
		E3	E4	E5	E6	E7	E8
Potencial redox	mV	491,6	465,2	156	473,4	95,8	281
Arsénico	mg/kg	17,644	24,163	42,277	25,633	40,269	22,423
Boro	mg/kg	< 0,864	1,478	2,595	1,786	< 0,864	2,217
Cadmio	mg/kg	0,327	0,213	0,286	0,171	0,322	0,177
Cinc	mg/kg	102,227	76,475	85,923	77,927	108,177	76,651
Cobalto	mg/kg	9,54	10,29	13,99	11,44	15,31	10,97
Cobre	mg/kg	180,414	306,939	447,474	214,381	710,106	149,649
Cromo	mg/kg	6,867	9,926	9,249	10,23	11,74	12,746
Hierro	mg/kg	20458,956	23298,68	28167,69	27143,987	31321,033	29257,648
Manganeso	mg/kg	456,023	489,378	701,085	521,276	701,487	519,191
Mercurio	mg/kg	< 0,01	0,06	0,03	< 0,01	0,03	< 0,01
Molibdeno	mg/kg	7,325	6,95	5,064	8,024	11,592	6,599
Níquel	mg/kg	7,232	7,939	9,913	8,076	11,557	8,099
Plomo	mg/kg	10,85	10,93	14,99	9,62	18,69	9,87

4.1.2.2 Muestreo sector de lavado de camiones

Con respecto a este muestreo, se puede observar que los valores de la mayoría de los parámetros fueron similares entre el punto aguas arriba del sector de limpieza de camiones y el punto aguas abajo del mismo. La excepción de este comportamiento se observó en las concentraciones de sólidos totales suspendidos, las cuales fueron considerablemente mayores en el punto aguas arriba del sector de limpieza de camiones (Tabla 4.4).

Los valores observados clasificaron las aguas como moderadamente alcalinas (Hounslow, 1995), de acuerdo con sus valores de pH, y una conductividad eléctrica cercana a 0,42 mS/cm, propio de aguas dulces. Con respecto a la norma NCh1333 Of.78, las aguas se clasificaron como aptas para riego (pH y conductividad eléctrica), y aptas para la vida acuática (pH y oxígeno disuelto). Cabe destacar que, las concentraciones de aceites y grasas, hidrocarburos fijos y totales, y poder espumógeno fueron menores a los límites de detección en ambos puntos de muestreo (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Resultados medición y análisis del muestreo del sector de lavado de camiones.

Parámetro	Unidad	Punto de muestreo	
		A. Arriba	A. Abajo
Conductividad eléctrica	mS/cm	0,42	0,422
Aceites y Grasas	mg/L	< 10	< 10
Hidrocarburos fijos	mg/L	< 2	< 2
Hidrocarburos totales	mg/L	< 1	< 1
Nitrógeno total	mg/L	<1	<1
Oxígeno disuelto	mg/L	10,86	10,91
pH	-	8,027	7,956
Poder espumógeno	mm	< 1	< 1
Sólidos totales suspendidos	mg/L	173,1	74
Sulfato	mg/L	158	184

4.1.3 Comparación con antecedentes

A continuación, se describe en general el comportamiento de los resultados de la campaña de terreno realizada el 03 de diciembre de 2020, con respecto a antecedentes de estudios previos realizados en el sector cerca al área de influencia de Áridos Guerrico, para los principales parámetros de calidad de agua.

En el caso de la conductividad eléctrica, los valores registrados en la campaña de terreno se encontraron dentro de los rangos de los estudios previos, tanto de la DGA como de Bitumix. En el caso de la comparación con los datos de la DGA para el periodo 1971-2019, los datos del presente estudio se encontraron cercanos a la media presentada en ese periodo, mientras que, comparados con los datos de Bitumix, estos últimos presentaron valores levemente mayores que el estudio actual (Figura 4.1).

Con respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto, los datos de la campaña de terreno se encontraron dentro del rango valores registrados por la DGA en el periodo 1971-2019, cercano a los valores máximos reportados en este periodo. Por otro lado, los datos de la campaña actual fueron en su totalidad mayores a las concentraciones reportadas en los estudios de Bitumix, cuyo máximo llegó a 8,4 mg/L (Figura 4.2).

Para el pH, los valores reportados en la campaña de terreno de Áridos Guerrico se encontraron en su totalidad dentro de los rangos descritos por los estudios de la DGA y Bitumix, en el área de estudio. En detalle, los datos de la campaña de terreno fueron cercanos a los valores medios de ambos estudios previos (Figura 4.3).

Las concentraciones de sólidos totales suspendidos presentaron valores dentro de los rangos históricos de los estudios realizados por Bitumix, presentándose principalmente cercano a los valores más bajos reportados por este proyecto (Figura 4.4). Por otro lado, la DGA no presenta reportes para este parámetro.

Finalmente, las temperaturas de la campaña de terreno actual se encontraron dentro de los registros máximos del seguimiento realizado por la DGA, y fueron mayores a las registradas por Bitumix en todas las mediciones (Figura 4.5). Sin embargo, las temperaturas se ven fuertemente influenciadas por la temporada de medición, al igual que la hora del día.

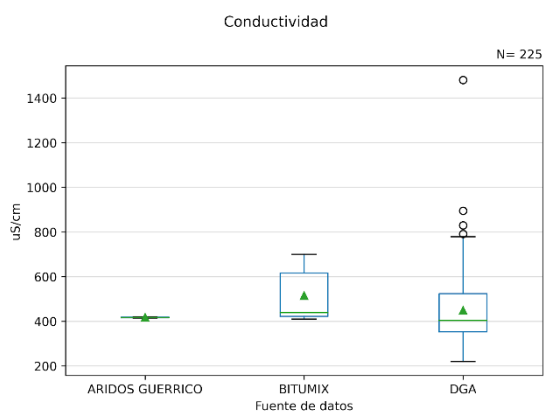


Figura 4.1 Gráfico comparativo información disponible de calidad de agua para variable conductividad (uS/cm).

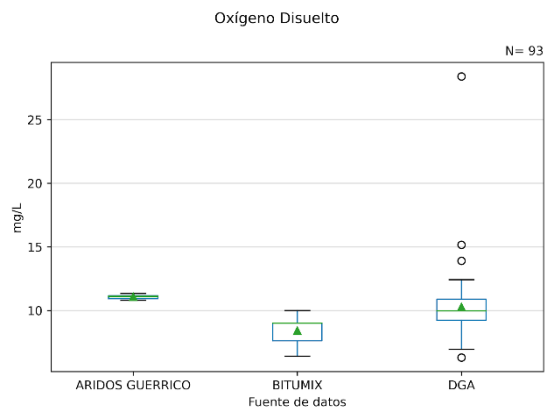


Figura 4.2 Gráfico comparativo información disponible de calidad de agua para variable oxígeno disuelto (mg/L).

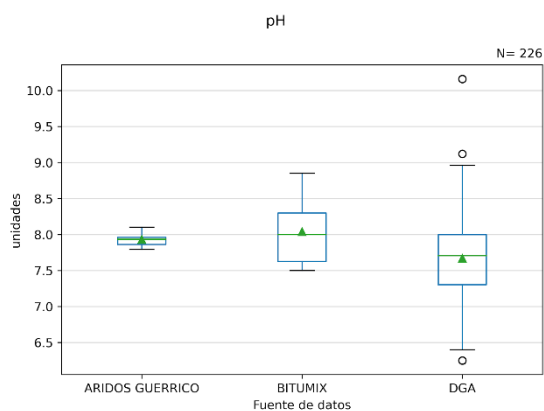


Figura 4.3 Gráfico comparativo información disponible de calidad de agua para variable pH (unidades).

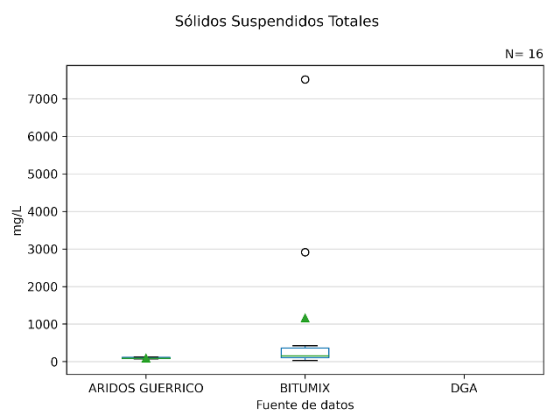


Figura 4.4 Gráfico comparativo información disponible de calidad de agua para variable sólidos suspendidos totales (mg/L).

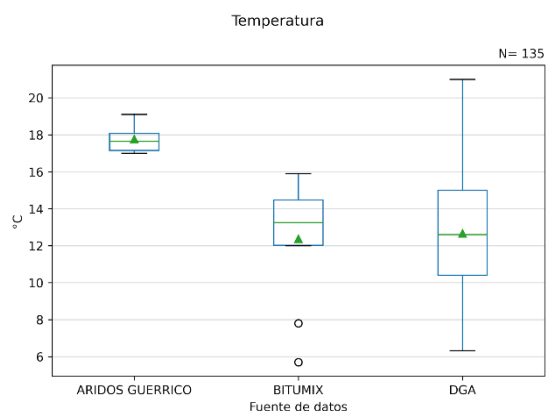


Figura 4.5 Gráfico comparativo información disponible de calidad de agua para variable temperatura (°C).

4.2 Fauna íctica

4.2.1 Análisis bibliográfico del hábitat físico y comunidad de peces en la cuenca del río Cachapoal

4.2.1.1 Hábitat físico

En base a la información disponible de monitoreos ambientales acerca del hábitat físico del río Cachapoal, se concluye que los tramos localizados aguas arriba como aguas abajo del proyecto de extracción de Áridos Guerrico, poseen principalmente hábitats de rápidos someros y rápidos profundos. El lecho del río, tanto aguas arriba como abajo del proyecto de Áridos Guerrico, se encuentra formado principalmente de cantos y bolones, acompañados por grava y arena.

Código: R108

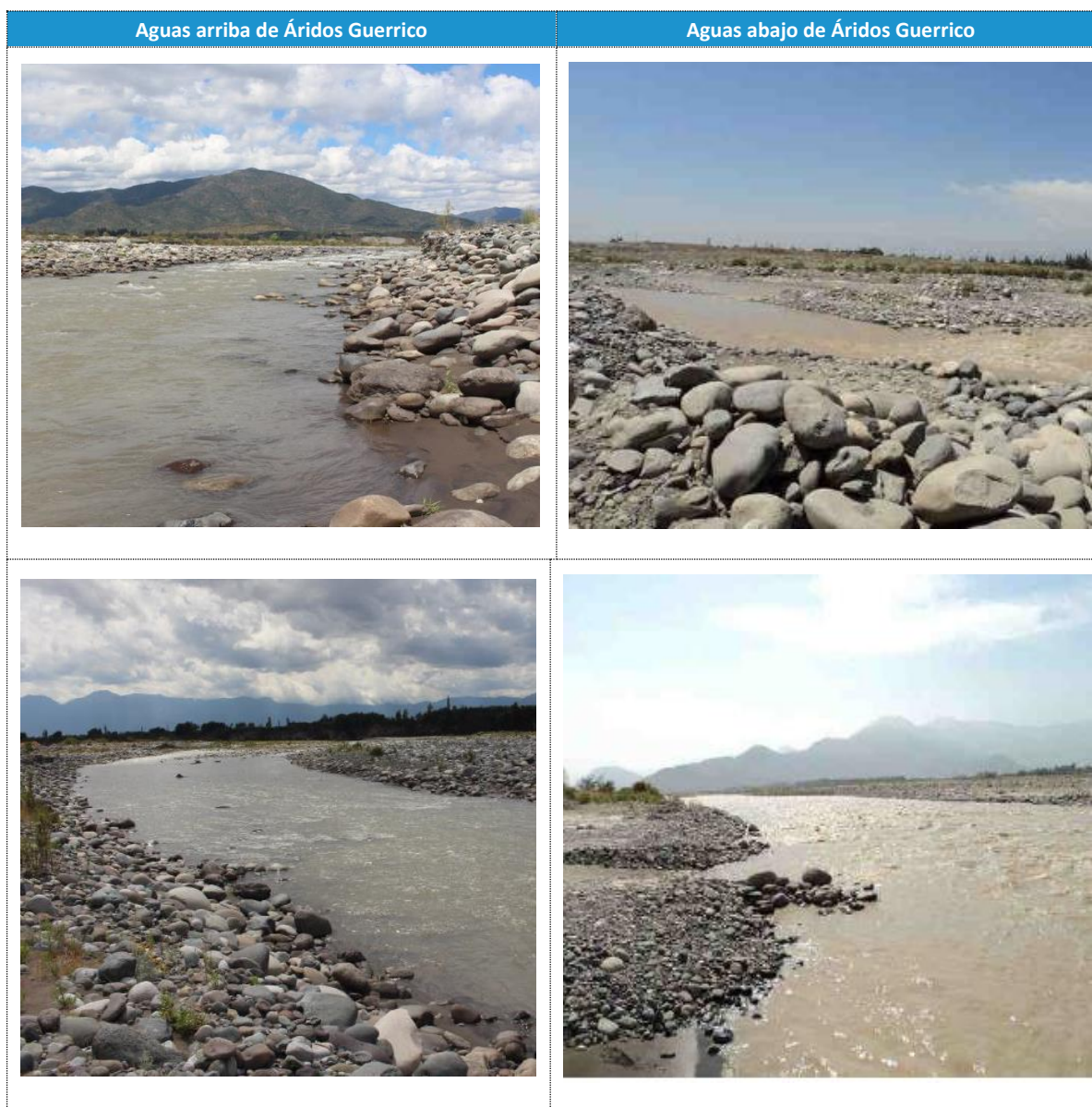
Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



Tabla 4.5. Registros fotográficos de tramos de río aguas arriba y aguas debajo de Áridos Guerrico.



4.2.1.2 Comunidad de peces en la cuenca del río Cachapoal

a. Composición y abundancia de fauna íctica

La cuenca del río Rapel, red fluvial a la cual pertenece el río Cachapoal, se describe con una comunidad de peces compuesta por 11 especies nativas (Tabla 4.6). De ellas, se describe

que, posiblemente la especie *Diplomystes chilensis* se encuentre extinta en la cuenca del río Rapel. En cuanto a la composición de especies en específico del río Cachapoal, Palma *et al.*, 2013, describe 7 especies de peces, cinco de estas especies nativas y dos de origen no nativo (Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Fauna íctica descrita en la cuenca del río Rapel y el río Cachapoal.

Origen	Especies	Cuenca río Rapel (Vila & Habit, 2015)	Río Cachapoal (Palma <i>et al.</i> , 2013)
Nativos	<i>Geotria australis</i>	X	
	<i>Cheirodon pisciculus</i>	X	X
	<i>Nematogenys inermis</i>	X	
	<i>Trichomycterus areolatus</i>	X	X
	<i>Galaxias maculatus</i>	X	
	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	X	X
	<i>Odontesthes brevianalis</i>	X	
	<i>Percichthys trucha</i>	X	X
	<i>Percichthys melanops</i>	X	
	<i>Percilia gillissi</i>	X	X
	<i>Diplomystes chilensis</i>	X	
No nativos	<i>Cnesteredon decenmaculatus</i>		X
	<i>Odontesthes bonaerensis</i>		X
	<i>Carassius carassius</i>		X

Debido a que la información disponible en Vila & Habit (2015) y Palma *et al.*, (2013), no proveen información acerca de puntos de muestreo específicos, los siguientes análisis de distribución y abundancia se realizaron en base a los últimos estudios disponibles de fauna íctica en la cuenca del río Cachapoal. En este contexto, se observa que la especie con mayor frecuencia de aparición y abundancia es *Trichomycterus areolatus*. Además, se han capturado otras especies acompañantes, pero en baja abundancia y frecuencia de aparición, tales como *Percilia gillissi*, *Gambusia hoolbrooki* y *Oncorhynchus mykiss*.

b. Distribución de peces en el río Cachapoal

En base a la información disponible de monitoreos ambientales de fauna íctica, específicos para la cuenca del río Cachapoal, se detalla la distribución de las especies capturadas en el río Cachapoal.

- *Trichomycterus areolatus*: Distribuido a lo largo del eje longitudinal del río Cachapoal. En relación con su distribución respecto al proyecto de Áridos Guerrico

(RCA 26/2012), los monitoreos de fauna íctica dan cuenta de la presencia de esta especie aguas arriba (1 Km aguas arriba) del proyecto como también aguas abajo (<1 Km hasta 8 Km aguas abajo).

- *Percilia gillissi*: Su presencia ha sido observada 46 Km aguas abajo del proyecto de Áridos Guerrico, con abundancias que no superaron los 3 individuos (RCA 132/2012).
- *Oncorhynchus mykiss*: Capturados aguas arriba y aguas abajo del proyecto Áridos Guerrico (RCA 55/2015, RCA 151/2012, RCA 11/2020).
- *Gambusia holbrooki*: Su presencia ha sido observada 46 Km aguas abajo del proyecto de Áridos Guerrico con abundancias que no superaron los 5 individuos (RCA 132/2012).

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021

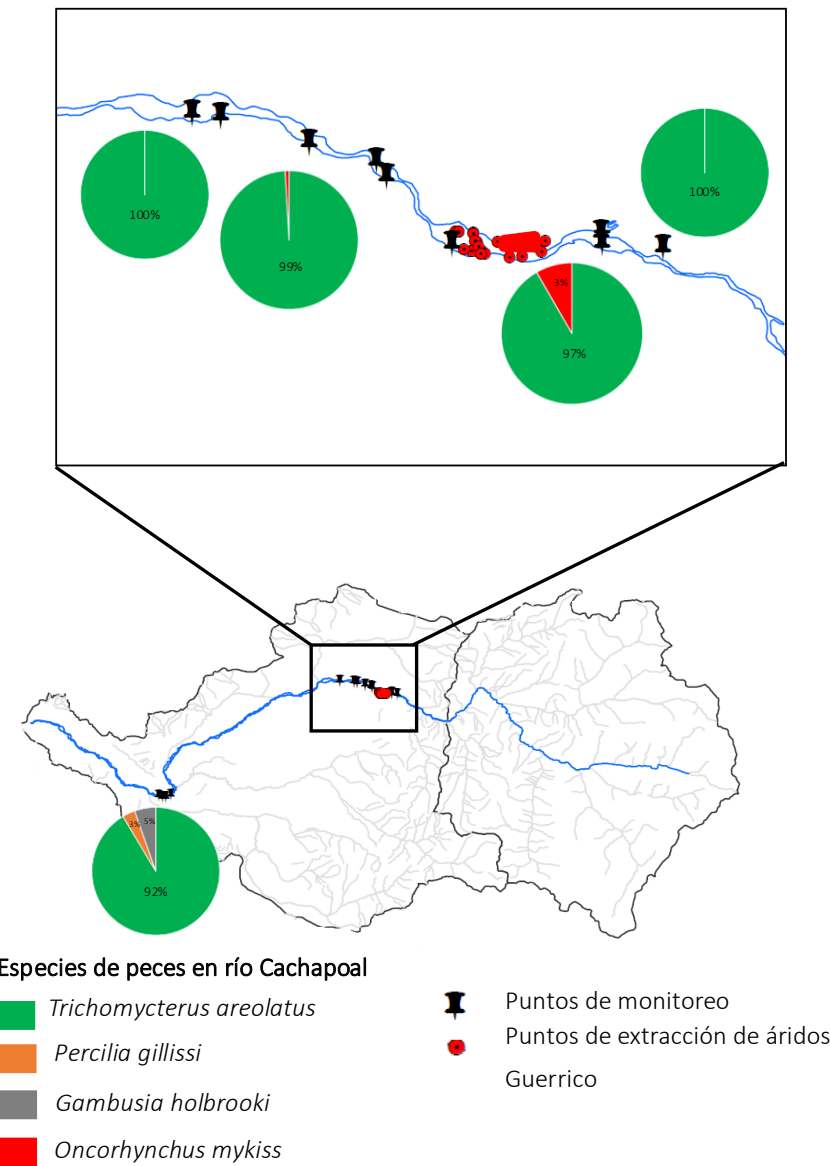


Figura 4.6. Distribución de especies en el río Cachapoal y sus abundancias presentadas en porcentaje.

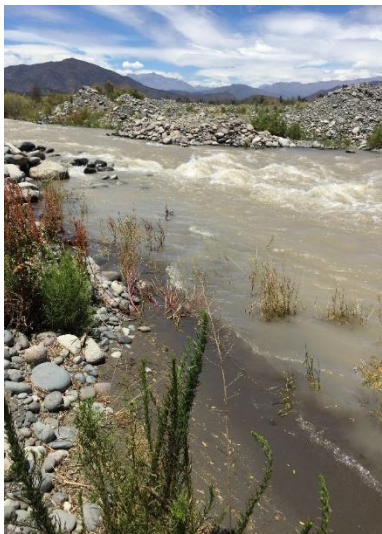
4.2.2 Monitoreo de fauna íctica en el área de influencia de áridos Guerrico

4.2.2.1 Descripción de hábitat físico de los puntos de monitoreo en el área de estudio

De acuerdo con el comportamiento estacional del caudal pluvio-nival del río Cachapoal, se observaron altos caudales durante el monitoreo realizado en diciembre de 2020, lo cual ocurre de manera recurrente entre los meses de noviembre y febrero de cada año, por los deshielos. En el área de estudio, se registra la separación del río Cachapoal en distintos canales. En cuanto al lecho del río, se observó que está compuesto principalmente de sedimentos de tipo cantos y piedras, con bolones y arenas distribuidos en parches menos frecuentes.

A continuación, se realiza la descripción de hábitat de cada uno de los puntos de monitoreo.

Tabla 4.7. Descripción de hábitats de los puntos de monitoreo en el área de estudio de áridos Guerrico.

Descripción punto de monitoreo	Registro fotográfico
<p>E3: Este punto de monitoreo, posee hábitats principalmente de rápidos profundos, con una profundidad aproximada de 65 cm y una velocidad de corriente de 0,36 m³/s. Su ribera presenta bancos de arena y el sustrato predominante en el lecho del río fue de cantos, piedras y gravas. Las aguas presentaron un aspecto turbio, con una temperatura de 17°C, pH neutro (7,92 unidades) y aguas bien oxigenadas (11,34 mg/L).</p>	



Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



Descripción punto de monitoreo	Registro fotográfico
<p>E4: presentó hábitats principalmente de rápidos profundos, con una profundidad aproximada de 60 cm y una velocidad de corriente de 0,46 m³/s. Tanto la ribera como el canal del río se encuentran formada por un lecho donde predominan sedimentos, tales como, cantos, piedras y gravas. Las aguas, presentaron un aspecto turbio, con una temperatura de 17 °C, pH neutro (7,84 unidades) y aguas bien oxigenadas (11,18 mg/L).</p>	
<p>E5: Punto de monitoreo que consiste en una poza temporal con vegetación emergida, que posee conectividad a uno de los canales del río Cachapoal. La profundidad de esta poza fue de aproximadamente 20 cm y sus aguas presentaron una velocidad de corriente de 0,19 m³/s. El lecho, estaba compuesto por canto, piedras y gravas, con sedimento fino en los intersticios y sobre los sedimentos de mayor tamaño. Las aguas, presentaron un aspecto turbio, con una temperatura de 17 °C, pH neutro (7,79 unidades) y aguas bien oxigenadas (11,10 mg/L).</p>	



Código: R108


Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



Descripción punto de monitoreo	Registro fotográfico
<p>E6: El punto de monitoreo se caracteriza por un hábitat de rápidos someros y pequeñas pozas someras. Su profundidad es de aproximadamente 20 cm y una velocidad de corriente de 0,15 m³/s. El lecho del río, en esta sección, está compuesto por piedras acompañada por cantos y grava. Además, se observan sedimentos finos en la superficie e intersticios de los sedimentos de mayor tamaño. Las aguas, presentaron un aspecto turbio, con una temperatura de 18,2 °C, pH neutro (7,96 unidades) y aguas bien oxigenadas (11,12 mg/L).</p>	
<p>E7: Estero tributario a una canal del río Cachapoal, con una profundidad menor a 15 cm y una velocidad de corriente de 0,25 m³/s. Este estero presenta pequeños saltos de agua, y su lecho se encuentra compuesto principalmente por piedras acompañadas por bolones, cantos y gravas. Las aguas, presentaron un aspecto semi-turbio, con una temperatura de 17,7 °C, pH ligeramente alcalino (8,02 unidades) y aguas bien oxigenadas (10,86 mg/L).</p>	

Descripción punto de monitoreo	Registro fotográfico
<p>E8: corresponde a un canal con hábitats de rápido profundo, con una profundidad mayor a 1 metro y una velocidad de corriente que supera 0,33 m³/s. Su lecho está formado por grava menor a 4 cm y sedimento fino barroso. Las aguas, presentaron un aspecto turbio, con una temperatura de 19,1 °C, pH neutro (7,95 unidades) y aguas bien oxigenadas (10,80 mg/L).</p>	

4.2.2.2 Composición y abundancia de especies de peces en el área de influencia de áridos Guerrico.

a. Composición y abundancia

En el área de estudio, la fauna íctica estuvo compuesta solo por la presencia de la especie nativa *Trichomycterus areolatus* en tres puntos de monitoreo (E5, E6 y E7; Tabla 4.8). El punto de monitoreo con mayor número de individuos capturados corresponde a E5.

Tabla 4.8. Composición y abundancia de especies por punto de monitoreo en el área de estudio.

Punto de monitoreo	Especies	Nº de individuos capturados
E1	Sin acceso para muestreo	-
E2	Sin acceso para muestreo	-
E3	Sin captura de peces	-
E4	Sin captura de peces	-
E5	<i>Trichomycterus areolatus</i>	7
E6	<i>Trichomycterus areolatus</i>	2
E7	<i>Trichomycterus areolatus</i>	4
E8	Sin captura de peces	-

b. Morfometría de *Trichomycterus areolatus*.

Los individuos de *Trichomycterus areolatus* capturados corresponden a individuos inmaduros denominados juveniles y maduros denominados adultos. De los individuos capturados, el 21% (3 individuos) corresponden a individuos juveniles y el 79% a adultos. La talla de individuos juveniles fluctuó entre 2,2 cm a 3,1 cm, mientras que la talla de los individuos adultos fluctuó entre 5,0 cm a 11,0 cm. Los individuos juveniles fueron capturados exclusivamente en el punto de monitoreo E5. En cuanto a su factor de condición, los peces capturados presentan un buen estado nutricional, donde los individuos juveniles presentaron un valor de factor de condición (K) de 2,59 y los individuos adultos presentaron valores de K que fluctuaron entre 1,80 y 3,84 (Tabla 4.9).

Tabla 4.9. Estructura de tallas y factor de condición de los individuos de *Trichomycterus areolatus*.

Punto de monitoreo	Longitud	Peso	Factor de condición	Estadío de vida
E5	10,3	34,5	3,16	Adulto
E5	5,5	3,0	1,80	Adulto
E5	8,0	16,5	3,22	Adulto
E5	5,0	3,0	2,40	Adulto
E5	3,0	0,7	2,59	Juvenil
E5	2,2	0,1	2,59	Juvenil
E5	3,1	0,7	2,59	Juvenil
E6	8,8	19,5	2,86	Adulto
E6	9,0	23,0	3,16	Adulto
E6	6,5	6,0	2,18	Adulto
E7	11,0	26,0	1,95	Adulto
E7	9,0	28,0	3,84	Adulto
E7	9,0	25,0	3,43	Adulto
E7	8,0	14,0	2,73	Adulto

5 DISCUSIONES

De acuerdo con los antecedentes recopilados en el río Cachapoal tanto bibliográficos como los correspondientes al monitoreo del año 2020, el río Cachapoal presenta un hábitat físico de rápidos someros y rápidos profundos, con un lecho de río compuesto principalmente por cantos y bolones, acompañados de gravas y arenas. Con respecto a la calidad de agua se presentaron aguas dulces, con altas concentraciones de oxígeno disuelto y neutras a moderadamente alcalinas (Hounslow, 1995). Estas características físicas fueron observadas tanto en el área de influencia de Áridos Guerrico como en tramos próximos al proyecto aguas arriba y aguas debajo de éste.

Con respecto a la calidad de agua se presentaron aguas dulces, con altas concentraciones de oxígeno disuelto y neutras a moderadamente alcalinas (Hounslow, 1995). Estos parámetros permitieron clasificar las aguas del área de estudio como aptas para riego y el sustento de la vida acuática (NCh133 Of.78). En general, las aguas no presentaron diferencias considerables entre los puntos de muestreo, manteniendo un comportamiento homogéneo en el área de estudio. Esto mismo fue observado en el caso del muestreo del sector de lavado de camiones, donde tanto el punto aguas arriba como abajo del sector de lavado presentaron valores similares para los parámetros de calidad de agua. Además, los parámetros asociados principalmente a la actividad de lavado de camiones, como aceites y grasas, hidrocarburos fijos y totales, y poder espumógeno, fueron menores al límite de detección en todos los puntos de muestreo. Por otro lado, los sedimentos presentaron un comportamiento espacial con diferencias entre los puntos de muestreo, donde los puntos E5 y E7 presentaron las mayores concentraciones de metales y los menores valores de potencial redox. Sin embargo, estas diferencias no están asociadas a un patrón espacial definido, y es común encontrar este tipo de diferencias en la matriz de sedimentos.

Es importante destacar, que los resultados de la campaña de terreno para calidad de agua se encontraron en su mayoría dentro de los rangos históricos de estudios previos realizados por Bitumix (2014-2017) y la DGA (1971-2019). Esto mostraría que no han ocurrido cambios importantes en los principales parámetros de calidad del agua en el tiempo, ni tampoco una afectación espacial en el área de estudio.

Por otro lado, de acuerdo con los antecedentes bibliográficos de fauna íctica en el río Cachapoal se han descrito 8 especies de peces, de los cuales 5 especies son de origen nativo (*Cheirodon pisciculus*, *Trichomycterus areolatus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Percichthys trucha* y *Percilia gillissi*; Palma *et al.*, 2013). No obstante, en los monitoreos ambientales más recientes, realizados entre el 2011 y 2019, tanto por Áridos Guerrico como otros titulares dedicados a la extracción de áridos, se observó que la especie nativa *T. areolatus*

presentaba la mayor frecuencia de aparición en el río Cachapoal y en sitios próximos al área de estudio (CEA, 2020). Estos resultados coinciden con la aparición exclusiva de esta especie de bagre en el área de estudio de Áridos Guerrico en el monitoreo del mes de diciembre de 2020.

De manera consistente a las características del hábitat, propias de un río con un caudal pluvio-nival, se observaron caudales altos en el mes de diciembre (DGA, 2004). De esta manera, el hábitat predominante en el canal del río Cachapoal fue rápido profundo con apariciones menos frecuentes de pozas y rápidos someros. En cuanto a la captura de peces en el área de estudio, se observó que éstas ocurrieron en puntos de monitoreo donde los hábitats predominantes fueron rápidos someros y pozas temporales. Estos resultados son consistentes con lo expuesto por Arratia (1983), que describe a *T. areolatus* como una especie con preferencias de hábitat según edad y relaciona estas preferencias a la presencia o ausencia de determinadas estructuras de tallas en los distintos hábitats de ríos. En este sentido, tal y como ha sido descrito por Vila *et al.*, (1996) y Habit *et al.*, (2005), en el área de estudio, los juveniles capturados ocuparon hábitats de rápidos someros y pozas laterales con baja velocidad de corriente. La complejidad de muestreo en periodos de alto caudal y las limitaciones del arte de pesca - pesca eléctrica- podrían explicar la nula aparición de la especie *T. areolatus* en los puntos de monitoreo con hábitats más profundos, como son los puntos E3, E4 y E8. No obstante, zonas profundas y con alta velocidad de corriente, son descritas como hábitats idóneos para individuos adultos de *T. areolatus* (Arratia, 1983; Vila *et al.*, 1996; Habit, 2005).

Los altos valores del factor de condición de los individuos de *T. areolatus* capturados en el área de estudio sumado a la capacidad de esta población de desarrollar su ciclo reproductivo completo, constatado con la aparición de individuos adultos y juveniles, demuestran la persistencia de la población de esta especie en el área de estudio. Además, la aparición de juveniles en el mes de diciembre concuerda con los periodos reproductivos descritos para otros ríos, donde la época de máxima reproducción comprende los meses de septiembre - noviembre, encontrándose juveniles (<49,9 mm) a partir del mes de octubre (Habit *et al.*, 2005).

Las evidentes similitudes en cuanto a las condiciones del hábitat entre el área de estudio de Áridos Guerrico y su medio circundante, sumado a la persistencia de la población de *T. areolatus* y su capacidad de desarrollar su ciclo reproductivo completo, da cuenta de la capacidad del medio para albergar y permitir el desarrollo de las especies ícticas.

6 CONCLUSIONES

El presente informe tiene por objetivo aportar información de la fauna íctica y calidad de agua y sedimentos, del área de estudio en el río Cachapoal, con el fin de determinar si fue afectada la población de *Trichomycterus areolatus* y se generaron impactos en la calidad del curso de agua. A partir de los resultados obtenidos en la campaña de diciembre de 2020 y el análisis de datos históricos disponibles para la zona, se puede concluir lo siguiente:

- El área de estudio y su medio circundante presenta principalmente hábitats de rápidos profundos, y en menor frecuencia hábitats de rápidos y pozas someras
- De acuerdo con los parámetros de calidad de agua, las aguas se clasificaron como dulces, neutras a moderadamente alcalinas, con altas concentraciones de oxígeno disuelto. Estos parámetros permiten clasificar las aguas como aptas para riego y vida acuática (NCh1333 Of.78).
- Para el muestreo en el sector de lavado de camiones, no se encontraron diferencias importantes entre el punto aguas arriba y aguas abajo del lavado de camiones, lo que demostraría que no hay una afectación en la calidad del agua debido a esta actividad.
- Los resultados de calidad de agua de la campaña de terreno se encontraron en su mayoría dentro de los rangos reportados en otros estudios realizados en el río Cachapoal, lo que implicaría que la calidad del agua se ha mantenido en el tiempo y en el espacio, sin cambios considerables.
- La única especie capturada en el área de estudio fue *T. areolatus*.
- La población de *T. areolatus* capturadas en el área de estudio, corresponden a individuos juveniles y adultos.
- Tanto las poblaciones de juveniles como adultos presentaron una estructura de talla y factor de condición acordes a buen estado nutricional.
- La población de *T. areolatus* presenta activa reproducción en el área de estudio.
- Los altos valores del factor de condición de los individuos de *T. areolatus* capturados, sumado a la capacidad de esta población de desarrollar su ciclo reproductivo completo, demuestran la persistencia de la población de esta especie en el área de estudio.
- Dado lo anterior, se puede concluir que las condiciones de hábitat en el área de estudio, entre ellas la calidad de agua, sustrato del lecho y características hidráulicas encontradas, permiten indicar que existen condiciones adecuadas para el desarrollo de la fauna íctica. Esto se ve validado por la presencia de *T. areolatus*, en buenas condiciones físicas y en varios estados de desarrollo.

7 REFERENCIAS

Arratia, G. 1983. Preferencias de hábitat de peces siluriformes de aguas continentales de Chile (Fam. Diplomystidae y Trichomyctidae). *Studies of Neotropical Fauna and Environment* 18 (4): 217-237.

Centro de Ecología Aplicada (CEA). 2020. Informe bibliográfico acerca de la Fauna Íctica del Río Cachapoal. Descripción teórica de la fauna íctica en el río Cachapoal, en el marco del estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna por actividades de extracción de áridos. Noviembre 2020.

Dirección General de Aguas (DGA). 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpo de agua según de objeto de calidad de aguas. Cuenca del río Rapel.

DGA. (2020). Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea. Dirección General de Aguas. <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>. Recuperado: enero 2021.

García, A., González, J., & Habit, E. 2012. Caracterización del hábitat de peces nativos en el río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*, 76: 1, 36-44.

Habit, Evelyn, Victoriano, Pedro, & Campos, Hugo. 2005. Ecología trófica y aspectos reproductivos de *Trichomycterus areolatus* (Pisces, Trichomycteridae) en ambientes lóticos artificiales. *Revista de Biología Tropical*, 53: 195-210.

Hounslow, A. 1995. *Water quality data: analysis and interpretation*. Lewis Publishers, Boca Ratón. Pág 170.171. Cap. 16.

Lagler K. 1956. *Freshwater Fishery Biology*. 2nd ed. Wm. C. Brown Company. Dubuque. USA. 421pp.

NCh 1333 Of.78. Modificada en 1987. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Instituto Nacional de Normalización.

Manríquez, A., Huaquin, L., Arellano, M. & Arratia, G. 1988. Aspectos Reproductivos de *Trichomycterus areolatus* Valenciennes, 1846 (Pisces: Teleostei: Siluriformes) en Río Angostura Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23 (2): 89-102.

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



SMA. (2020). Catastro de Unidades Fiscalizables. Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental. <https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable>. Recuperado: enero 2021.

SMA. (2020a). Catastro de Unidades Fiscalizables: Constructora de Pavimentos Asfálticos Bitumix - Minería No Metálica Extracción de Áridos del Río Cachapoal. Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental. <https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable/Ficha/13508>. Recuperado: enero 2021.

Vila, I., Contreras, M. & Fuentes, L. 1996. Reproduction of *Diplomystes nahuelbutaensis* Arratia 1987 (Pisces: Diplomystidae). Gayana Oceanología 4 (2): 129-137.

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



8 ANEXO

8.1 Registro fotográfico de individuos de *T. areolatus* capturados en el área de estudio



Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico - 17 enero 2021



8.2 Permiso de pesca de investigación

Verificación del Documento:

- Id del Documento: 4421
- Código de verificación: 48675089562
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLA 100 - V
VALPARAÍSO

**AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA S.A. PARA REALIZAR
PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.
(E X T R A C T O)**

Por Resolución Exenta Nº E-2020-572 de fecha 13/11/2020 de esta Subsecretaría, autorizase a Centro de Ecología Aplicada S.A. para efectuar una pesca de investigación de conformidad Términos Técnicos de Referencia del proyecto **"Monitoreo limnológico asociado al proyecto Extracción de Áridos Cachapoal, Región del Libertador Bernardo O'Higgins"**.

El objetivo de la pesca de investigación consiste en determinar si producto de las actividades de extracción de áridos realizadas en la zona, existe una afectación a la población de *Trichomycterus areolatus*, en específico, y fauna ictica, en general.

La pesca de investigación se efectuará en un período de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo Nº 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en el río Cachapoal, comuna de Rancagua, Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don Manuel Contreras Leiva.

VALPARAÍSO,


ROMÁN ZELAYA RÍOS
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

Código: R108

Versión: 0

Código cliente: AGU001

Estudio sobre ocurrencia de efectos negativos sobre ictiofauna y calidad de aguas por las actividades realizadas por Áridos Guerrico · 17 enero 2021



8.3 Certificados de laboratorio

Ver Anexo digital.

8.4 Autorizaciones ETFA

Ver Anexo Digital.

8.5 Anexo equipo de trabajo

Tabla 8.1. Responsables y participantes de las actividades desarrolladas en el río Cachapoal durante la campaña de diciembre de 2020. En la tabla se detalla además el cargo o función desempeñada en terreno.

Equipo Limnología y Calidad de Aguas				
Nombre	RUT	Título	Especialidad	Cargo / Actividades
Manuel Segovia	17.388.649-7	Biólogo Marino	Limnología	Jefe de terreno
Anaysa Elgueta	16.651.244-1	Bióloga, Candidata a Doctor en Ciencias Ambientales	Limnología	Jefe de proyecto.
Carolina Escobar	17.567.958-8	Laboratorista químico	Muestreo calidad de agua	Inspector ETFA / Control estándares de muestreo calidad de agua
Milton Munizaga	12.583.331-4	Técnico de terreno	Muestreo sistemas acuáticos	Chofer, manejo de equipos pesca eléctrica, toma de muestras