SOCIEDAD CONCESIONARIA RUTA 5 TALCA -CHILLÁN S.A. (SURVÍAS)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS PUENTES EN LOS SUBSECTORES C Y D DEL SECTOR 1-RUTA 5 SUR, CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO TALCA – CHILLÁN

ADENDA COMPLEMENTARIA: ANEXO 10-02 ACTUALIZACIÓN PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL N°119 – PERMISO PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN

0	17-09-2026	REVISIÓN CLIENTE	XM/DG	AC	CMV	WM
Rev.	Fecha	EMITIDO PARA	PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ	SURVÍAS
			P-103050			RECIBIDO
N° Documento		ACTUALIZACIÓN PAS 119				0

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 3

2. ANTECEDENTES TÉCNICOS 4

A) IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS QUE SE PRETENDE EXTRAER COMO ESPECIES PRINCIPALES Y SECUNDARIAS 4

B) IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA EN LA CUAL SE PRETENDE DESARROLLAR LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN 6

C) ESPECIFICACIONES DEL OBJETIVO GENERAL Y DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS QUE EL PROYECTO DE PESCA DE INVESTIGACIÓN PERSIGUE 11

D) IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL ARTE, APAREJO O SISTEMA DE PESCA A UTILIZAR EN LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 12

E) ESPECIFICACIONES DE LA METODOLOGÍA A EMPLEAR, INDICÁNDOSE ADEMÁS SU CORRESPONDIENTE SOPORTE ESTADÍSTICO DEBIDAMENTE FUNDAMENTADO. 13

F) RESULTADOS ESPERADOS 18

G) DURACIÓN Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 20

H) CONSIDERACIONES DEL PAS 119 21

I) RESUMEN DE ACTIVIDADES 22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Listado de ictiofauna potencial para el sector 4

Tabla 2: Especies de fauna íctica nativa encontradas en Línea de Base 5

Tabla 3: Especies de zoobentos en categoría de conservación encontradas en Línea de Base 6

Tabla 4: Estructuras, puntos de muestreo y coordenadas del monitoreo 6

Tabla 5: Especificaciones del equipo de medición y parámetros fisicoquímicos 12

Tabla 6: Ejemplo reporte de medición de parámetros *in situ* 13

Tabla 7: Ejemplo de Cronograma de actividades 21

Tabla 8: Resumen de actividades 22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Puntos de muestreo Fauna acuática – Parte 1 8

Figura 2: Puntos de muestreo Fauna acuática – Parte 2 9

Figura 3: Puntos de muestreo Fauna acuática – Parte 3 10

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anexo se presentan los antecedentes técnicos y formales actualizados para la solicitud del PAS 119 “Permiso para realizar pesca de investigación”, conforme a lo establecido en el Instructivo actualizado sobre otorgamiento y aplicación del PAS 119, aprobado mediante la Resolución Exenta N°00289/2023 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, para el Proyecto “Construcción de nuevos puentes en los subsectores C y D del Sector 1-Ruta 5 Sur” (en adelante “el Proyecto”).

El Proyecto considera la construcción de nuevos puentes en los Subsectores C y D del Sector 1 de la Ruta 5 Sur.

La presente actualización se desarrolla en respuesta a la observación realizada por la autoridad ambiental en el Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y Ampliaciones (ICSARA) Complementario y, en particular, a lo señalado en las observaciones 5.2 a 5.7.

Administrativamente, el Proyecto se encuentra emplazado en las regiones del Maule y Ñuble, abarcando las comunas de Villa Alegre, Linares, Longaví, Retiro y Parral, en la provincia de Linares; Ñiquén y San Carlos, en la provincia de Punilla; y Chillán Viejo, en la provincia de Diguillín.

El PAS 119 se solicita para la ejecución de actividades asociadas al levantamiento de información de las matrices biológicas de: Fauna íctica, Zoobentos, Fitobentos, Fitoplancton, y Zooplancton durante la fase de construcción de las obras asociadas a los nuevos puentes del Proyecto.

2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

El permiso para realizar pesca de investigación necesaria para el seguimiento de las poblaciones de especies hidrobiológicas fue establecido en el artículo 99 del Decreto Supremo N°430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.892, de 1989, Ley General de Pesca y Acuicultura, y sus modificaciones.

El presente PAS aplica a proyectos que contemplen la ejecución de actividades de monitoreo de biota acuática, cuyo objetivo sea el levantamiento de información y seguimiento de poblaciones de especies hidrobiológicas. En este sentido, para llevar a cabo el Plan de Monitoreo para Biota Acuática, el requisito para su otorgamiento consiste en preservar los recursos hidrobiológicos con motivo de la realización de la pesca de investigación.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 119 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), el cual no fue modificado por el D.S N°30/2023 del MMA, se entregan los contenidos técnicos y formales requeridos para la evaluación del presente permiso ambiental sectorial.

A) IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS QUE SE PRETENDE EXTRAER COMO ESPECIES PRINCIPALES Y SECUNDARIAS

De acuerdo con los resultados de Línea de Base en la Tabla 1, se presenta un listado con especies potenciales de fauna íctica a capturar al momento de realizar la pesca de investigación.

Tabla 1: Listado de ictiofauna potencial para el sector

Familia	Especie	Nombre Común
Nativos		
Atherinopsidae	*Basilichthys australis*	Pejerrey chileno
	Odontesthes brevianalis	Cauque del norte
	Odontesthes maleanum	Cauque
Galaxiidae	*Brachygalaxias bullocki*	Puye
	Brachygalaxias gothei	Puye
	Galaxias maculatus	Puye
	Aplochiton zebra	Peladilla
Characidae	*Cheirodon pisciculus*	Pocha
	Cheirodon galusdae	Pocha de los Lagos

Familia	Especie	Nombre Común
Diplomystidae	*Diplomystes nahuelbutaensis*	Tollo de agua dulce
Geotriinae	*Geotria australis*	Lamprea de Bolsa
Mordaciinae	*Mordacia lapicida*	Lamprea de agua dulce
Nematogenyinae	*Nematogenys inermis*	Bagre grande
Percichthyidae	*Percichthys trucha*	Perca Trucha
	Percichthys melanops	Trucha negra
	Percilia gillissi	Carmelita
Trichomycteridae	*Trichomycterus aereolatus*	Bagrecito
Introducidos		
Salmonidae	*Oncorhynchus mykiss*	Trucha Arcoíris
	Salmo trutta	Trucha Café
Poecilidae	*Gambussia holbrooki*	Gambusia
Ictaluridae	*Ictalurus punctatus*	Pez gato americano

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

En la Tabla 2 se muestran las especies colectadas en las campañas de Línea de Base de Biota Acuática (Capítulo 3, Tomo II, del EIA) y su categoría de conservación según procesos de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 2: Especies de fauna íctica nativa encontradas en Línea de Base

Especie	Nombre común	Categoría de Conservación
Trichomycterus areolatus	Bagre	Vulnerable
Brachigalaxias bullockii	Puye	Vulnerable
Percilia gillissi irwini	Carmelita	En Peligro
Percichthys trucha	Perca Trucha	Casi Amenazada
Cheirodon galusdae	Pocha	Vulnerable
Basilichthys australis	Pejerrey	Vulnerable

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La Tabla 3, muestra los zoobentos en categoría de conservación encontrados durante el trabajo de campo realizado en las campañas de Línea de Base de Biota Acuática (Capítulo 3, Tomo II, del EIA).

Tabla 3: Especies de zoobentos en categoría de conservación encontradas en Línea de Base

Especie	Nombre común	Categoría de Conservación
Samastacus spinifrons	Camarón de río	Preocupación Menor
Aegla pewenchae	Pancora	Preocupación Menor

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Por otra parte, se pretende extraer los ensambles biológicos correspondientes a; Fitoplancton, Fitobentos, y Zooplancton, en los tramos desarrollar el monitoreo de seguimiento, representado por un punto de muestreo para una caracterización limnológica de los ecosistemas.

B) IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA EN LA CUAL SE PRETENDE DESARROLLAR LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

El área donde se desarrollarán las actividades asociadas al Monitoreo de Fauna Acuática corresponde a los tramos donde se realizarán intervenciones de cauces por las obras y actividades de construcción de puentes contempladas en el Proyecto.

En particular, las actividades de monitoreo se realizarán en los cauces identificados en la Tabla 4, la cual presenta los puentes y estructuras, puntos de muestreo y coordenadas donde se realizarán los monitoreos durante la ejecución del Proyecto. Complementariamente, la Figura 1, Figura 2 y Figura 3 presentan la ubicación georreferenciada de los puntos de muestreo asociados a cada cauce y puente o estructura.

Tabla 4: Estructuras, puntos de muestreo y coordenadas del monitoreo

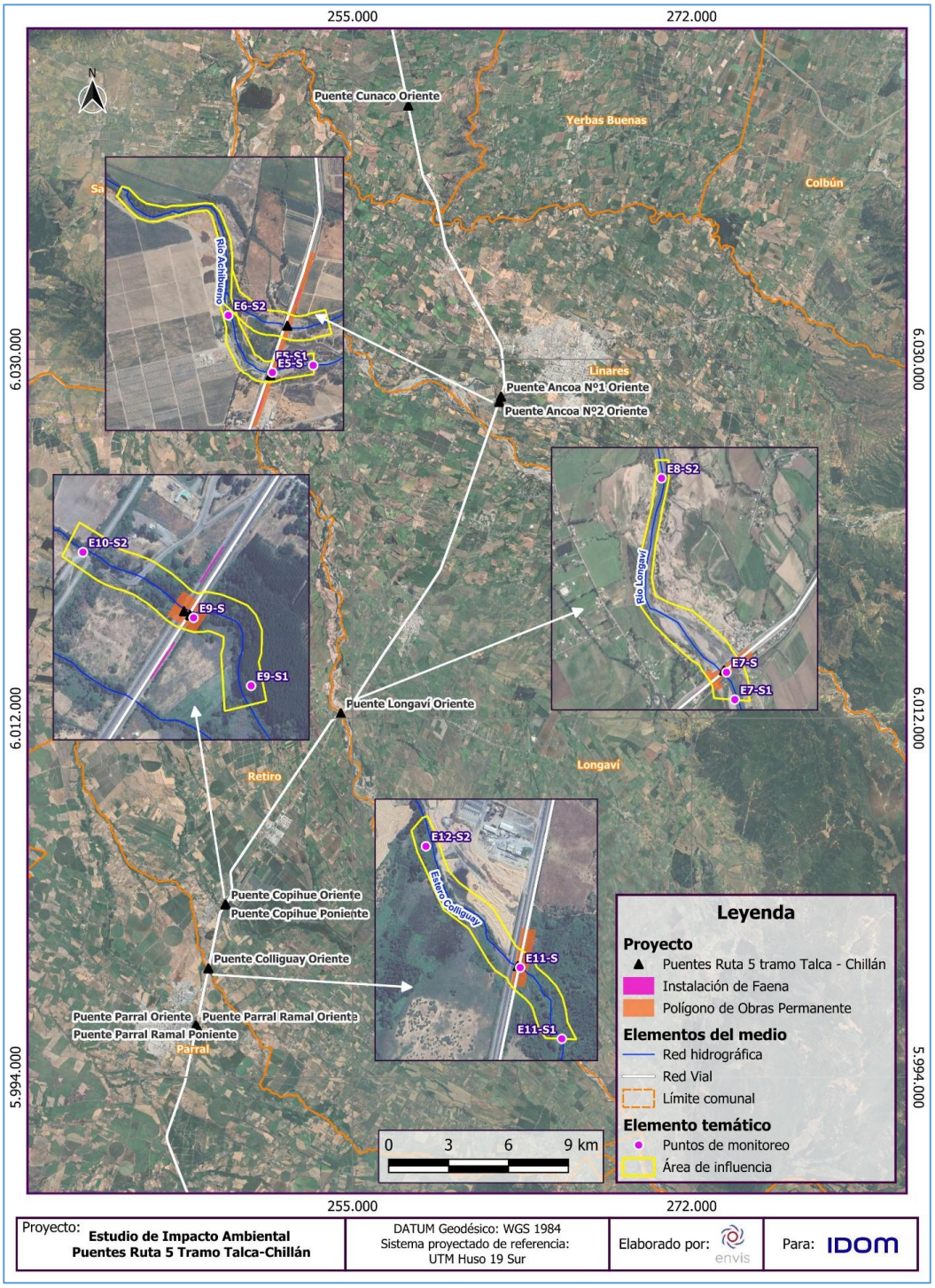
Cauce y Puente/Estructura Asociado	Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84	
		Este (m)	Norte (m)
Río Achibueno (Puente Ancoa N°2 Oriente)	E5-S1: 200 m aguas arriba	262.582	6.027.920
	E5-S: Intervención	262.365	6.027.882
	E6-S2: 395 m aguas abajo	262.131	6.028.186
Río Longaví (Puente Longaví Oriente)	E7-S1: 200 m aguas arriba	254.496	6.012.037
	E7-S: Intervención	254.434	6.012.241
	E8-S2: 1.698 m aguas abajo	253.948	6.013.694
Estero El Membrillo (Puentes Copihue Poniente y Copihue Oriente)	E9-S1: 200 m aguas arriba	248.769	6.002.522
	E9-S: Intervención	248.649	6.002.664
	E10-S2: 223 m aguas abajo	248.418	6.002.801
Estero Colliguay (Puente Colliguay Oriente)	E11-S1: 200 m aguas arriba	247.898	5.999.269
	E11-S: Intervención	247.784	5.999.464

Cauce y Puente/Estructura Asociado	Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84	
		Este (m)	Norte (m)
	E12-S2: 426 m aguas abajo	247.526	5.999.796
Estero Parral (Puentes Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente)	E13-S1: 200 m aguas arriba	247.241	5.996.295
	E13-S: Intervención	247.189	5.996.557
	E14-S2: 424 m aguas abajo	246.840	5.996.932
Río Ñiquén (Puente Ñiquén Oriente)	E15-S1: 200 m aguas arriba	246.131	5.978.491
	E15-S: Intervención	245.994	5.978.645
	E16-S2: 438 m aguas abajo	245.720	5.978.987
Estero Navotavo (Puente Navotavo Oriente)	E17-S1: 200 m aguas arriba	235.922	5.965.146
	E17-S: Intervención	235.756	5.965.219
	E18-S2: 358 m aguas abajo	235.420	5.965.451
Estero Carbonero (Puente Lilahue Oriente y Ensanche Lilahue Poniente)	E19-S1: 200 m aguas arriba	232.208	5.961.270
	E19-S: Intervención	231.967	5.961.221
	E20-S2: 275 m aguas abajo	231.696	5.961.324
Estero Lirutao (Puente Ninquihue Poniente) (*)	E21-S1: 200 m aguas arriba	767.290	5.958.550
	E21-S: Intervención	767.095	5.958.506
	E22-S2: 252 m aguas abajo	766.827	5.958.480
Estero Rauco (Puente Menelhue Poniente), (*)	E23-S1: 200 m aguas arriba	765.581	5.956.207
	E23-S: Intervención	765.369	5.956.116
	E24-S2: 283 m aguas abajo	765.193	5.955.984
Río Chillán (Puentes Nebuco Oriente, Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente) (*)	E25-S1: 200 m aguas arriba	749.504	5.941.156
	E25-S: Intervención	749.309	5.941.215
	E26-S2: 578 m aguas abajo	748.652	5.941.235

(*) Nota: Las coordenadas de estos puntos corresponden al Huso 18S, las demás al Huso 19S.

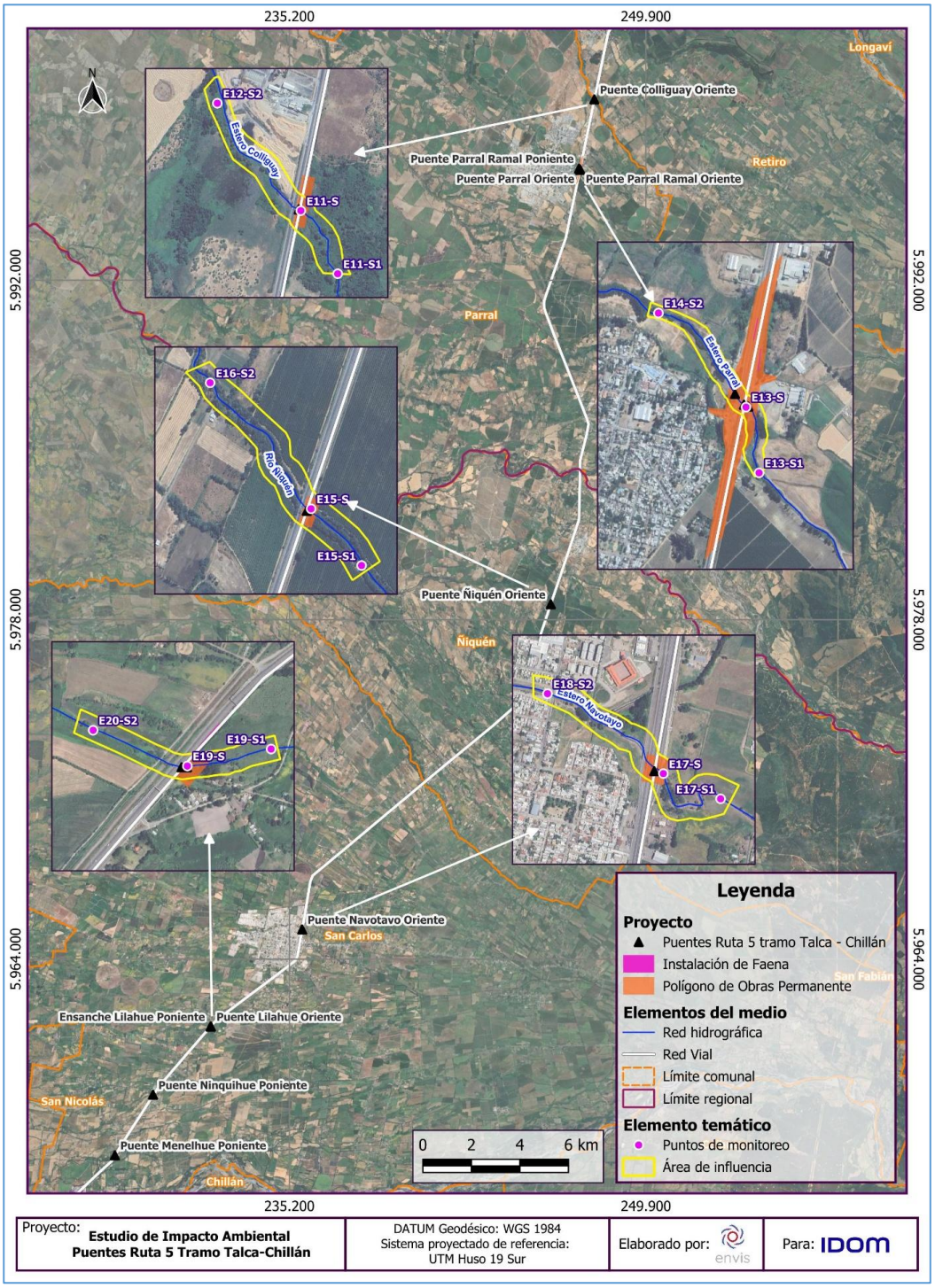
Fuente: Elaboración propia, 2026.

Figura 1: Puntos de muestreo Fauna acuática – Parte 1



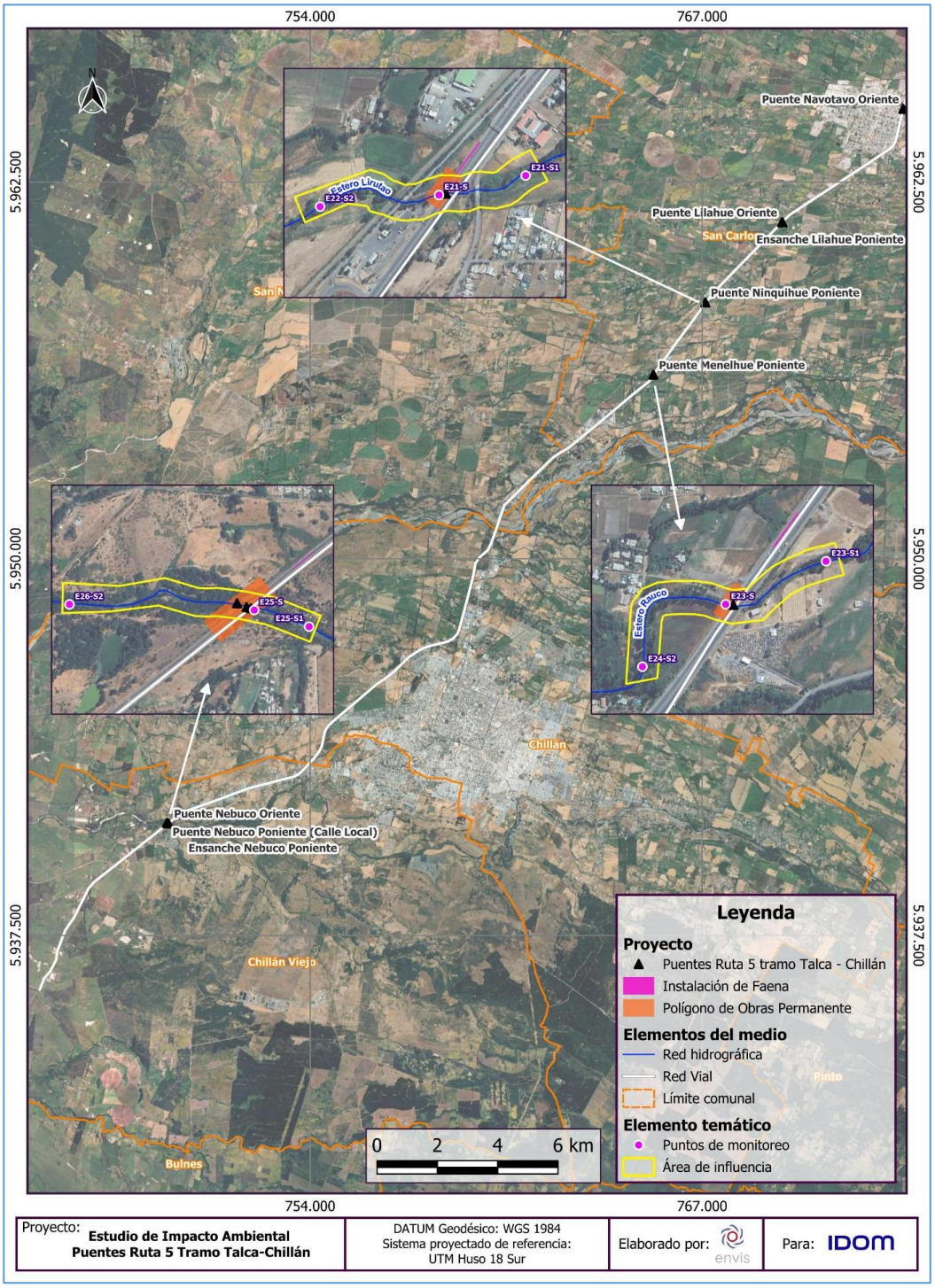
Fuente: Elaboración propia, 2026.

Figura 2: Puntos de muestreo Fauna acuática – Parte 2



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Figura 3: Puntos de muestreo Fauna acuática – Parte 3



Fuente: Elaboración propia, 2026.

C) ESPECIFICACIONES DEL OBJETIVO GENERAL Y DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS QUE EL PROYECTO DE PESCA DE INVESTIGACIÓN PERSIGUE

- **Objetivo General**

Realizar monitoreos de seguimiento de las especies de biota acuática protegidas en categoría de conservación en el área de influencia del Proyecto, con motivo de preservar los recursos hidrobiológicos en el tiempo.

- **Objetivos Específicos**

- Caracterizar los tramos de muestreo considerados para el monitoreo.
- Realizar monitoreos de fauna acuática en los tramos representados por los puntos de muestreo definidos para el Proyecto, con el fin de preservar los recursos hidrobiológicos. Asimismo, verificar la eventual presencia de fauna acuática en categoría de conservación previo al inicio de la etapa de construcción en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero, mediante el monitoreo asociado al Compromiso Ambiental Voluntario de Biota Acuática N°1, incorporando dichos cauces a las medidas de seguimiento en caso de detectarse ejemplares.
- Realizar monitoreos de zoobentos en los tramos representados por puntos los puntos de muestreo definidos para el Proyecto, con el fin de preservar los recursos hidrobiológicos.
- Realizar monitoreo de fitoplancton, fitobentos y zooplancton en los puntos de muestreo definidos para el Proyecto, con el fin de preservar los recursos hidrobiológicos.
- Realizar muestreo de parámetros fisicoquímicos i*n situ*: temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en los puntos de muestreo.
- Determinar parámetros ecológicos tales como riqueza, biodiversidad y abundancia de la fauna acuática registrada en cada punto de monitoreo.
- Realizar informes de resultados para reportar a la Superintendencia del Medio Ambiente.

D) IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL ARTE, APAREJO O SISTEMA DE PESCA A UTILIZAR EN LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Parámetros *in situ*

En cada punto de muestreo se medirán parámetros fisicoquímicos *in situ* por medio del equipo multiparamétrico portátil indicado en la Tabla 5 o similar. Los parámetros a registrar en terreno se indican en la Tabla 5.

Tabla 5: Especificaciones del equipo de medición y parámetros fisicoquímicos

Equipo	Parámetro	Unidad
HANNA multiparámetro HI 9828 o equivalente	Temperatura	°C
	pH	Unidad de pH
	Conductividad eléctrica	µS/cm
	Oxígeno disuelto	mg/L (% de saturación)

Fuente: Elaboración propia

Para el monitoreo de biota acuática se aplicará la metodología establecida en la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna en aguas continentales de Chile" (FIPA N°2016-46)[1].

Fauna Íctica

Para la captura de fauna íctica y camarón de río se utilizará pesca eléctrica en cada tramo de muestreo. Esta actividad se realizará con un equipo portátil marca SAMUS o similar, complementando con redes piscícolas, ictiómetro, pesola, recipientes o piscinas de recuperación para los ejemplares capturados.

Zoobentos

Para la obtención de muestras de zoobentos se utilizará una red Surber de 0,09 m^2 con malla de apertura de 250 µm, según metodologías estandarizadas (ISO 7828 Of. 85; ISO 8265; NCh ISO 5667/6 2015).

Las muestras recolectadas serán preservadas y trasladadas a laboratorio para su posterior identificación y análisis.

[1] Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). (2018). *Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile* (Proyecto FIPA N°2016-46). Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura. <enlace>

Fitoplacton, fitobentos y zooplancton

Para la caracterización de la comunidad fitoplanctónica se recolectará una muestra aleatoria de 1 L de agua, la cual se preservará con solución de Lugol al 4%.

Para la caracterización de la comunidad de fitobentos se recolectará una muestra aleatoria compuesta por el raspado de un total de 9 cm^2 de material bentónico algal de sustratos, posteriormente será colocada en un frasco de 40 mL y fijada con Lugol al 4%.

Para la caracterización de la comunidad zooplanctónica se recolectará una muestra aleatoria de 10 L de agua, la cual se filtrará en una red de plancton de 35 µm de apertura de malla, fijada con alcohol.

E) ESPECIFICACIONES DE LA METODOLOGÍA A EMPLEAR, INDICÁNDOSE ADEMÁS SU CORRESPONDIENTE SOPORTE ESTADÍSTICO DEBIDAMENTE FUNDAMENTADO

Como metodología base para el monitoreo de biota acuática se aplicará la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile" (FIPA N°2016-46)[2].

Parámetros *in situ*

En cada punto de muestreo se realizarán registros de parámetros fisicoquímicos *in situ* mediante equipo multiparamétrico portátil, reportados según la siguiente tabla:

Tabla 6: Ejemplo reporte de medición de parámetros *in situ*

Variables	Unidad	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación n	NCh 1333 Of.78, Tabla 4[3]
Temperatura	°C					
pH	Unidad de pH					
Conductividad eléctrica	µS/cm					
Oxígeno disuelto	mg/L					

Fuente: Elaboración propia.

[2] Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). (2018). *Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile* (Proyecto FIPA N°2016-46). Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura. <enlace>

[3] Instituto Nacional de Normalización (INN). (1987). *NCh. 1333 Of.78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos* (modificada en 1987). Instituto Nacional de Normalización.

Fauna Íctica

El esfuerzo de captura será no menor a 100 m^2 en cada una de las estaciones de muestreo, describiendo la totalidad de los ejemplares de fauna íctica encontrados. El recorrido de muestreo por el río será desde aguas abajo hacia aguas arriba, para evitar que la turbidez afecte la eficiencia de la pesca.

La pesca eléctrica, tiene bajo impacto sobre los ejemplares, permitiendo una rápida recuperación de sus funciones. El método se basa en la creación de un campo eléctrico en una zona del medio acuático, modificando temporalmente el comportamiento de la fauna íctica, facilitando su captura. Adicionalmente, al ser un método no selectivo, permitirá la captura de la totalidad de los ejemplares de peces presentes en el área, sin distinción de especie ni talla. A cada ejemplar capturado se le realizarán mediciones morfométricas básicas *in situ*: peso total (g) y longitud total (cabeza-cola, cm).

Además, se calculará el Índice de Condición: Donde los ejemplares capturados serán identificados a nivel de especie, registrándose su longitud total (LT) mediante un ictiómetro de 0,1 cm de precisión y su peso total (PT) mediante una pesa electrónica de 0,1 g de precisión.

Adicionalmente, se calculará el Factor de Condición K o Índice de Robustez de cada ejemplar, mediante la siguiente expresión:

$$K = \left(\frac{PT}{LT^3}\right) x\ 100$$

Fuente: Nash, R.D.M et al., 2006[4].

Donde:

LT = Longitud total, en cm.

PT = Peso total, en g.

Se determinará la categoría de conservación de las especies de fauna íctica recolectadas en base a los listados oficiales publicados en los Decretos Supremos que han sido formalizados a la fecha por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES D.S N°51/2008) y Ministerio del Medio Ambiente (MMA), según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), vigentes a la fecha de ejecución del monitoreo.

Zoobentos

[4] Nash, R.D.M, Valencia Hernández, A.& Geffen, A.J. (2006). The Origin of Fulton's Condition Factor – Setting the Record Straight. *Essay: Fisheries History*, 31(5), 236 – 238.

Para la obtención de muestras de zoobentos se utilizará una red Surber de 0,09 m^2 con malla de apertura de 250 µm, según metodologías estandarizadas (ISO 7828 Of. 85; ISO 8265; NCh ISO 5667/6 2015).

El material recolectado en el tramo será fijado en etanol al 70% y posteriormente transportado en frascos adecuados al laboratorio de análisis, donde se identificará hasta el nivel taxonómico más bajo posible, considerando familia género y especie.

Fitoplacton

Para la caracterización de la comunidad fitoplanctónica se recolectará una muestra aleatoria de 1 L de agua, que se preservará con solución de Lugol al 4%.

Las muestras serán analizadas en laboratorio mediante el método de sedimentación de Utermöhl (1958)[5], en cámaras de sedimentación con volúmenes que varían entre 3 y 50 mL. El análisis se realizará mediante microscopio invertido con aumento de 400x.

Para la identificación taxonómica se utilizarán los trabajos de Bicudo & Menezes (2017)[6], Bigg & Kilroy (2000)[7], Bourrelly (1970)[8], Cox (1996)[9], Parra & Bicudo (1996)[10], Parra et al. (1982a[11], 1982b[12], 1982c[13] y 1983[14]) y Rivera (1983)[15].

[5] Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, 9, 1-38.

[6] Bicudo, C.& Menezes, M. (2017). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil- Chave para identificação e descrições* (3ª ed.). RiMa.

[7] Biggs, B. J. F., & Kilroy, C. (2000). *Stream periphyton monitoring manual*. National Institute of Water and Atmospheric Research.

[8] Bourrelly, P. (1970). *Les algues d'eau douce. Tome III: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines*. Éditions N. Boubée.

[9] Cox, E. J. (1996). *Identification of freshwater diatoms from live material*. Chapman & Hall.

[10] Parra, O., & Bicudo, C. E. de M. (1996). *Introducción a las algas de aguas continentales*. Editorial Universidad de Concepción.

[11] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982a). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen I: Cyanophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[12] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982b). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen II: Chlorophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[13] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982c). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen III: Chrysophyceae, Xanthophyceae y Bacillariophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[14] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1983). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen IV: Euglenophyceae, Cryptophyceae y Dinophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[15] Rivera, P. (1983). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile*. Editorial Universidad de Concepción.

Los resultados serán expresados en número de individuos por mililitros (ind/mL).

Zooplancton

Para la caracterización la comunidad zooplanctónica se recolectará una muestra aleatoria de 10 L de agua, la cual se filtrará en una red de plancton de 35 µm de apertura de malla.

Las muestras serán preservadas en envases plásticos de 120 mL, fijadas con alcohol al 95%. Para el conteo e identificación se utilizará una lupa estereoscópica y cámara de conteo de zooplancton.

Para la determinación taxonómica se utilizarán los trabajos de Araya & Zuñiga (1985)[16], Willamson & Reid (2001)[17] y Wallace & Snell (2001)[18].

Los resultados se expresarán en número de individuos por litro (ind/L).

Fitobentos

Para la caracterización de la comunidad de fitobentos se recolectará una muestra compuesta mediante el raspado de un total de 9 cm^2 de material bentónico algal de sustratos. Posteriormente, la muestra será colocada en un frasco de 40 mL y fijada con Lugol al 4%.

Las muestras serán analizadas en un microscopio invertido, considerando sólo los individuos vivos con presencia de cloroplastos.

[16] Araya, J. M., & Zúñiga, L. R. (1985). *Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile*. Boletín Limnológico, Universidad Austral de Chile.

[17] Williamson, C. E., & Reid, J. W. (2001). *Copepoda*. In J. H. Thorp & A. P. Covich (Eds.), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (2.ª ed., pp. 915–954). Academic Press.

[18] Wallace, R. L., & Snell, T. W. (2001). *Rotifera*. In J. H. Thorp & A. P. Covich (Eds.), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (2.ª ed., pp. 187–248). Academic Press.

Para la identificación taxonómica se utilizarán los trabajos de Bicudo & Menezes (2017)[19], Biggs & Kilroy (2000)[20], Bourrelly (1970)[21], Cox (1996)[22], Parra & Bicudo (1996)[23] y Parra *et al*. (1982a[24], 1982b[25], 1982c[26]) y Rivera (1983)[27].

Los resultados serán expresados en número de individuos por mililitro (ind/mL).

Adicionalmente, conforme a la normativa vigente y a las guías metodológicas de SUBPESCA, en terreno se deberán llevar a cabo medidas de bioseguridad para manejo de la propagación del alga invasora *Didymosphenia geminata* (Didymo), SUBPESCA, 2016[28].

Análisis estadístico para biota acuática

Se determinarán los parámetros comunitarios de biodiversidad a partir de la abundancia de cada especie por estación de muestreo para, posteriormente, calcular los índices ecológicos según la metodología propuesta por Shannon-Wienner (Brower *et al*., 1997)[29]:

- **Índice de diversidad (H'):** Alude a la heterogeneidad de una comunidad en relación con la riqueza de especies presentes y su abundancia.
- **Índice de equidad (J'):** Grado de uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies presentes.
- **Índice de dominancia (D'):** Proporción de las especies más abundantes en la comunidad.

[19] Bicudo, C.& Menezes, M. (2017). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil- Chave para identificação e descrições* (3ª ed.). RiMa.

[20] Biggs, B. J. F., & Kilroy, C. (2000). *Stream periphyton monitoring manual*. National Institute of Water and Atmospheric Research.

[21] Bourrelly, P. (1970). *Les algues d'eau douce. Tome III: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines*. Éditions N. Boubée.

[22] Cox, E. J. (1996). *Identification of freshwater diatoms from live material*. Chapman & Hall.

[23] Parra, O., & Bicudo, C. E. de M. (1996). *Introducción a las algas de aguas continentales*. Editorial Universidad de Concepción.

[24] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982a). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen I: Cyanophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[25] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982b). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen II: Chlorophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[26] Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982c). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Volumen III: Chrysophyceae, Xanthophyceae y Bacillariophyceae*. Editorial Universidad de Concepción.

[27] Rivera, P. (1983). *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile*. Editorial Universidad de Concepción.

[28] Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). (2016). *Manual para el monitoreo e identificación de la microalga bentónica Didymosphenia geminata* (2ª ed.). Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

[29] Brower, J.E., Zar, J.H. & von Ende, C.N. (1997). *Field and laboratory methods for general ecology* (4th ed,). McGraw-Hill.

- **Riqueza:** Número total de especies presentes en una comunidad.

Monitoreo asociado al Compromiso Ambiental Voluntario (CAV) de Biota Acuática N°1

Adicionalmente a las actividades de rescate y seguimiento comprometidas en el presente PAS 119, el Titular implementará el CAV de Biota Acuática N°1, consistente en la ejecución de una campaña de monitoreo 15 días previos al inicio de la etapa de construcción en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero, cauces que serán intervenidos por el Proyecto donde no se registró presencia de fauna acuática en categoría de conservación durante la Línea de Base de Biota Acuática.

El objetivo de este monitoreo será verificar la eventual presencia de fauna acuática en categoría de conservación inmediatamente antes de la intervención de dichos cauces de manera de disponer de información actualizada respecto de las condiciones existentes previo al inicio de las obras.

F) EN CASO DE REGISTRARSE EJEMPLARES DE FAUNA ACUÁTICA EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN DURANTE ESTE MONITOREO, SE DEFINIRÁ EL SECTOR DE RELOCALIZACIÓN CORRESPONDIENTE, PREVIO AL INICIO DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, EL CUAL SE INCORPORARÁ AL PLAN DE MANEJO: RESCATE Y RELOCALIZACIÓN DE FAUNA ACUÁTICA (ANEXO 5-01 DE LA ADENDA COMPLEMENTARIA) BAJO LAS MISMAS CONDICIONES METODOLÓGICAS COMPROMETIDAS PARA LOS DEMÁS CAUCES DEL PROYECTO. ASIMISMO, ESTOS CAUCES SERÁN INCORPORADOS A LAS MEDIDAS DE SEGUIMIENTO ASOCIADAS AL PRESENTE PAS 119 (ANEXO 5-02 DE LA ADENDA COMPLEMENTARIA), APLICANDO LAS MISMAS METODOLOGÍAS, MEDIDAS Y PROCEDIMIENTOS COMPROMETIDOS PARA LOS TRAMOS DONDE SE REGISTRÓ PRESENCIA DE FAUNA ACUÁTICA EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN DURANTE LA LÍNEA DE BASE DE BIOTA ACUÁTICA.RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener información suficiente para detectar alguna alteración sobre las poblaciones de especies protegidas que pudiesen generarse a causa de la construcción del Proyecto. Con el fin de evaluar de una forma integral los ecosistemas comprometidos, se realizará un análisis estadístico temporal de las variables limnológicas medidas durante las campañas.

Se contrastarán los resultados obtenidos de las zonas de desvío de cauce (intervención) con los valores obtenidos aguas abajo y aguas arriba, correspondientes a la condición basal de referencia. De detectarse diferencias relevantes sobre las poblaciones de especies

protegidas, estas serán informadas oportunamente, identificando posibles causas y reforzando las medidas dirigidas a la protección de la fauna en cuestión.

El seguimiento se llevará a cabo en el corto plazo, considerando una campaña de monitoreo 60 días posteriores a finalizar la etapa de construcción. En caso de ser necesario, dado los resultados, se evaluará ampliar el seguimiento a 120 días posteriores a la intervención, de manera de que no se presenten diferencias entre la zona de intervención y la condición basal, para cada tramo que corresponda.

Como resultado del monitoreo, se generará una base de datos con información de:

- **Caracterización limnológica de los tramos de muestreo**: Caracterización general basada en la línea de base de los tramos representados por los puntos de muestreo, con registros fotográficos.

- **Determinación de variables fisicoquímicas *in situ***: Registro de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

- **Captura de Fauna íctica**: Aplicación de metodología de pesca eléctrica en cada tramo de muestreo, incluyendo la identificación taxonómica de ejemplares, determinación de variables de índice de condición “K” y de parámetros ecológicos. Se incluirán además registros fotográficos.

- **Recolección de Zoobentos**: Captura de muestras en los tramos de muestreo mediante red Surber, incluyendo la identificación taxonómica de ejemplares y determinación de parámetros ecológicos.
- **Fitoplancton, Fitobentos y Zooplancton**: Recolección de muestras bajo la metodología indicada en la línea de base, es decir, metodología basada en FIPA N°2016-46, incluyendo la identificación taxonómica y determinación de parámetros ecológicos.
- **Informe de resultados**: Se elaborará un informe de resultados por cada campaña de muestreo de seguimiento ejecutada, con todos sus contenidos siguiendo los lineamientos presentados en la Línea de Base de Biota Acuática (Capítulo 3, Tomo II, del EIA). Los informes incluirán una representación gráfica de los resultados y análisis estadísticos incorporando los datos históricos de la línea de base de biota acuática (Capitulo 3, Tomo II, del EIA), para así contrastar posibles cambios en el tiempo entre la situación basal y la situación con intervención, particularmente respecto de las poblaciones de especies protegidas, complementado con un análisis de la condición de los ecosistemas acuáticos.

Se deberá tener en consideración, en lo posible para el seguimiento, ajustarse a ejecutar el o los monitoreos en la misma estacionalidad que se llevó a cabo la línea de base, de manera de robustecer la contrastación de resultados y la evaluación de los cambios.

- **Indicadores de cambio en el tiempo de la condición del ecosistema:**
  - Ausencia de alteraciones de la condición fisicoquímica de los sistemas hídricos intervenidos respecto a la condición basal.
  - Ausencia de alteraciones en la condición fisicoquímica que pueda revelar consecuencias de alguna potencial contaminación del cuerpo de agua, por obras de construcción en la zona de intervención.
  - Ausencia de alteraciones de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos (zoobentos) en el tiempo en función de sus parámetros ecológicos: diversidad, riqueza, abundancia, entre otros, de los sistemas hídricos intervenidos, respecto a condición basal.
  - Ausencia de alteraciones en el tiempo de las poblaciones de especies protegidas específicamente de la fauna acuática nativa y decápodos acuáticos, en función de parámetros ecológicos de diversidad, riqueza, entre otros de los sistemas hídricos intervenidos, respecto a condición basal.

G) DURACIÓN Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, en la siguiente tabla se muestra un cronograma referencial considerando sólo una campaña de muestreo, a modo de ejemplo.

Se realizará un monitoreo de seguimiento una vez terminada la etapa de construcción del Proyecto. Para esto, se considerará una campaña de monitoreo a los 60 días posteriores al término de la etapa de construcción, para cada una de las estaciones de muestreo con presencia de fauna acuática en categoría de conservación.

Adicionalmente, y de acuerdo con los resultados obtenidos durante la primera campaña de seguimiento, y sólo si fuese necesario, se evaluará realizar un monitoreo a los 120 días posteriores al término de la etapa de construcción en las estaciones de muestreo que corresponda.

De esta manera ser propone el siguiente cronograma referencial de actividades.

Tabla 7: Ejemplo de Cronograma de actividades

Actividad	Coordinación	Fin etapa de construcción de obras en cauces Puente XX				
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Aviso a SERNAPESCA	X		X			
Ejecución de campaña de monitoreo, 60 días, ampliado a 120 días post construcción (en caso de aplicar)			X	X		
Análisis muestras				X	X	
Elaboración de informes				X	X	
Entrega de Informe					X	X

Fuente: Elaboración propia, 2026

H) CONSIDERACIONES DEL PAS 119

- El presente PAS 119 se complementa con la implementación del Compromiso Ambiental Voluntario de Biota Acuática N°1, consistente en la ejecución de un monitoreo 15 días previo al inicio de la etapa de construcción en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero, cauces donde no se registró presencia de fauna acuática en categoría de conservación en la Línea de Base de Biota Acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA).

- En caso de registrarse ejemplares de fauna acuática en categoría de conservación durante el monitoreo asociado al CAV de Biota Acuática N°1, se activará el Plan de Manejo: Rescate y Relocalización de Fauna Acuática (Anexo 5-01 de la Adenda Complementaria) y se incorporarán a las medidas de seguimiento del presente PAS 119 los esteros que correspondan.

- La duración del plan de seguimiento estará condicionada a los resultados obtenidos durante las campañas de monitoreo ejecutadas a los 60 y 120 días posteriores a la etapa de construcción, y en caso de corresponder, se determinará su continuidad en conjunto a los organismos competentes.

- Se realizará notificación al SERNAPESCA de la ejecución de las actividades señaladas en el presente PAS 119, con el fin de que este pueda cumplir con su función fiscalizadora.

- El aviso será con, al menos, siete días hábiles de anticipación al inicio de las actividades a realizar. La notificación será realizada mediante el envío de un correo electrónico y una carta certificada dirigida al Director Regional de la región donde se ejecutarán las actividades.

- La información respecto de la dirección de envío, correos electrónicos y contacto para efectos de enviar la notificación serán obtenidas a partir del sitio de dominio electrónico http://www.sernapesca.cl/nuestras-oficinas.

- En la notificación se deberán informar fechas, horarios de muestreo, identificación de la RCA del Proyecto y contenidos necesarios que forman parte del PAS 119 aprobado.

I) RESUMEN DE ACTIVIDADES

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las actividades que se desarrollarán:

Tabla 8: Resumen de actividades

Componente	Parámetro	Unidad	Frecuencia	Fase
Medición de parámetros fisicoquímicos *in situ*	Temperatura	°C	5 días previo y 60 días posterior	Construcción
	pH	Unidad de pH		Construcción
	Conductividad eléctrica	µS/cm		Construcción
	Oxígeno disuelto	mg/L		Construcción
Fauna acuática	Monitoreo	-		Construcción
Zoobentos	Monitoreo	Ind/m^2		Construcción
Fitoplancton	Monitoreo	Cel./mL		Construcción
Fitobentos	Monitoreo	Ind/mL		Construcción
Zooplancton	Monitoreo	Ind/L		Construcción
Análisis estadísticos	Diversidad	-	Informes correspondientes a cada campaña (2 campañas)	Construcción
	Riqueza	-		Construcción
	Uniformidad	-		Construcción

Componente	Parámetro	Unidad	Frecuencia	Fase
	Dominancia	-		Construcción

Fuente: Elaboración propia, 2026.