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 CAPÍTULO 8. PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES RELEVANTES

1	21.09.2026	REVISIÓN CLIENTE	AC	CMV	CMV	WM
Rev.	Fecha	EMITIDO PARA	PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ	SURVÍAS
			P-103050			RECIBIDO
N° Documento		103050-INF-AMB-10-02-R1				1

ÍNDICE DE CONTENIDOS

8. PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES 5

8.1 DEFINICIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 6

8.1.1. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA MEDIDAS DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS. 6

8.1.1.1 Seguimiento Medida Flora y Vegetación 7

8.1.1.2 Seguimiento Medida Calidad del Aire 19

8.1.1.3 Seguimiento Medida Plan de Reasentamiento 20

8.1.2. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA LOS COMPROMISOS AMBIENTALES VOLUNTARIOS (CAV) 22

8.1.2.1 Seguimiento CAV de calidad del agua y sedimentos 23

8.1.2.2 Seguimiento CAV de flora y vegetación 44

8.1.2.3 Seguimiento CAV fauna terrestre 48

8.1.2.4 Seguimiento de Medidas de Ecosistemas (Humedales) 52

8.1.2.5 Seguimiento CAV Ruido 57

8.1.2.6 Seguimiento CAV Vibraciones 61

8.1.2.7 Seguimiento CAV Hidrología 64

8.1.2.8 Seguimiento CAV Hidrogeología 66

8.1.2.9 Seguimiento CAV Suelo 67

8.1.2.10 Seguimiento CAV Medio Humano 71

8.1.3. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA OTRAS VARIABLES AMBIENTALES RELEVANTES 72

8.1.3.1 Seguimiento Biota acuática 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8-1: Plan de Seguimiento para C-FyV-3-1V: Mitigación mediante hidratación de la vegetación en sectores de puentes de 1 vano 7

Tabla 8-2: Plan de Seguimiento para C-FyV-3-3V: Mitigación mediante hidratación de la vegetación en sectores en puentes de 3 o más vanos 10

Tabla 8-3: Plan de Seguimiento para C-FyV-1.6-1V: Reparación mediante reposición de vegetación en sectores de puentes de 1 vano 13

Tabla 8-4: Plan de Seguimiento para C-FyV-1.4-3V: Reparación mediante reposición de vegetación en sectores de puentes de 3 o más vanos 16

Tabla 8-5: Plan de Seguimiento para C-AIR-3: Programa de Compensación de emisiones MP2,5 19

Tabla 8-6: Plan de Seguimiento para C-MHU-02-02: Reasentamiento por expropiación Lote 413-E2. 20

Tabla 8-7: Codificación de Medidas asociadas a Compromisos Ambientales Voluntarios 23

Tabla 8-8: Actualización Plan de Seguimiento de C-CV-CAS-01 23

Tabla 8-9: Actualización del Plan de Seguimiento de C-CV-CAS-02 32

Tabla 8-10: Actualización del Plan de Seguimiento de C-CV-CAS-03 39

Tabla 8-11: Actualización Plan de Seguimiento C-CV-FyV-01 44

Tabla 8-12: Actualización Plan de Seguimiento C-CV-FyV-02 46

Tabla 8-13: Actualización Plan de Seguimiento de C-CV-FAU-01 48

Tabla 8-14: Plan de Seguimiento de C-CV-ECO-03 52

Tabla 8-15: Plan de Seguimiento de C-CV-RUI-03 57

Tabla 8-16: Plan de Seguimiento de C-CV-VIB-01 61

Tabla 8-17: Plan de Seguimiento de C-CV-VIB-02 63

Tabla 8-18: Plan de Seguimiento de C-CV-HID-01 64

Tabla 8-19: Plan de Seguimiento de C-CV-HIG-01 66

Tabla 8-20: Plan de Seguimiento de C-CV-SER-01 67

Tabla 8-21: Plan de Seguimiento de C-CV-SFQB-01 69

Tabla 8-22: Plan de Seguimiento de C-CV-HUM-10 71

Tabla 8-23: Actualización Plan de Seguimiento C-CV-BA-01 73

8. PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

De acuerdo con lo establecido en la letra f) del artículo 12 de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), correspondiente al párrafo 3° "Plan de seguimiento de las variables ambientales", y en el artículo 105 del D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), modificado por el D.S. N°30/2023, en el presente anexo se presenta la actualización del Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales del Proyecto "Construcción de Nuevos Puentes en los Subsectores C y D del Sector 1-Ruta 5 Sur, Concesión Ruta 5 Tramo Talca – Chillán", en adelante el Proyecto.

La presente actualización incorpora las modificaciones efectuadas al Plan de Seguimiento durante la Adenda (Anexo 10-01 de la Adenda), así como aquellas derivadas de las observaciones formuladas en el ICSARA Complementario.

El Plan de Seguimiento Ambiental del Proyecto tiene por finalidad "*asegurar que las variables ambientales relevantes que fueron objeto de evaluación ambiental evolucionan según lo proyectado, considerando el cambio climático"*, así como acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.

El Plan de Seguimiento es elaborado en conformidad con las instrucciones generales que dicte la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y contendrá, cuando sea procedente, y para cada fase del Proyecto, los siguientes antecedentes:

- Componente del medio ambiente que será objeto de medición y control.
- Impacto ambiental y la medida asociada.
- Ubicación de los puntos de control.
- Parámetros que serán utilizados para caracterizar el estado y evolución de dicho componente.
- Los límites permitidos o comprometidos.
- La duración y frecuencia del plan de seguimiento para cada parámetro.
- El método o procedimiento de medición de cada parámetro.
- El plazo y frecuencia de entrega de los informes con la evaluación de los resultados y cualquier otro aspecto relevante.
- En caso de corresponder, el proponente deberá incorporar en el plan las medidas, condiciones, exigencias y/o acciones de control que se adoptarán para verificar que no se generen impactos significativos.
- Si en la aplicación del Plan de Seguimiento, se detecta que alguna de las medidas específicas establecidas en el Plan de Medidas de Mitigación, Compensación y Reparación no cumple con sus finalidades o que el estado de los elementos del medio ambiente no ha evolucionado de acuerdo con lo previsto en la evaluación

respectiva, se considerará rediseñar el Plan de Medidas de Mitigación, Compromisos Voluntarios o Prevención de Contingencias.

Para la ejecución del Plan de Seguimiento Ambiental se comparará la información proveniente de la Línea de Base del EIA presentado, de las medidas de mitigación, reparación y compensación definidas durante la evaluación de impactos (Anexo 8-01 de la Adenda Complementaria: Actualización del Capítulo 6 del EIA – Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación Ambientales), de los planes de prevención de contingencias y emergencias y de la normativa ambiental vigente, con las proyecciones de impacto futuras, y con lo que ocurra o se manifieste al momento de la aplicación del Plan de Seguimiento.

8.1 DEFINICIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Plan de Seguimiento Ambiental del Proyecto ha sido estructurado para verificar la adecuada implementación y eficacia de las medidas de mitigación, reparación y compensación, de los planes de medidas generales y de control y de los compromisos ambientales voluntarios indicados en el EIA del Proyecto y posteriormente actualizados en el Anexo 12-01 de la Adenda Complementaria, poniendo énfasis en el monitoreo o seguimiento de los distintos planes de manejo ambiental, en el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable y la prevención de impactos adversos durante las fases del Proyecto.

La implementación del Plan de Seguimiento será responsabilidad del Titular, quien deberá coordinar la ejecución de los programas de seguimiento mediante los especialistas competentes, asegurar que se cumpla con la normativa ambiental aplicable y supervisar que se apliquen los planes de prevención de riesgos y contingencias por parte de las empresas contratistas y el personal en faenas.

Además, el Titular será responsable de mantener un registro en faenas de los cumplimientos de las medidas ambientales y de elaborar y enviar, con la frecuencia asignada, los informes de cumplimiento a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y/o a las autoridades o servicios que se indiquen en el proceso de evaluación y en la Resolución de Calificación Ambiental.

8.1.1. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA MEDIDAS DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

En las siguientes tablas se presentan los Planes de Seguimiento Ambiental asociados a las medidas y compromisos establecidos en el Capítulo 6 “Plan de Medidas de Mitigación,

Reparación y Compensación Ambientales", actualizado mediante la Adenda (Anexo 10-01) y la presente Adenda Complementaria (Anexo 8-01).

Las fichas incluidas a continuación consolidan las modificaciones incorporadas durante la evaluación ambiental, constituyendo la versión vigente del Plan de Seguimiento para los componentes ambientales objeto de actualización.

8.1.1.1 SEGUIMIENTO MEDIDA FLORA Y VEGETACIÓN

Para el componente Flora y Vegetación, el Plan de Seguimiento Ambiental considera las medidas asociadas a los siguientes impactos ambientales significativos:

- **C-FyV-3-1V:** Efecto borde sobre la vegetación ribereña del humedal en áreas de Puentes de 1 vano.
- **C-FyV-3-3V:** Efecto borde sobre la vegetación ribereña del humedal en áreas de Puentes de 3 o más vanos.
- **C-FyV-1.6-1V:** Pérdida de cobertura vegetacional de Vegetación ribereña.
- **C-FyV-1.4-3V:** Pérdida de cobertura vegetacional de Vegetación ribereña.

A continuación, se presenta el Plan de Seguimiento Ambiental correspondiente a las medidas de mitigación asociadas a estos impactos, actualizado mediante el Anexo 10-01 de la Adenda: Actualización del Plan de Seguimiento de Variables Ambientales Relevantes y del presente Anexo.

Tabla 8-1: Plan de Seguimiento para C-FyV-3-1V: Mitigación mediante hidratación de la vegetación en sectores de puentes de 1 vano

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
Impacto asociado	**C-FyV-3-1V:** Efecto borde sobre la vegetación ribereña del humedal en áreas de Puentes de 1 vano
Medida(s) asociada(s)	Hidratación de la vegetación en sectores de puentes de 1 vano.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Flora y Vegetación

Variable ambiental: Flora y Vegetación

Ubicación de los puntos/zonas de medición y control

Los sectores donde se realizarán las actividades corresponden a las áreas de ribera de los cauces que tendrán desvíos temporales para habilitar el espacio de trabajo requerido para la demolición y construcción de los puentes del Proyecto.

Los lugares son los indicados en la siguiente tabla, identificando el cauce y el puente asociado. Asimismo, en el Apéndice A del Anexo 8-01 de la Adenda Complementaria se presentan los archivos digitales en formato SHP y KMZ con las referencias a estas áreas.

Tabla A: Coordenadas de sectores donde se realizarán actividades

Coordenadas UTM Datum WGS84 Huso 19S		Puente/ Estructura	Cauce
Este (m)	Norte (m)		
257.834	6.042.763	Cunaco Oriente	Estero Tornicura
257.762	6.042.703		
248.626	6.002.726	Copihue Oriente y Copihue Poniente	Estero Membrillo
248.589	6.002.692		
248.663	6.002.641		
247.747	5.999.454	Colliguay Oriente	Estero Colliguay
247.805	5.999.434		
247.739	5.999.486		
247.737	5.999.507		
247.235	5.996.522	Parral Oriente	Estero Parral
247.119	5.996.652	Parral Ramal Oriente	
247.125	5.996.660	Parral Ramal Poniente	
245.964	5.978.690	Ñiquén Oriente	Río Ñiquén
246.013	5.978.606		
245.949	5.978.671		
246.024	5.978.632		

<table>
<tr><th colspan="3">Variable ambiental: Flora y Vegetación</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">
<table>
<tr><td>235.704</td><td>5.965.290</td><td rowspan="5">Navotavo Oriente</td><td rowspan="5">Estero Navotavo</td></tr>
<tr><td>235.749</td><td>5.965.175</td></tr>
<tr><td>235.695</td><td>5.965.275</td></tr>
<tr><td>235.751</td><td>5.965.185</td></tr>
<tr><td>235.768</td><td>5.965.186</td></tr>
<tr><td>231.882</td><td>5.961.245</td><td rowspan="5">Lilahue Oriente y Ensanche Lilahue Poniente</td><td rowspan="5">Estero Carbonero</td></tr>
<tr><td>231.900</td><td>5.961.235</td></tr>
<tr><td>231.915</td><td>5.961.217</td></tr>
<tr><td>231.937</td><td>5.961.183</td></tr>
<tr><td>232.014</td><td>5.961.205</td></tr>
<tr><td>229.625</td><td>5.958.413</td><td rowspan="2">Ninquihue Poniente</td><td rowspan="2">Estero Lirutao</td></tr>
<tr><td>229.526</td><td>5.958.401</td></tr>
<tr><td>228.056</td><td>5.955.926</td><td rowspan="3">Menelhue Poniente</td><td rowspan="3">Estero Rauco</td></tr>
<tr><td>228.048</td><td>5.955.911</td></tr>
<tr><td>227.965</td><td>5.955.923</td></tr>
</table>
Fuente: ENVIS, 2026.
</td></tr>
<tr><td>Parámetros a monitorear</td><td colspan="2">• Registro de especies y porcentaje de cobertura de vegetación helófita e hidrófita.
• Densidad y cobertura de vegetación higrófita.
• Evaluación de índice NDVI mediante imágenes de dron o imagen de satélite.</td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td colspan="2">Se considera un éxito de la medida manteniendo la cobertura original de la vegetación de especies hidrófitas y helófitas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia de la medición</td><td colspan="2">Duración: Se establecerá un seguimiento quincenal con monitoreos a fin de tomar medidas correctivas en caso de ser necesario (verificar estado de las demarcaciones y malla entre otras) y registrar la evolución de las especies contempladas en esta medida.
Frecuencia: Un monitoreo cada 15 días consecutivos durante seis (6) meses después de realizado el encauzamiento.</td></tr>
</table>

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para tener parámetros de evaluación y poder realizar un adecuado seguimiento se realizará el siguiente registro: • Riqueza. • Cobertura por especie y/o densidad de la vegetación helófita e hidrófita. • Densidad y cobertura de la vegetación higrófila. **Método:** • Areal sobre la superficie involucrada. • Para cada área se realizarán los registros mencionados y registro fotográfico. **Variables fenológicas a medir:** • Mantención del color asociado a la especie, para lo cual se establecerán tres categorías de evaluación: mantención del color; decoloración leve; decoloración fuerte. • Turgencia de los órganos: turgente; deformación leve; deformación completa. • Marchitez : sin marchitez ; marchitez leve ; marchitez completa. • Registro fotográfico del seguimiento e inspección de las áreas.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	**Plazo:** 30 días después de realizado el monitoreo. **Frecuencia:** mensual durante seis (6) meses.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-2: Plan de Seguimiento para C-FyV-3-3V: Mitigación mediante hidratación de la vegetación en sectores en puentes de 3 o más vanos

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
Impacto asociado	**C-FyV-3-3V:** Efecto borde sobre la vegetación ribereña del humedal en áreas de Puentes de 3 o más vanos
Medida(s) asociada(s)	Hidratación de la vegetación en sectores de puentes con 3 o más vanos.

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Flora y Vegetación</th></tr>
<tr><td>Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento</td><td>Flora y Vegetación</td></tr>
<tr><td>Ubicación de los puntos/zonas de medición y control</td><td>
Los sectores donde se realizarán las actividades corresponden a las áreas de ribera de los cauces que tendrán desvíos temporales para habilitar el espacio de trabajo requerido para la demolición y construcción de los puentes del Proyecto.

Los lugares son los indicados en la siguiente tabla, identificando el cauce y el puente asociado. Asimismo, en el Apéndice A del Anexo 8-01 de la Adenda Complementaria se presentan los archivos digitales en formato SHP y KMZ con las referencias a estas áreas.

Tabla A: Coordenadas de sectores donde se realizarán actividades
<table>
<tr><th colspan="2">Coordenadas UTM Datum WGS84 Husos 19S y 18S</th><th rowspan="2">Puente/Estructura</th><th rowspan="2">Cauce</th></tr>
<tr><th>Este (m)</th><th>Este (m)</th></tr>
<tr><td>262.407</td><td>6.028.117</td><td rowspan="5">Ancoa N°1 Oriente</td><td rowspan="10">Río Achibueno</td></tr>
<tr><td>262.473</td><td>6.028.143</td></tr>
<tr><td>262.394</td><td>6.028.129</td></tr>
<tr><td>262.483</td><td>6.028.122</td></tr>
<tr><td>262.453</td><td>6.028.079</td></tr>
<tr><td>262.328</td><td>6.027.925</td><td rowspan="5">Ancoa N°2 Oriente</td></tr>
<tr><td>262.319</td><td>6.027.893</td></tr>
<tr><td>262.415</td><td>6.027.923</td></tr>
<tr><td>262.298</td><td>6.027.852</td></tr>
<tr><td>262.403</td><td>6.027.881</td></tr>
<tr><td>254.514</td><td>6.012.269</td><td rowspan="5">Longaví Oriente</td><td rowspan="5">Río Longaví</td></tr>
<tr><td>254.476</td><td>6.012.362</td></tr>
<tr><td>254.390</td><td>6.012.169</td></tr>
<tr><td>254.488</td><td>6.012.245</td></tr>
<tr><td>254.419</td><td>6.012.192</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Flora y Vegetación</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>212.800</td><td>5.940.082</td><td rowspan="4">Nebuco Oriente, Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente</td><td rowspan="4">Río Chillán</td></tr>
<tr><td>212.961</td><td>5.940.069</td></tr>
<tr><td>212.889</td><td>5.939.995</td></tr>
<tr><td>212.736</td><td>5.940.021</td></tr>
</table>
Fuente: ENVIS, 2026.
</td></tr>
<tr><td>Parámetros a monitorear</td><td>

Registro de especies y porcentaje de cobertura de vegetación helófita e hidrófita.
Densidad y cobertura de vegetación higrófita.
Evaluación de índice NDVI mediante imágenes de dron o imagen de satélite.

</td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td>Se considera un éxito de la medida manteniendo la cobertura original de la vegetación de especies hidrófitas y helófitas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia de la medición</td><td>Duración: Se establecerá un seguimiento quincenal con monitoreos a fin de tomar medidas correctivas en caso de ser necesario (verificar estado de las demarcaciones y malla entre otras) y registrar la evolución de las especies contempladas en esta medida.

Frecuencia: Un monitoreo cada 15 días durante seis (6) meses consecutivos después de realizado el encauzamiento.</td></tr>
<tr><td>Método o procedimiento de medición de cada parámetro</td><td>Para tener parámetros de evaluación y poder realizar un adecuado seguimiento se realizará el siguiente registro:

Riqueza.
Cobertura por especie y/o densidad de la vegetación helófita e hidrófita.
Densidad y cobertura de la vegetación higrófila.

<u>Método:</u>

Areal sobre la superficie involucrada.
Para cada área se realizarán los registros mencionados y registro fotográfico.

<u>Variables fenológicas a medir:</u></td></tr>
</table>

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
	• Mantención del color asociado a la especie, para lo cual se establecerán tres categorías de evaluación: mantención del color; decoloración leve; decoloración fuerte. • Turgencia de los órganos: turgente; deformación leve; deformación completa. • Marchitez : sin marchitez ; marchitez leve ; marchitez completa. • Registro fotográfico del seguimiento e inspección de las áreas.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	**Plazo:** 30 días después de realizado el monitoreo. **Frecuencia:** mensual durante seis (6) meses.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el Plan de Seguimiento Ambiental para las medidas de reparación asociadas a estos impactos, actualizado mediante la Adenda y la presente Adenda Complementaria.

Tabla 8-3: Plan de Seguimiento para C-FyV-1.6-1V: Reparación mediante reposición de vegetación en sectores de puentes de 1 vano

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
Impacto asociado	**C-FyV-1.6-1V:** Pérdida de cobertura vegetacional de Vegetación ribereña
Medida(s) asociada(s)	Reposición de vegetación en sectores de puentes de 1 vano.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Flora y Vegetación
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Los sectores donde se realizarán las actividades corresponden a las áreas aledañas a los puentes intervenidos. Los lugares son los indicados en la siguiente tabla, identificando el cauce, puente asociado, unidad de vegetación (UH) y superficie intervenida. Asimismo, en el Apéndice

Variable ambiental: Flora y Vegetación

A del Anexo 8-01 de la Adenda Complementaria se presentan los archivos digitales en formato SHP y KMZ con las referencias a estas áreas.

Tabla A: Coordenadas de sectores donde se realizarán actividades

Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 19S y 18S		Puente/ Estructura	Cauce	UH	Sup. Int. (ha)
Este (m)	Norte (m)				
257.809	6.042.751	Cunaco Oriente	Estero Tornicura	BAS	0,07
248.630	6.002.706	Copihue Oriente y Copihue Poniente	Estero Membrillo	BAS	0,04
248.606	6.002.683			VR	0,01
248.676	6.002.685			BAS	0,01
248.660	6.002.665			BAS	0,11
247.216	5.996.549	Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente	Estero Parral	BAS	0,07
247.141	5.996.615			VR	0,04
247.212	5.996.514			BAS	0,22
247.143	5.996.634			VR	0,04
247.298	5.997.003			BAS	0,01
247.060	5.996.549			BAS	0,03
245.996	5.978.618	Ñiquén Oriente	Río Ñiquén	VR	0,03
246.002	5.978.648			VR	0,02
231.979	5.961.212	Lilahue Oriente y Ensanche Lilahue Poniente	Estero Carbonero	BAS	0,21
229.558	5.958.404	Ninquihue Poniente	Estero Lirutao	BAS	0,11
227.992	5.955.914	Menelhue Poniente	Estero Rauco	VR	0,07

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Flora y Vegetación</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>235.754</td><td>5.965.201</td><td>Navotavo Oriente</td><td>Estero Navotavo</td><td>VR</td><td>0,03</td></tr>
</table>
<u>Nota</u>: BAS = Bosque de Alóctonas Asilvestradas (BAS); VR = Vegetación Ribereña.

Fuente: ENVIS, 2026.
</td></tr>
<tr><td>Parámetros a monitorear</td><td>Sobrevivencia y variables fenológicas de los ejemplares plantados.</td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td>Se considera un éxito de la medida obteniendo una sobrevivencia del 75% de los ejemplares plantados. Además, se deberá cumplir con lograr una cobertura vegetal semejante a la original, la cual, en base a la información vegetacional de las áreas, se encuentra entre un 50 a 75% en las unidades de vegetación ribereña y 75 a 90% en las unidades de bosque de alóctonas asilvestradas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia de la medición</td><td>Duración: La actividad de plantación comenzará al término de la etapa de construcción en cada puente y tendrá una duración aproximada de un (1) mes. Una vez terminada esta labor en el área definida se iniciará el control y seguimiento por dos años.

Frecuencia:
- Primer mes luego de establecida la reposición se realizarán dos monitoreos cada 15 días.
- Monitoreo mensual durante los siguientes 11 meses.
- El segundo año se realizará un monitoreo cada dos meses.</td></tr>
<tr><td>Método o procedimiento de medición de cada parámetro</td><td><u>Método:</u>
• Puntual sobre cada ejemplar.
• Para cada uno se registrará su altura, foliación-floración, sanidad y vigorosidad.

<u>Variables fenológicas para medir:</u>
Se evaluarán las siguientes variables:
• Supervivencia: para lo cual se evaluarán de acuerdo con las siguientes características: la planta se encuentra viva; la planta se encuentra muerta; la planta se encuentra deteriorada con probabilidades de supervivencia; la planta se encuentra deteriorada con probabilidades de mortalidad.
• Mantención del color asociado a la especie, para lo cual se establecerán tres (3) categorías de evaluación: mantención del color; decoloración leve; decoloración fuerte.</td></tr>
</table>

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
	• Turgencia de hojas, para lo cual se definen las siguientes categorías de evaluación: Mantención de la forma natural; Deformación en el extremo superior; Deformación de la hoja completa. • Registro fotográfico del seguimiento e inspección de las áreas.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	**Plazo:** 30 días después de realizado el monitoreo. **Frecuencia:** • Cada 15 días durante el primer mes posterior a la plantación. • Mensual desde el segundo mes y por 11 meses. • Bimensual al año 2.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-4: Plan de Seguimiento para C-FyV-1.4-3V: Reparación mediante reposición de vegetación en sectores de puentes de 3 o más vanos

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
Impacto asociado	**C-FyV-1.4-3V:** Pérdida de cobertura vegetacional de Vegetación ribereña
Medida(s) asociada(s)	Reposición de vegetación en sectores de puentes de 3 o más vanos.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Flora y Vegetación
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Los sectores donde se realizarán las actividades corresponden a las áreas aledañas a los puentes intervenidos. Los lugares son los indicados en la siguiente tabla, identificando el cauce, puente asociado, unidad de vegetación (UH) y superficie intervenida. Asimismo, en el Apéndice A del Anexo 8-01 de la Adenda Complementaria se presentan los archivos digitales en formato SHP y KMZ con las referencias a estas áreas. **Tabla A: Coordenadas de sectores donde se realizarán actividades**

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Flora y Vegetación</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">Coordenadas UTM Datum WGS 84 Husos 19S y 18S</th><th rowspan="2">Puente/ Estructura</th><th rowspan="2">Cauce</th><th rowspan="2">UH</th><th rowspan="2">Sup. Int. (ha)</th></tr>
<tr><th>Este (m)</th><th>Norte (m)</th></tr>
<tr><td>262.481</td><td>6.028.184</td><td>Ancoa N°1 Oriente</td><td rowspan="4">Río Achibueno</td><td>BAS</td><td>0,01</td></tr>
<tr><td>262.454</td><td>6.028.104</td><td></td><td>BAS</td><td>0,01</td></tr>
<tr><td>262.389</td><td>6.027.912</td><td>Ancoa N°2 Oriente</td><td>BAS</td><td>0,00</td></tr>
<tr><td>262.380</td><td>6.027.882</td><td></td><td>BAS</td><td>0,00</td></tr>
<tr><td>254.331</td><td>6.012.146</td><td rowspan="3">Longaví Oriente</td><td rowspan="3">Río Longaví</td><td>BAS</td><td>0,02</td></tr>
<tr><td>254.514</td><td>6.012.298</td><td>BAS</td><td>0,07</td></tr>
<tr><td>254.378</td><td>6.012.151</td><td>VR</td><td>0,05</td></tr>
<tr><td>212.821</td><td>5.940.038</td><td rowspan="6">Nebuco Oriente, Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente</td><td rowspan="6">Río Chillán</td><td>VR</td><td>0,02</td></tr>
<tr><td>212.855</td><td>5.940.063</td><td>VR</td><td>0,06</td></tr>
<tr><td>212.837</td><td>5.940.078</td><td>BAS</td><td>0,17</td></tr>
<tr><td>212.935</td><td>5.940.070</td><td>BAS</td><td>0,14</td></tr>
<tr><td>212.856</td><td>5.939.999</td><td>BAS</td><td>0,20</td></tr>
<tr><td>212.758</td><td>5.940.007</td><td>BAS</td><td>0,26</td></tr>
</table>
<u>Nota</u>: BAS = Bosque de Alóctonas Asilvestradas (BAS); VR = Vegetación Ribereña.

Fuente: ENVIS, 2026.
</td></tr>
<tr><td>Parámetros a monitorear</td><td>Sobrevivencia y variables fenológicas de los ejemplares plantados.</td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td>Se considera un éxito de la medida obteniendo una sobrevivencia del 75% de los ejemplares plantados. Además, se deberá cumplir con lograr una cobertura vegetal semejante a la original, la cual, en base a la información vegetacional de las áreas, se encuentra entre un 50 a 75% en las unidades de vegetación ribereña y 75 a 90% en las unidades de bosque de alóctonas asilvestradas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia de la medición</td><td>Duración: La actividad de plantación comenzará al término de la etapa de construcción en cada puente y tendrá una duración aproximada de un (1) mes. Una vez terminada esta labor en el área definida se iniciará el control y seguimiento por dos años.</td></tr>
</table>

Variable ambiental: Flora y Vegetación	
	Frecuencia: Una vez terminada esta labor en el área definida se iniciará el control y seguimiento. - Primer mes luego de establecida la reposición se realizarán dos monitoreos, uno cada 15 días. - Monitoreo mensual durante los siguientes 11 meses. - El segundo año se realizará un monitoreo cada dos meses.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	**Método:** • Puntual sobre cada ejemplar. • Para cada uno se registrará su altura, foliación-floración, sanidad y vigorosidad. **Variables fenológicas a medir:** Se evaluarán las siguientes variables: • Supervivencia: para lo cual se evaluarán de acuerdo con las siguientes características: la planta se encuentra viva; la planta se encuentra muerta; la planta se encuentra deteriorada con probabilidades de supervivencia; la planta se encuentra deteriorada con probabilidades de mortalidad. • Mantención del color asociado a la especie, para lo cual se establecerán tres (3) categorías de evaluación: mantención del color; decoloración leve; decoloración fuerte. • Turgencia de hojas, para lo cual se definen las siguientes categorías de evaluación: Mantención de la forma natural; Deformación en el extremo superior; Deformación de la hoja completa. • Registro fotográfico del seguimiento e inspección de las áreas.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	**Plazo:** 30 días después de realizado el monitoreo. **Frecuencia:** • Cada 15 días durante el primer mes posterior a la plantación. • Mensual desde el segundo mes y por 11 meses. • Bimensual al año 2.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

Fuente: Elaboración propia.

8.1.1.2 SEGUIMIENTO MEDIDA CALIDAD DEL AIRE

Para el componente Calidad del Aire, el Plan de Seguimiento Ambiental considera las medidas asociadas a los siguientes impactos ambientales significativos:

- **C-AIR-3:** Alteración de la calidad del aire por aumento de PM2,5 en Zona Saturada

Tabla 8-5: Plan de Seguimiento para C-AIR-3: Programa de Compensación de emisiones MP2,5

Variable Ambiental: Calidad del Aire	
Impacto ambiental asociado	C-AIR-3: superación de niveles de significancia de MP2,5
Medida(s) asociada (s)	Programa de Compensación de Emisiones para MP2,5.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Calidad del Aire: MP2,5
Ubicación / puntos de control	Por definir en las cuencas del Itata y Maule
Parámetros a monitorear	Número de calefactores a leña efectivamente retirados y reemplazados por equipos eléctricos; ubicación del recambio; identificación y características de los artefactos retirados e instalados;
Límites permitidos o comprometidos	45 calefactores a leña en la cuenca del Itata por equipos eléctricos (aire acondicionado) 68 calefactores a leña en la cuenca del Maule por equipos eléctricos (aire acondicionado)
Duración y frecuencia de la medición	Una inspección inicial por vivienda antes del recambio; una inspección después de la instalación.
Método o procedimiento	Inspección documental y en terreno de cada recambio. Para cada vivienda se elaborará una ficha individual que contenga, como mínimo: código único del recambio; comuna; coordenadas; fecha de inspección inicial; identificación y registro fotográfico del calefactor a leña; antecedentes utilizados para justificar su inclusión en el PCE; fecha de retiro; acta de entrega e instalación del equipo eléctrico; marca, modelo y número de serie del equipo instalado; registro fotográfico georreferenciado antes, durante y después del recambio; comprobante de

Variable Ambiental: Calidad del Aire	
	recepción conforme; y respaldo de la inutilización o chatarrización del calefactor retirado. Adicionalmente, se realizará una verificación documental final del 100% de los recambios y de la totalidad de los calefactores retirados.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Un informe 30 días después de realizar el recambio de los calefactores y un informe final una vez realizados el 100% de los recambios.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

Fuente: Elaboración Propia.

8.1.1.3 SEGUIMIENTO MEDIDA PLAN DE REASENTAMIENTO

Para el componente Calidad del Aire, el Plan de Seguimiento Ambiental considera las medidas asociadas a los siguientes impactos ambientales significativos:

- **C-MHU-02-02:** Reasentamiento por expropiación Lote 413-E2.

Tabla 8-6: Plan de Seguimiento para C-MHU-02-02: Reasentamiento por expropiación Lote 413-E2.

Variable Ambiental: Medio Humano	
Impacto ambiental asociado	C-MHU-02-02: Reasentamiento por expropiación Lote 413-E2.
Medida(s) asociada (s)	Plan de Reasentamiento
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Componente Medio Humano – Dimensión Bienestar Social Básico.
Ubicación / puntos de control	Lote 413-E2, sector acceso a Parral, y nuevo lugar de residencia del hogar relocalizado.
Parámetros a monitorear	Firma Convenio Beneficiarios - Sociedad Concesionaria – Ministerio de Obras Públicas.

Variable Ambiental: Medio Humano	
	Gestión para apertura de Libreta de Ahorro de Vivienda en Banco Estado para grupos Beneficiarios. Gestión para inscripción y registro de Beneficiarios en Registro Social de Hogares en la Municipalidad de Parral. Entrega de antecedentes a Beneficiarios sobre las alternativas de Subsidio Habitacional y selección de nueva propiedad. Gestión, avance y seguimiento en postulación a Subsidio Habitacional. Gestión ante organismos públicos para efectos del proceso de Reasentamiento (Municipio, GORE, SEREMI de Vivienda, etc.). Gestión y seguimiento ante representantes de comunidades receptoras para efectos del proceso de Relocalización. Gestión y seguimiento para efectos del proceso de Traslado. Gestión y seguimiento para efectos del proceso de Relocalización de actividades productivas; entrega de antecedentes a Beneficiarios sobre las alternativas para la selección de nuevas propiedades y adaptación a nuevos mercados y polos productivos. Entrega de informes de título para la adquisición de la vivienda por parte del titular al beneficiario. Registro de inscripción de la propiedad en el conservador de bienes raíces.
Límites permitidos o comprometidos	No aplica
Duración y frecuencia de la medición	Durante todo el período en que se desarrolla la medida y posterior monitoreo. 12 meses de implementación y la diferencia será de seguimiento.
Método o procedimiento	Para cada hogar se generará una ficha de registro donde se consignarán los avances del programa.

Variable Ambiental: Medio Humano	
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe Mensual de avance que contendrá al menos: Entrega de resultados de gestión y seguimiento - Sub Plan Residencial. Entrega de resultados de gestión y seguimiento - Sub Plan Productivo. Entrega de resultados de gestión y seguimiento - Sub Plan de Traslado. Entrega de resultados de gestión y seguimiento – Sub Plan de Desarrollo Social. Entrega de resultados de gestión y seguimiento – Plan de Integración en Sitio de Acogida.
Organismo destinatario de informes	El cual será entregado al Ministerio de Obras Públicas y posteriormente a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

Fuente: Elaboración Propia.

8.1.2. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA LOS COMPROMISOS AMBIENTALES VOLUNTARIOS (CAV)

Complementariamente al Plan de Seguimiento para las medidas asociadas a impactos ambientales significativos, se presenta a continuación el Plan de Seguimiento para los Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV), el cual considera el seguimiento de la evolución de los siguientes componentes ambientales:

- Calidad de agua y Sedimentos.
- Flora y Vegetación.
- Fauna Terrestre.
- Ruido
- Vibraciones
- Hidrología
- Hidrogeología
- Suelo
- Medio Humano

Las medidas asociadas a estos compromisos se presentan en el Anexo 12-01: Actualización del Capítulo 10 del EIA "Compromisos Ambientales Voluntarios" de la presente Adenda Complementaria.

Para una mejor comprensión de la codificación utilizada en la identificación de las medidas, esta se define en la siguiente Tabla.

Tabla 8-7: Codificación de Medidas asociadas a Compromisos Ambientales Voluntarios

Código Medida	Significado
C-CV	Construcción – Compromiso Ambiental Voluntario
CAS	Calidad del Agua y Sedimentos
FyV	Flora y Vegetación
BA	Biota Acuática
FAU	Fauna Terrestre
RUI	Ruido
VIB	Vibraciones
HID	Hidrología
HIG	Hidrogeología
SER	Suelo, Erosión
SFQB	Suelo, propiedades Físicas, Químicas y Biológicas
MHU	Medio Humano
01, 02, 03…0n	Correlativo

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.1 SEGUIMIENTO CAV DE CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS

Tabla 8-8: Actualización Plan de Seguimiento de C-CV-CAS-01

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
Impactos asociados	C-CAS-1a: Deterioro de la calidad de agua superficial – sedimentos por efectos de trabajos de demolición y construcción de puentes de un (1) vano, por movimientos de tierra y materiales en el cauce y zona circundante directa, causando alteración de la turbidez de la columna de agua por incremento de sólidos en suspensión en cauces de baja capacidad de dilución. C-CAS-1b: Deterioro de la calidad de agua superficial – sedimentos por efectos de trabajos de demolición y construcción de puentes de un (1) vano, por

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos</th></tr>
<tr><td></td><td>movimientos de tierra y materiales en el cauce y zona circundante directa, causando alteración de la turbidez de la columna de agua por incremento de sólidos en suspensión en cauces de alta capacidad de dilución.

C-CAS-1c: Deterioro de la calidad de agua superficial – sedimentos por efectos de trabajos de demolición y construcción de puentes de gran tamaño (≥3 vanos), por movimientos de tierra y materiales en el cauce y zona circundante directa, causando alteración de la turbidez de la columna de agua por incremento de sólidos en suspensión.</td></tr>
<tr><td>CAV asociado(s)</td><td>C-CV-CAS-01: Monitoreo de la calidad de las aguas de esteros y ríos, que intervendrá el Proyecto para la construcción de los puentes.</td></tr>
<tr><td>Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento</td><td>Calidad del agua y Sedimentos</td></tr>
<tr><td>Ubicación de los puntos/zonas de medición y control</td><td>Se identifican los cauces que tendrán una desviación parcial y temporal del flujo durante la fase de construcción, junto con el puente asociado a cada uno de ellos. El monitoreo de calidad del agua y sedimentos se realizará en las estaciones de muestreo que se muestran en la Tabla A, considerando tres (3) puntos de muestreo por cada cauce intervenido:

uas arriba (E(N)-S1): estación de muestreo ubicada aproximadamente a 200 m de ona de intervención de las obras, que representa la condición basal del cauce.

la zona de intervención (E(N)-S): estación de muestreo que representa la rvención misma.

uas abajo (E(N)-S2): estación de muestreo limitada por el alcance del modelo de ndación que establece el área de influencia de la componente Calidad de aguas y limentos.

En total, existirán 39 estaciones de muestreo, definidas con la nomenclatura E(N)-S.

Tabla A: Estaciones de muestreo
<table>
<tr><th rowspan="2">Cauce y Puente/Estructura Asociado</th><th rowspan="2">Estación de muestreo</th><th colspan="2">Coordenadas UTM Datum WGS84 Huso 19S</th></tr>
<tr><th>Este (m)</th><th>Norte (m)</th></tr>
<tr><td>Estero Tornicura

(Puente Cunaco Oriente)</td><td>E1-S1

E1-S</td><td>257.926

257.766</td><td>6.042.917

6.042.734</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos				
		E2-S2: 450 m aguas abajo	257.419	6.042.444
	Río Achibueno (Puente Ancoa N°1 Oriente)	E3-S1	262.655	6.028.141
		E3-S	262.443	6.028.124
		E4-S2: 372 m aguas abajo	262.160	6.028.308
	Río Achibueno (Puente Ancoa N°2 Oriente)	E5-S1	262.582	6.027.920
		E5-S	262.365	6.027.882
		E6-S2: 395 m aguas abajo	262.131	6.028.186
	Río Longaví (Puente Longaví Oriente)	E7-S1	254.496	6.012.037
		E7-S	254.434	6.012.241
		E8-S2: 1.698 m aguas abajo	253.948	6.013.694
	Estero Membrillo (Puentes Copihue Poniente y Copihue Oriente)	E9-S1	248.769	6.002.522
		E9-S	248.649	6.002.664
		E10-S2: 223 m aguas abajo	248.418	6.002.801
	Estero Colliguay (Puente Colliguay Oriente)	E11-S1	247.898	5.999.269
		E11-S	247.784	5.999.464
		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	247.241	5.996.295
		E13-S	247.189	5.996.557
		E14-S2: 424 m aguas abajo	246.840	5.996.932
	Río Ñiquén (Puente Ñiquén Oriente)	E15-S1	246.131	5.978.491
		E15-S	245.994	5.978.645

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos

		E16-S2: 438 m aguas abajo	245.720	5.978.987
	Estero Navotavo (Puente Navotavo Oriente)	E17-S1	235.922	5.965.146
		E17-S	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	232.208	5.961.270
		E19-S	231.967	5.961.221
		E20-S2: 275 m aguas abajo	231.696	5.961.324
	Estero Lirutao (Puente Ninquihue Poniente) (*)	E21-S1	767.290	5.958.550
		E21-S	767.095	5.958.506
		E22-S2: 252 m aguas abajo	766.827	5.958.480
	Estero Rauco (Puente Menelhue Poniente) (*)	E23-S1	765.581	5.956.207
		E23-S	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	749.504	5.941.156
		E25-S	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 so 19S.

Fuente: Elaboración propia.

Parámetros a monitorear	1. Calidad de agua En cada estación de muestreo se registrarán variables in situ que den cuenta de las condiciones fisicoquímicas del ecosistema acuático. Asimismo, se considerarán requisitos según la NCh 1333, Tabla 4: Requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática.

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos

Tabla B: Parámetros a registrar *in situ* en cada punto de muestreo (Capítulo 3, Tomo I del EIA: Línea de Base Calidad de Agua y Sedimentos)

Parámetro	Unidad	Características	
pH (*)	Unidad de pH	Rango	0 – 14
		Resolución	0,01
		Exactitud	±0,1
Oxígeno disuelto (*)	mg/L	Rango	0 – 50
		Resolución	±0,01
		Exactitud	±0,2
Saturación de oxígeno	%	Rango	0 – 500
		Resolución	±0,1
		Exactitud	±1,5
Temperatura (*)	°C	Rango	-5 – 60
		Resolución	0,1
		Exactitud	±0,5
Conductividad eléctrica	µS/cm	Rango	0 – 1990
		Resolución	10
		Exactitud	±2
Profundidad de la columna de agua	cm	Varilla graduada	

(*) Variables contenidas en NCh. 1333, Tabla 4, con límites establecidos de referencia.

Fuente: Tabla 3-69 del Capítulo 3, Tomo I del EIA: Línea de Base Calidad de Agua y Sedimentos

En cada punto de muestreo se recolectará muestra de agua superficial para análisis en laboratorio acreditado a la NCh 17025 Of. 2005.

Tabla C: Parámetros a analizar en laboratorio acreditado NCh 17025 Of. 2005

Parámetro	Unidad	Observación/Límite referencial
Turbiedad	NTU	NCh 1333, Tabla 3
Sólidos	mg/L	Sólidos totales
		Sólidos disueltos
		Sólidos suspendidos
Nutrientes	mg/L	Nitrato
		Nitrógeno Kjeldahl
		Nitrógeno total
		Fósforo total
		Clasificación trofia (*)
Metales totales	mg/L	NCh 1333, Tabla 1

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
	<table><tr><td>**Coliformes fecales**</td><td>NMP/100 mL</td><td>NCh 1333, Tabla 3</td></tr><tr><td>**Aceites y grasas**</td><td>mg/L</td><td>NCh 1333, Tabla 3</td></tr><tr><td>**Cationes – Aniones**</td><td>mg/L</td><td>NCh 1333, Tabla 1</td></tr></table> (*) Clasificación trofia según Smith et al., 1999. Fuente: ENVIS, 2026 a partir de Capítulo 3, Tomo I del EIA: Línea de Base Calidad de Agua y Sedimentos. Metodología de análisis: Se indica en el Capítulo 3, Tomo I del EIA: Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos y corresponde a la metodología estandarizada APHA 2024. 2. <u>Sedimentos</u> En cada estación de muestreo se recolectará una muestra de sedimentos para su análisis en laboratorio acreditado a la NCh 17025 Of. 2005. Los parámetros a determinar serán: • Metales totales. • Aceites y grasas. • Hidrocarburos. • Materia orgánica. • Análisis granulométrico. Metodología de análisis: Se indica en el Capítulo 3, Tomo I del EIA: Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos y corresponde a la metodología estandarizada APHA 2024.
Límites permitidos o comprometidos	Se considerarán como valores referenciales, los siguientes: • Valor de condición basal de cada cauce, determinada en la Línea de Base de Calidad de Agua y Sedimentos (Capítulo 3, Tomo I EIA). • Resultados obtenidos en el monitoreo realizado 5 a 10 días previos al inicio de la intervención de cada cauce (etapa de construcción). • Límites permitidos según la norma vigente NCh1333. • Clasificación de trofía (límites establecidos en Smith et al 1999), para los nutrientes. • Para sedimentos, específicamente para metales, se utilizarán como referencia los valores de la normativa internacional CCME (2002), orientada

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos</th></tr>
<tr><td></td><td>a la protección de la vida acuática, aplicada en la Línea de Base de Calidad de Agua y Sedimentos (Capítulo 3, Tomo I EIA).</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia de la medición</td><td>Duración: Cada campaña de monitoreo tendrá una duración de 1 día.

Frecuencia: Se realizará un monitoreo mensual de la calidad del agua durante el período de encauzamiento asociado a la fase de construcción del Proyecto, según la siguiente frecuencia y distribución temporal:

• Un monitoreo basal entre 5 y 10 días previos al inicio de la intervención del cauce.

• Monitoreos mensuales durante el desarrollo de la intervención, conforme al programa de construcción definido para cada puente.

La duración aproximada de la etapa de construcción por puente se presenta en la siguiente tabla.

Tabla D: Programación de construcción por puente/estructura

<table>
<tr><th rowspan="2">Cauces</th><th rowspan="2">Puente/Estructura</th><th colspan="2">Duración de la construcción</th></tr>
<tr><th>(días)</th><th>(meses)</th></tr>
<tr><td>Estero Tornicura</td><td>Cunaco Oriente</td><td>244</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Río Achibueno</td><td>Ancoa N°1 Oriente</td><td>333</td><td>11</td></tr>
<tr><td>Ancoa N°2 Oriente</td><td>339</td><td>11</td></tr>
<tr><td>Río Longaví</td><td>Longaví Oriente</td><td>468</td><td>16</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Estero Membrillo</td><td>Copihue Poniente</td><td>162</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Copihue Oriente</td><td>233</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Estero Colliguay</td><td>Colliguay Oriente</td><td>237</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Estero Parral</td><td>Parral Ramal Oriente</td><td rowspan="3">913</td><td rowspan="3">30</td></tr>
<tr><td>Parral Ramal Poniente</td></tr>
<tr><td>Parral Oriente</td></tr>
<tr><td>Río Ñiquén</td><td>Ñiquén Oriente</td><td>283</td><td>9</td></tr>
<tr><td>Estero Navotavo</td><td>Navotavo Oriente</td><td>260</td><td>9</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Estero Carbonero</td><td>Lilahue Oriente</td><td>262</td><td>9</td></tr>
<tr><td>Ensanche Lilahue Poniente</td><td>198</td><td>7</td></tr>
<tr><td>Estero Lirutao</td><td>Ninquihue Poniente</td><td>248</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Estero Rauco</td><td>Menelhue Poniente</td><td>250</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Río Chillán</td><td>Nebuco Oriente</td><td>334</td><td>11</td></tr>
<tr><td>Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente</td><td>204</td><td>7</td></tr>
</table>
Fuente: Elaboración propia a partir de Anexo 1-03 de la Adenda.</td></tr>
</table>

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
	• Un monitoreo de corto plazo, efectuado entre 5 y 10 días posteriores al término de la intervención del cauce. • Un monitoreo a los 120 días después de finalizada la fase de construcción, para asegurar en el tiempo que las condiciones basales se han reestablecido y que no existen diferencias significativas respecto de su condición basal. Se podrá considerar la ejecución de un monitoreo adicional en caso de ser necesario y debidamente justificado. Lo anterior aplicará si, transcurridos los 120 días posteriores a la finalización de la etapa de construcción de las obras, aún se detectan diferencias entre las condiciones de intervención respecto a la condición basal.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	1. Se recolectarán muestras de agua superficial y sedimentos en 3 estaciones de muestreo en cada cauce intervenido: • Aguas arriba (E(N)-S1): estación de muestreo localizada aproximadamente a 200 m de la zona de intervención de las obras, que representan la condición basal. • Zona de intervención (E(N)-S): estación de muestreo que representa la intervención misma. • Aguas abajo (E(N)-S2): estación de muestreo ubicada aguas abajo que representa la intervención, delimitada por el alcance del modelo de inundación que establece el área de influencia de Calidad de Agua y Sedimentos. Al final del monitoreo deberá verificarse que las condiciones basales se han reestablecido en la zona de intervención. 2. Las muestras serán transportadas al laboratorio bajo las debidas condiciones establecidas en las normativas de sistema de la calidad (NCh-ISO5667/12, (2018); NCh-ISO5667/14, (2015); NCh 411/3 Of. 96), con la debida cadena de custodia, entregada al laboratorio de calidad de agua acreditado. 3. La toma de muestras será realizada por Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) autorizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). 4. Se efectuará el análisis de los parámetros fisicoquímicos en laboratorio acreditado a la NCh 17.025 Of. 2005. 5. Una vez obtenidos los resultados se elaborará el informe.
Método de verificación	La efectividad de la medida se evaluará mediante un análisis estadístico cuantitativo, el cual podrá desarrollarse utilizando el programa R u otro software

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
	equivalente, de acuerdo con la base de datos obtenida. Para esto, se compararán los resultados de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua y sedimentos obtenidos en la campaña realizada entre 5 y 10 días previos a la fase de construcción y aquellos correspondientes a la campaña realizada a los 120 días posteriores al término de la intervención de cada cauce, de manera de verificar que no existan diferencias entre ambos periodos asociadas a las actividades de intervención de los cauces durante la fase de construcción respecto de la condición basal.
Medidas preventivas	Para la intervención de cada cauce se contemplan las siguientes medidas preventivas: • Desvío parcial y temporal de cauce, que permita mantener la conectividad hidráulica del sistema sin alterar el flujo del cauce. • No se intervendrá permanentemente el lecho, ni alteración del caudal del cauce. • En caso de ser necesario, se realizará limpieza del cauce y se realizarán inspecciones mensuales, en especial ante crecidas, para eliminar cualquier obstrucción que obstaculice el cauce, de manera de mantener la conectividad fluvial y continuidad de los ecosistemas. • Se retirarán los residuos del cauce y zona ripariana. • No se verterá ningún contaminante en el cauce. • Ejecución de la intervención en período de estiaje y en época de menor afectación a la biota.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	• Plazo: 30 días luego de realizado el monitoreo • Frecuencia: mensual hasta finalizado los monitoreos de seguimiento. • Entrega de informes: Se entregará un Informe consolidado con todos los monitoreos ejecutados.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente a través de su plataforma web.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-9: Actualización del Plan de Seguimiento de C-CV-CAS-02

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
Impactos asociados	**C-CAS-2a:** Alteración hidromorfológica del cauce por cambios del patrón de secuencia de mesohábitats y de la ribera, por el desvío parcial y temporal del flujo durante la construcción de puentes de un (1) vano, generando un incremento de erosión con consecuencias en la calidad de la columna de agua y de los sedimentos, en cauces de baja capacidad de dilución. **C-CAS-2b:** Alteración hidromorfológica del cauce, por cambios del patrón de secuencia de mesohábitats y de la ribera, por el desvío parcial y temporal del flujo durante la construcción de puentes de un (1) vano, generando un incremento de erosión con consecuencias en la calidad de la columna de agua y de los sedimentos, en cauces de alta capacidad de dilución. **C-CAS-2c**: Alteración hidromorfológica del cauce por cambios del patrón de secuencia de mesohábitats y de la ribera, por el desvío parcial y temporal del flujo durante la construcción de puentes de gran tamaño (≥3 vanos), generando un incremento de erosión con consecuencias en la calidad de la columna de agua y de los sedimentos.
CAV asociado(s)	**C-CV-CAS-02:** Monitoreo de inspección visual de la columna de agua y de las variables hidromorfológicas del cauce, que comprende zonas ribereñas.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Calidad del agua y Sedimentos
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Se identifican los cauces que tendrán una desviación parcial y temporal del flujo durante la fase de construcción, junto con el puente asociado a cada uno de ellos. El monitoreo hidromorfológico visual en terreno se realizará en las estaciones de monitoreo que se muestran en la Tabla A, considerando tres (3) puntos de muestreo por cada cauce intervenido: • Aguas arriba (E(N)-S1): estación de muestreo ubicada aproximadamente a 200 m de la zona de intervención de las obras, que representa la condición basal del cauce. • En la zona de intervención (E(N)-S): estación de muestreo que representa la intervención misma. • Aguas abajo (E(N)-S2): estación de muestreo limitada por el alcance del modelo de inundación que establece el área de influencia de la componente Calidad de aguas y sedimentos. En total, existirán 39 estaciones de evaluación, definidas con la nomenclatura E(N)-S.

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos

Tabla A: Estaciones de monitoreo hidromorfológico visual

Cauce y Puente/Estructura Asociado	Estación de muestreo	Coordenadas UTM Datum WGS84 Husos 19S y 18S	
		Este (m)	Norte (m)
Estero Tornicura (Puente Cunaco Oriente)	E1-S1	257.926	6.042.917
	E1-S	257.766	6.042.734
	E2-S2: 450 m aguas abajo	257.419	6.042.444
Río Achibueno (Puente Ancoa N°1 Oriente)	E3-S1	262.655	6.028.141
	E3-S	262.443	6.028.124
	E4-S2: 372 m aguas abajo	262.160	6.028.308
Río Achibueno (Puente Ancoa N°2 Oriente)	E5-S1	262.582	6.027.920
	E5-S	262.365	6.027.882
	E6-S2: 395 m aguas abajo	262.131	6.028.186
Río Longaví (Puente Longaví Oriente)	E7-S1	254.496	6.012.037
	E7-S	254.434	6.012.241
	E8-S2: 1.698 m aguas abajo	253.948	6.013.694
Estero Membrillo (Puentes Copihue Poniente y Copihue Oriente)	E9-S1	248.769	6.002.522
	E9-S	248.649	6.002.664
	E10-S2: 223 m aguas abajo	248.418	6.002.801
Estero Colliguay (Puente Colliguay Oriente)	E11-S1	247.898	5.999.269
	E11-S	247.784	5.999.464
	E12-S2: 426 m aguas abajo	247.526	5.999.796
Estero Parral	E13-S1	247.241	5.996.295

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos

(Puentes Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente)	E13-S	247.189	5.996.557
	E14-S2: 424 m aguas abajo	246.840	5.996.932
Río Ñiquén (Puente Ñiquén Oriente)	E15-S1	246.131	5.978.491
	E15-S	245.994	5.978.645
	E16-S2: 438 m aguas abajo	245.720	5.978.987
Estero Navotavo (Puente Navotavo Oriente)	E17-S1	235.922	5.965.146
	E17-S	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	235.208	5.961.270
	E19-S	231.967	5.961.221
	E20-S2: 275 m aguas abajo	231.696	5.961.324
Estero Lirutao (Puente Ninquihue Poniente) (*)	E21-S1	767.290	5.958.550
	E21-S	767.095	5.958.506
	E22-S2: 252 m aguas abajo	766.827	5.958.480
Estero Rauco (Puente Menelhue Poniente), (*)	E23-S1	765.581	5.956.207
	E23-S	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	749.504	5.941.156
	E25-S	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.

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos</th></tr>
<tr><td></td><td>Fuente: Elaboración propia</td></tr>
<tr><td>Parámetros a monitorear</td><td>
Se consideran las variables de inspección visual en terreno relacionadas a las obras y acciones de intervención de cauces. Es importante considerar que, este seguimiento tiene un carácter cualitativo, el cual debe ser complementado con los registros in situ y los análisis de parámetros fisicoquímicos establecidos en el Plan seguimiento C-CAS-01.

1. <u>Inspección visual de la columna de agua</u>

En cada estación de monitoreo se realizará una inspección visual de la columna de agua, considerando criterios de la NCh. 1333, Tabla 3 y Tabla 4, orientados a detectar alteraciones atribuibles a las actividades de construcción.

Tabla B: Criterios a considerar para la inspección visual de la columna de agua
<table>
<tr><th>• Características</th><th></th></tr>
<tr><td>• Sólidos flotantes, visibles</td><td>• Ausencia de colorantes artificiales</td></tr>
<tr><td>• Sustancias que produzcan olor o sabor inconvenientes</td><td>• Petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo</td></tr>
<tr><td>• Aceites flotantes y grasas</td><td>• Presencia de espumas no naturales</td></tr>
<tr><td>• Presencia de basura</td><td>• Actividad antrópica</td></tr>
<tr><td>• Alteración hidrológica</td><td>• Aspecto de la columna de agua: Turbio – Semitransparente – Transparente</td></tr>
<tr><td>• Registros fotográficos georreferenciados</td><td>• Cualquier otro hallazgo presente</td></tr>
</table>
Fuente: Elaboración propia.

2. <u>Variables hidromorfológicas en el cauce basadas en Pardo et al. (2002)</u>

Se evaluará la condición física del hábitat del cauce en el tramo intervenido, mediante observación directa y la aplicación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF) de Pardo et al. (2002). La evaluación considerará entre otros, los siguientes ítems:
</td></tr>
</table>

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
	– Tipo de inclusión rápidos. – Frecuencia de rápidos. – Composición substrato. – Regímenes Velocidad/Profundidad. – Porcentaje sombra en el cauce. – Elementos de heterogeneidad. – Cobertura vegetación acuática. • **3. <u>Metodología de análisis cualitativo del cauce</u>** La interpretación de los resultados corresponderá a un análisis cualitativo del estado del cauce, que considerará: – La condición visual de la columna de agua, según los criterios de la Tabla 3 y Tabla 4 de la NCh. 1333. – La calidad física del hábitat mediante el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) según Pardo et al. (2002), utilizado en la Línea de Base de Calidad de Agua y Sedimentos (Capítulo 3, Tomo I del EIA). – Registros fotográficos georreferenciados.
Límites permitidos o comprometidos	Se considerará como valor referencial la condición basal del cauce, determinada a partir de lo establecido en la Línea de Base de Calidad de Agua y Sedimentos (Capítulo 3, Tomo I del EIA) y de los resultados obtenidos en el monitoreo efectuado 5 – 10 días previos al inicio de la etapa de construcción.
Duración y frecuencia de la medición	**Duración:** Cada campaña de monitoreo tendrá una duración de 1 día. **Frecuencia:** Se realizará un monitoreo hidromorfológico visual en terreno de la calidad del agua consistente en determinar la condición de la columna de agua, de acuerdo con los criterios establecidos en las Tablas 3 y 4 de la NCh. 1.333 y mediante el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) de Pardo et al. (2002), durante el período de encauzamiento asociado a la fase de construcción del Proyecto, según la siguiente frecuencia y distribución temporal: • Un monitoreo basal entre 5 y 10 días previos al inicio de la intervención del cauce.

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos

- Monitoreos mensuales durante el desarrollo de la intervención, conforme al programa de construcción definido para cada puente.

La duración aproximada de la etapa de construcción por puente se presenta en la siguiente tabla.

Tabla C: Programación de construcción por puente/estructura

Cauces	Puentes/Estructuras	Duración de la construcción (días)	(meses)
Estero Tornicura	Cunaco Oriente	244	8
Río Achibueno	Ancoa N°1 Oriente	333	11
	Ancoa N°2 Oriente	339	11
Río Longaví	Longaví Oriente	468	16
Estero Membrillo	Copihue Poniente	162	6
	Copihue Oriente	233	8
Estero Colliguay	Colliguay Oriente	237	8
Estero Parral	Parral Ramal Oriente	913	30
	Parral Ramal Poniente		
	Parral Oriente		
Río Ñiquén	Ñiquén Oriente	283	9
Estero Navotavo	Navotavo Oriente	260	9
Estero Carbonero	Lilahue Oriente	262	9
	Ensanche Lilahue Poniente	198	7
Estero Lirutao	Ninquihue Poniente	248	8
Estero Rauco	Menelhue Poniente	250	8
Río Chillán	Nebuco Oriente	334	11
	Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente	204	7

- **Fuente:** Elaboración propia a partir de Anexo 1-03 de la Adenda.
- Un monitoreo a los 120 días después de finalizada la fase de construcción, para asegurar en el tiempo que las condiciones basales se han reestablecido y que no existen diferencias significativas respecto de su condición basal.

Se podrá considerar la ejecución de un monitoreo adicional en caso de ser necesario y debidamente justificado. Lo anterior aplicará si, transcurridos los 120 días posteriores a la finalización de la etapa de construcción de las obras, aún se detectan diferencias entre las condiciones de intervención respecto a la condición basal.

Método o procedimiento de	1. Se levantará información cualitativa en 3 estaciones de monitoreo para cada cauce intervenido:

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
medición de cada parámetro	• Aguas arriba (E(N)-S1): estación de muestreo localizada aproximadamente a 200 m de la zona de intervención de las obras, que representan la condición basal. • Zona de intervención (E(N)-S): estación de muestreo que representa la intervención misma. • Aguas abajo (E(N)-S2): estación de muestreo ubicada aguas abajo que representa la intervención, delimitada por el alcance del modelo de inundación que establece el área de influencia de Calidad de Agua y Sedimentos. Al final del monitoreo deberá verificarse que las condiciones basales se han reestablecido en la zona de intervención. 2. Se elaborarán Fichas de muestreo para cada campaña (ver Anexo 10-01 de la Adenda Complementaria), con el fin de levantar información de la condición de la columna de agua y las variables hidromorfológicas, junto con registros fotográficos georreferenciados. 3. Una vez obtenidos los resultados se elaboran los siguientes informes: – Informe mensual descriptivo. – Informe consolidado: contendrá todos los monitoreos ejecutados, es decir: a los 5 – 10 días previo a la al inicio de la intervención del cauce, los mensuales durante la fase de construcción y a los 120 días posteriores al término de la fase construcción. En caso de aplicar, el Informe consolidado incorporará los resultados del monitoreo adicional a realizarse en caso de que, a los 120 días posteriores a la finalización de la etapa de construcción, aun se detecten diferencias entre las condiciones de intervención respecto a la condición basal.
Método de verificación	La efectividad de la medida se evaluará mediante un análisis cualitativo comparativo, considerando los resultados obtenidos en la campaña realizada entre 5 y 10 días previos a la fase de construcción y aquellos correspondientes a la campaña realizada a los 120 días posteriores al término de la intervención de cada cauce. Se verificará que la condición de la columna de agua y los resultados obtenidos mediante la aplicación del IHF sean comparables a la condición basal y que no se evidencien alteraciones asociadas a las actividades de la intervención de los cauces durante la fase de construcción del Proyecto. El análisis será complementado con registros fotográficos georreferenciados, de tal manera de verificar que no se producen alteraciones por las actividades de construcción.

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y Sedimentos	
Medidas preventivas	Para la intervención de cada cauce se contemplan las siguientes medidas preventivas: • Desvío parcial y temporal de cauce, que permita mantener la conectividad hidráulica del sistema sin alterar el flujo del cauce. • No se intervendrá permanentemente el lecho, ni alteración del caudal del cauce. • En caso de ser necesario, se realizará limpieza del cauce y se realizarán inspecciones mensuales, en especial ante crecidas, para eliminar cualquier obstrucción que obstaculice el cauce, de manera de mantener la conectividad fluvial y continuidad de los ecosistemas. • Se retirarán los residuos del cauce y zona ripariana. • No se verterá ningún contaminante en el cauce. • Ejecución de la intervención en período de estiaje y en época de menor afectación a la biota.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	• **Plazo:** 30 días luego de realizado el monitoreo • **Frecuencia:** mensual hasta finalizado los monitoreos de seguimiento. • **Entrega de informes:** Se entregará un Informe consolidado con todos los monitoreos ejecutados.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente a través de su plataforma web.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-10: Actualización del Plan de Seguimiento de C-CV-CAS-03

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y sedimentos	
Impactos asociados	No aplica. El presente Compromiso Ambiental Voluntario tiene por objeto verificar la calidad de las aguas afloradas que eventualmente sean restituidas a cauces superficiales y su relación con la calidad del respectivo cuerpo receptor. Corresponde a una medida de seguimiento ambiental voluntaria, no asociada a un impacto ambiental significativo evaluado.
CAV asociado(s)	**C-CV-CAS-03:** Monitoreo de la calidad de las aguas restituidas y de los cauces superficiales receptores.

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y sedimentos	
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Calidad del agua y sedimentos
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	El monitoreo se realizará en los puentes donde se produzca afloramiento de aguas durante las actividades de agotamiento de napa y se contemple su restitución a un cauce superficial. En cada sector se considerarán, como mínimo, los siguientes puntos de control: • Un punto de muestreo del agua aflorada tratada, localizado después del sistema de sedimentación y antes de su restitución al cauce. • Un punto de caracterización del cuerpo receptor, localizado aguas arriba del punto de restitución, fuera de la influencia directa de la descarga y representativo de la calidad del cauce receptor al momento del monitoreo. Los puntos potenciales de restitución de aguas afloradas se presentan en la Tabla A. La ubicación efectiva de los puntos de muestreo será identificada mediante coordenadas UTM, Datum WGS84, indicando el huso correspondiente, y será registrada en cada informe de seguimiento. Cuando la disposición se efectúe mediante zanjas de infiltración en un cauce seco, no se realizará descarga a un cauce superficial y se dejará registro de dicha condición, por lo que no resultará aplicable la comparación con un cuerpo receptor superficial.

Tabla A: Puntos potenciales de restitución de aguas afloradas

N°	Punto de descarga	Huso	Este (m)	Norte (m)
1	PD-Cunaco	19S	257.769,00	6.042.724,00
2	PD-Ancoa 1	19S	262.419,56	6.028.139,84
3	PD-Ancoa 2	19S	262.337,47	6.027.902,00
4	PD-Longaví P1	19S	254.437,35	6.012.312,09
5	PD-Longaví P2	19S	254.366,00	6.012.262,00
6	PD-Copihue Oriente	19S	248.621,52	6.002.682,67
7	PD-Copihue Poniente	19S	248.611,82	6.002.689,04
8	PD-Colliguay	19S	247.753,36	5.999.480,60
9	PD-Parral	19S	247.151,69	5.996.599,58

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y sedimentos

10	PD-Ñiquén	19S	245.963,41	5.978.661,50
11	PD-Navotavo	19S	235.710,79	5.965.249,52
12	PD-Lilahue	19S	231.927,80	5.961.220,78
13	PD-Ninquihue	18S	767.082,41	5.958.505,51
14	PD-Menelhue	18S	765.356,27	5.956.118,59
15	PD-Nebuco P1	18S	749.284,00	5.941.244,00
16	PD-Nebuco P2	18S	749.258,00	5.941.223,00

Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo 1-03: Napas Freáticas.

Parámetros o variables de seguimiento

- La caracterización fisicoquímica considerará los parámetros listados en la NCh 1.333 para agua destinada a uso de riego, sin utilizar los límites establecidos en dicha norma como criterio normativo de cumplimiento. Los parámetros serán medidos tanto en el agua aflorada tratada, antes de su restitución, como en el cuerpo receptor superficial. La caracterización considerará, según corresponda, los parámetros incluidos en la referida norma, entre ellos: pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, boro, arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo, fluoruro, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, sodio porcentual, vanadio y zinc. Complementariamente, en cada campaña se registrarán la temperatura y el oxígeno disuelto, el caudal instantáneo o estimado de restitución, el estado del sistema de sedimentación, la fecha y hora del muestreo, las condiciones meteorológicas, la condición hidrológica del cauce y las observaciones de terreno que resulten relevantes para interpretar los resultados.

Límites permitidos o comprometidos

La calidad fisicoquímica del agua aflorada tratada que sea restituida deberá ser igual o mejor que la calidad del cuerpo receptor superficial, considerando la comparación de los resultados obtenidos en muestras tomadas durante una misma jornada y bajo condiciones temporales comparables. Los valores establecidos en la NCh 1.333 no serán utilizados como límites normativos de cumplimiento del compromiso, sino que se empleará el listado de parámetros contenido en dicha norma para efectuar la caracterización solicitada. La restitución al cauce superficial solo podrá iniciarse una vez verificado, mediante

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y sedimentos	
	los correspondientes resultados analíticos, que la calidad del agua aflorada tratada cumple el criterio comprometido.
Duración y frecuencia de la medición	**Duración**: El seguimiento se mantendrá durante todo el período en que se efectúe la restitución de aguas afloradas a un cauce superficial, asociada a las actividades de agotamiento de napa de cada puente. Cada campaña comprenderá el muestreo del agua aflorada tratada y del respectivo cuerpo receptor superficial. **Frecuencia**: Se realizará una caracterización inicial previa al inicio de la restitución al cauce superficial. Posteriormente, se efectuará un monitoreo mensual durante todo el período en que se mantenga la restitución. Cuando la restitución tenga una duración inferior a un mes, se efectuará, como mínimo, la caracterización inicial previa a la descarga. Si la restitución se prolonga por más de un mes, se mantendrá la frecuencia mensual hasta su término.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Las muestras del agua aflorada se obtendrán después de su tratamiento en las piscinas de sedimentación de doble cámara y antes de su restitución al cauce superficial. La muestra del cuerpo receptor se obtendrá en un punto representativo ubicado aguas arriba del punto de restitución y fuera de su influencia directa. Ambos muestreos se realizarán durante una misma jornada y bajo condiciones temporales comparables. La toma de muestras, las mediciones in situ, la preservación, el transporte y la cadena de custodia se ejecutarán de acuerdo con los métodos y normas técnicas aplicables. Las actividades de muestreo, medición y análisis serán realizadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental autorizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, cuando corresponda conforme con la normativa vigente. Los análisis serán efectuados por un laboratorio que cuente con acreditación vigente para los parámetros respectivos. Los informes y datos de seguimiento del componente agua serán presentados de acuerdo con la estructura y los formatos establecidos por la Resolución Exenta SMA N.° 894/2019, incluyendo los datos brutos en las planillas editables requeridas.
Método de verificación	La efectividad del compromiso se verificará mediante una comparación cuantitativa, parámetro por parámetro, entre los resultados obtenidos para el agua aflorada tratada y aquellos registrados contemporáneamente en el cuerpo receptor superficial. La comparación deberá presentar las concentraciones obtenidas, las respectivas unidades, los límites de detección y cuantificación, y la incertidumbre analítica cuando corresponda. El análisis deberá contener una conclusión fundada respecto de si la calidad del agua

Variable ambiental: Alteración de la Calidad del agua y sedimentos	
	restituida resulta igual o mejor que la calidad del cuerpo receptor. Cuando un resultado sea inferior al límite de detección o cuantificación del método analítico, dicha condición deberá quedar expresamente identificada y ser considerada en la interpretación comparativa. Cada informe deberá concluir explícitamente si se cumple el criterio comprometido.
Medidas preventivas	• Previo a la restitución, el agua aflorada será tratada mediante piscinas de sedimentación de doble cámara. La descarga al cauce superficial se realizará de manera controlada y contará con disipadores de energía, con el objeto de evitar procesos erosivos o alteraciones localizadas en el punto de restitución. Si los resultados de la caracterización inicial indican que la calidad del agua aflorada tratada no es igual o mejor que la del cuerpo receptor, no se iniciará su restitución al cauce superficial. En dicho caso, se revisará el sistema de tratamiento, se implementarán las acciones necesarias para mejorar la calidad del agua y se efectuará un nuevo muestreo antes de autorizar la descarga. Si durante el seguimiento mensual se detecta que uno o más parámetros del agua restituida presentan una condición desfavorable respecto del cuerpo receptor, se suspenderá preventivamente la restitución superficial, se verificará el funcionamiento del sistema de sedimentación, se identificarán las causas de la desviación y se implementarán las medidas correctivas correspondientes. La restitución solo podrá reanudarse una vez que una nueva caracterización confirme el cumplimiento del criterio comprometido. Cuando resulte técnicamente procedente y se cumplan las condiciones consideradas en el Proyecto, el agua podrá ser manejada mediante una alternativa que no implique su descarga directa al cauce superficial, como la infiltración mediante zanjas habilitadas en cauces secos.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	• **Plazo:** 30 días luego de realizado el monitoreo • **Frecuencia:** mensual hasta finalizado los monitoreos de seguimiento. • **Entrega de informes:** Se entregará un Informe consolidado con todos los monitoreos ejecutados.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente a través de su plataforma web.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.2 SEGUIMIENTO CAV DE FLORA Y VEGETACIÓN

Tabla 8-11: Actualización Plan de Seguimiento C-CV-FyV-01

<table>
<tr><th colspan="2">Variable ambiental: Afectación a la flora y vegetación.</th></tr>
<tr><td>Impacto asociado</td><td>C-FyV-1.4-1V/C-FyV-1.2-3V: Pérdida de cobertura vegetacional de las unidades Matorral y Matorral arborescente.</td></tr>
<tr><td>CAV asociado</td><td>C-CV-FyV-01: Reposición de vegetación en forma de cortinas arbóreas nativas.</td></tr>
<tr><td>Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento</td><td>Flora y Vegetación</td></tr>
<tr><td>Ubicación de los puntos/zonas de medición y control</td><td>Los sectores donde se deberá realizar la plantación de cortinas arbóreas corresponden a las mismas áreas en donde se intervendrán las unidades mencionadas, pero dentro de la faja fiscal fuera del límite de las obras, corresponde a las áreas aledañas a los puentes intervenidos. Los lugares son los indicados en la siguiente tabla. Se adjunta archivo digital con estas áreas (SHP, KMZ) que se encuentra en el Anexo del Capítulo 4 del EIA.
<table>
<tr><th colspan="2">Coordenadas UTM Datum WGS84 Huso 19S</th><th rowspan="2">Puente/ Estructura</th><th rowspan="2">Sup. Int. (ha)</th><th rowspan="2">Otholobium glandulosum</th><th rowspan="2">Maytenus boaria</th><th rowspan="2">Quillaja saponaria</th><th rowspan="2">Schinus polygamus</th><th rowspan="2">Schinus areira</th></tr>
<tr><th>Este (m)</th><th>Norte (m)</th></tr>
<tr><td>257.815</td><td>6.042.712</td><td>Cunaco Oriente</td><td>0,06</td><td>3</td><td>9</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr>
<tr><td>262.525</td><td>6.028.336</td><td rowspan="3">Ancoa N°1 Oriente</td><td>0,42</td><td>21</td><td>63</td><td>42</td><td>42</td><td>42</td></tr>
<tr><td>262.455</td><td>6.028.127</td><td>0,19</td><td>10</td><td>29</td><td>19</td><td>19</td><td>19</td></tr>
<tr><td>262.429</td><td>6.028.054</td><td>0,07</td><td>4</td><td>11</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>262.405</td><td>6.027.975</td><td rowspan="2">Ancoa N°2 Oriente</td><td>0,18</td><td>9</td><td>27</td><td>18</td><td>18</td><td>18</td></tr>
<tr><td>262.363</td><td>6.027.854</td><td>0,10</td><td>5</td><td>15</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr>
<tr><td>254.306</td><td>6.012.257</td><td>Longaví Oriente</td><td>0,01</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>248.611</td><td>6.002.667</td><td>Copihue Poniente</td><td>0,01</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Variable ambiental: Afectación a la flora y vegetación.

247.792	5.999.450	Colliguay Oriente	0,12	6	18	12	12	12
247.806	5.999.508		0,21	11	32	21	21	21
247.167	5.996.666	Parral Oriente - Poniente	0,11	6	17	11	11	11
247.200	5.996.851		0,19	9	26	17	17	17
247.224	5.996.975		0,06	3	9	6	6	6
247.112	5.996.172		0,34	12	36	24	24	24
247.063	5.996.109		0,28	9	26	17	17	17
246.002	5.978.665	Ñiquén Oriente	0,02	1	3	2	2	2
245.983	5.978.612		0,03	2	5	4	2	2
		Total	**2,40**	**110**	**325**	**218**	**216**	**216**

Fuente: Elaboración propia

Parámetros o variables de seguimiento	Porcentaje de prendimiento de individuos.
Límites permitidos o comprometidos	75% de prendimiento al segundo año de monitoreo.
Duración y frecuencia de la medición	Duración: Un día. Frecuencia: • Primero: Quincenal al primer mes de plantados y luego mensual por seis (6) meses en el primer año. • Segundo: Cada dos (2) meses al segundo año hasta lograr un prendimiento de 75%. Además, previo a la recepción de la Inspección Fiscal, y pasado al menos un período estival, se deberá evaluar el porcentaje de prendimiento de la plantación mediante un censo, según el número de árboles plantados. En caso de que el estado fitosanitario y/o mecánico (calidad y forma) de los ejemplares plantados, arroje un porcentaje de prendimiento inferior al 75%, se deberá repetir la plantación de todos los ejemplares que sean necesarios hasta alcanzar dicho porcentaje.

Variable ambiental: Afectación a la flora y vegetación.	
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Se realizará un registro fotográfico del desarrollo de los individuos, en el que se incluirán datos relevantes respecto a la salud y estado en que se encuentren estos.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Plazo: Durante la Fase de Construcción del Proyecto. Frecuencia: • Cada 15 días durante el primer mes posterior a la plantación. • Mensual desde el segundo mes y durante los primeros 6 meses de plantados del año 1. • Bimestral al año 2.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente a través de su plataforma web.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-12: Actualización Plan de Seguimiento C-CV-FyV-02

Variable ambiental: Afectación a la flora y vegetación	
Impacto asociado	C-FyV-1.2-1V: Pérdida de cobertura vegetacional de cortinas arbóreas.
CAV asociado	C-CV-FyV-02: Reposición de cortinas arbóreas intervenidas.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Flora y Vegetación
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Los sectores donde se deberá realizar la plantación de cortinas arbóreas corresponden a las mismas áreas en donde se intervendrán, pero dentro de la faja fiscal fuera del límite de las obras, corresponde a las áreas aledañas a los puentes intervenidos. Los lugares son los indicados en la siguiente tabla. Se adjunta archivo digital con estas áreas (SHP, KMZ) que se encuentra en el Anexo del Capítulo 4 del EIA.

Variable ambiental: Afectación a la flora y vegetación

Coordenadas UTM Datum WGS84 Huso 19S		Puente/ Estructura	Sup. Int. (ha)	*Otholobium glandulosum*	*Maytenus boaria*	*Quillaja saponaria*	*Schinus polygamus*	*Schinus areira*
Este (m)	Norte (m)							
257.842	6.042.560	Cunaco Oriente	0,23	12	35	23	23	23
248.640	6.002.650	Copihue Poniente	0,02	1	3	2	2	2
231.997	5.961.254	Lilahue Oriente	0,00	1	1	1	1	1
247.189	5.996.524	Parral Oriente - Poniente	0,03	2	5	4	2	2
247.098	5.996.544		0,03	2	5	4	2	2
247.103	5.996.446		0,06	3	9	6	6	6
247.252	5.996.708		0,08	4	12	8	8	8
212.796	5.939.944	Nebuco Oriente	0,05	2	5	4	2	2
		Total	**0,50**	**27**	**75**	**52**	**46**	**46**

Fuente: Elaboración propia

Parámetros o variables de seguimiento	Porcentaje de prendimiento de individuos.
Límites permitidos o comprometidos	75% de prendimiento al quinto año de monitoreo.
Duración y frecuencia de la medición	Duración: Un día. Frecuencia: La actividad de plantación comenzará al término de la etapa de construcción en cada puente y tendrá una duración aproximada de 1 mes. Una vez terminada esta labor en el área definida se iniciará el control y seguimiento.

Variable ambiental: Afectación a la flora y vegetación	
	Se establecerá un seguimiento con un sistema de 2 tipos de monitoreos a fin de tomar medidas correctivas en caso de ser necesario y registrar la evolución de las especies contempladas en esta medida. • Primero: Quincenal al primer mes de plantados y luego mensual por seis (6) meses en el primer año. • Segundo: Cada dos (2) meses al segundo año hasta lograr un prendimiento de 75%.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Se realizará un registro fotográfico del desarrollo de los individuos, en el que se incluirán datos relevantes respecto a la salud y estado en que se encuentren estos.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Plazo: Durante la Fase de Construcción del proyecto. Frecuencia: • Cada 15 días durante el primer mes posterior a la plantación. • Mensual desde el segundo mes y durante los primeros 6 meses de plantados del año 1. • Bimestral al año 2.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia del Medio Ambiente a través de su plataforma web.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.3 SEGUIMIENTO CAV FAUNA TERRESTRE

Tabla 8-13: Actualización Plan de Seguimiento de C-CV-FAU-01

Variable ambiental: Alteración de hábitat para Fauna Terrestre	
Impacto asociado	C-FAU-1-1V/C-FAU-1-3V: Afectación de individuos de fauna amenazada y/o protegida por pérdida o deterioro del hábitat.
CAV asociado(s)	C-CV-FAU-01: Rescate y relocalización de fauna de baja movilidad.

Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Fauna Terrestre
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	La medida será aplicada en las superficies de ambientes ribereños y de ambientes colindantes a los cauces, en los sectores del Proyecto donde se registraron poblaciones de anfibios. En la Tabla A se señalan los puentes y las superficies de los ambientes sujetos al Plan de Recate y Relocalización de Fauna, en los cuales deberá ejecutarse el presente Plan de Seguimiento.

Tabla A: Superficie estimada de ambientes sujetos al Plan de Rescate y Relocalización de Fauna

Puente	An1	An2	Lo	Cop	Ni	Ne	Total
Ambiente	P	Vr, Ca	Ca, Ae	Vr	Ae, Vr	Ca, Ae	
Superficie de ambiente a liberar (ha)	0,3	1,3	3,8	0,2	0,6	5,6	**11,8**

Nota: An1 = Puente Ancoa N°1 Oriente; An2 = Puente Ancoa N°2 Oriente; Lo = Puente Longaví Oriente; Cop = Puente Copihue Oriente y Copihue Poniente; Ni = Puente Ninquihue Poniente; Ne = Puente Nebuco Oriente, Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente; P = Pradera; Vr = Vegetación ribereña; Ae = Arbolado exótico; Ca = Cuerpo de agua.

Fuente: ENVIS, 2026.

En los sitios de relocalización, las zonas de medición corresponderán a las áreas donde se efectuarán las liberaciones de los individuos rescatados desde el área del Proyecto. En estas zonas se verificarán las condiciones del hábitat receptor y se realizará el seguimiento de las poblaciones de anfibios relocalizados, mediante el registro de la riqueza y abundancia de las especies objetivo.

Tabla B: Sitios para la relocalización de anfibios

Sitios de relocalización propuesto	Comuna	Área (ha)	Coordenadas UTM Datum WGS84 Husos 19S y 18S	
			Este (m)	Norte (m)
Río Achibueno Oriente	Longaví	32,1	262.533	6.025.538
Río Achibueno Poniente	Linares	7,5	259.418	6.028.896
Río Perquilauquén Norte	Parral	39,7	251.495	5.982.567

	<table><tr><td>**Río Perquilauquén Sur**</td><td>Parral</td><td>6,6</td><td>251.521</td><td>5.981.648</td></tr><tr><td>**Ñuble Oriente**</td><td>San Carlos</td><td>12,4</td><td>230.251</td><td>5.954.352</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>**Total**</td><td>**98,3**</td><td></td></tr></table> **Fuente**: ENVIS, 2026.
Parámetros a monitorear	Riqueza y abundancia de las especies objetivo de anfibios en los sitios de relocalización, en comparación con los valores de referencia obtenidos durante la evaluación basal del hábitat receptor.
Límites permitidos o comprometidos	En las áreas de rescate, el límite comprometido corresponderá a la verificación de ausencia de individuos de las especies objetivo en las áreas de intervención, previo al inicio de las obras, una vez ejecutadas las actividades de rescate y relocalización correspondientes. En las áreas de relocalización, el límite comprometido corresponderá a la mantención o al aumento de la abundancia de las especies objetivo respecto de los valores de referencia obtenidos durante la evaluación basal del hábitat receptor, previa liberación de los individuos rescatados.
Duración y frecuencia de la medición	En el área del Proyecto, se efectuará una medición por cada puente sujeto a la medida, estimándose una jornada de trabajo por puente para verificar la ausencia de individuos de las especies objetivo. En caso de que el inicio de las obras se retrase 5 o más días desde la liberación del área, esta deberá ser monitoreada nuevamente para verificar que se mantiene la ausencia de individuos. Si se detectan individuos de las especies objetivo, el área deberá ser sometida nuevamente al procedimiento de rescate y relocalización correspondiente, previo al inicio de las obras. En los sitios de relocalización, los monitoreos posteriores a la liberación de individuos se realizarán conforme a los plazos y frecuencia señalados a continuación: **Monitoreos iniciales posteriores a la liberación:** Tras cada tanda de liberaciones, se harán tres (3) monitoreos iniciales, de acuerdo con el siguiente esquema de plazos: • 1° monitoreo: entre 5 y 10 días posteriores a la liberación. • 2° monitoreo: entre 15 y 20 días posteriores a la liberación.

	• 3° monitoreo: entre 25 y 30 días posteriores a la liberación. **Monitoreos de seguimiento:** Posteriormente, se continuará con monitoreos durante tres (3) ciclos anuales, con una frecuencia semestral, correspondiente a una campaña en primavera o verano y otra en otoño. Considerando que la construcción del Proyecto tiene una duración aproximada de 2,5 años, el plan de monitoreo se iniciará durante la fase de construcción y se extenderá hasta completar los tres ciclos anuales de seguimiento posteriores a la liberación de los individuos, concluyendo al inicio de la fase de operación.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	En el área del Proyecto, antes del inicio de las obras, se recorrerán las áreas donde previamente se efectuaron las capturas de anfibios, con el fin de verificar la ausencia de individuos de las especies objetivo. En caso de detectarse ejemplares, el inicio de la construcción deberá suspenderse hasta que estos sean rescatados conforme al procedimiento establecido y el área sea declarada formalmente como liberada. En los sitios de relocalización, se replicarán los transectos efectuados durante las actividades de liberación de individuos, procurando abarcar las áreas donde se efectuaron dichas liberaciones. La toma de datos consistirá en el registro de la riqueza y abundancia de las especies objetivo mediante la técnica de encuentros visuales, complementada con la inspección de refugios y el registro de los ejemplares que se encuentren ocultos. Los resultados obtenidos en cada monitoreo serán comparados con los valores de referencia establecidos en la evaluación basal del hábitat receptor, debiendo aplicarse un esfuerzo de muestreo equivalente y ejecutar las campañas bajo condiciones climáticas similares.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	**Plazo:** El informe correspondiente a cada campaña de monitoreo deberá ser entregado dentro de los 15 días corridos posteriores al desarrollo del monitoreo. **Frecuencia:** Se entregará un informe por cada campaña de monitoreo. Como medio de verificación, los informes incluirán las fotografías de las actividades realizadas y los archivos digitales georreferenciados (kmz o shapefile) que se recopilen durante cada actividad.

Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y SAG a través de sus respectivas plataformas web

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.4 SEGUIMIENTO DE MEDIDAS DE ECOSISTEMAS (HUMEDALES)

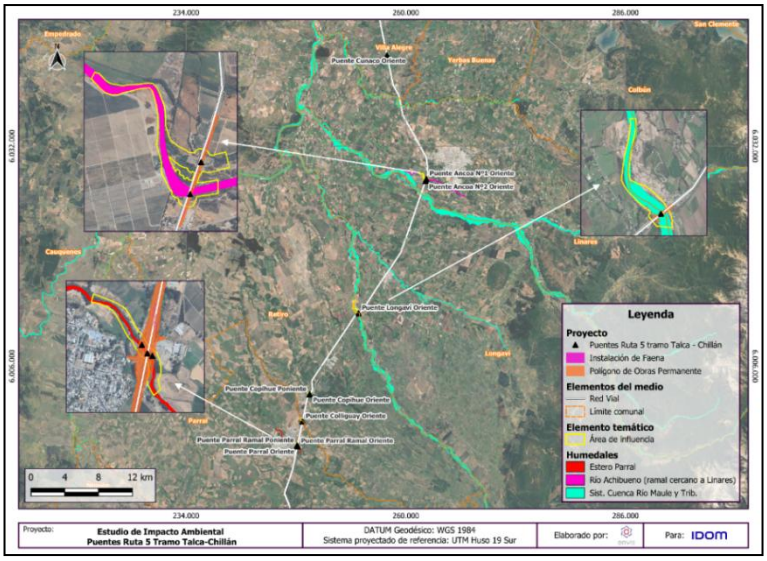
Tabla 8-14: Plan de Seguimiento de C-CV-ECO-03

Variable ambiental: Ecosistema Humedal	
Impacto asociado	• **C-ECO-01:** Pérdida de OP Suelo por construcción de obras. • **C-ECO-02:** Deterioro OP Calidad Agua y Sedimentos por construcción de obras. • **C-ECO-04:** Pérdida de OP Biota (Flora y Fauna). • **C-ECO-06:** Deterioro OP Ecosistemas (flujos e interacciones).
CAV asociado(s)	**C-CV-ECO-03**: Monitoreo ecosistémico de humedales de interés.
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Ecosistema Humedal
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	El monitoreo se realizará en los cinco humedales de interés presentes en el Área de Influencia del Proyecto: • **HPU 07-16**, río Achibueno, asociado a los puentes Ancoa N°1 Oriente y Ancoa N°2 Oriente. • **HUR-07-03**, río Longaví, asociado al puente Longaví Oriente. • **HUR-07-12**, estero Parral, asociado a los puentes Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente. • **HUR-16-16**, estero Navotavo, asociado al puente Navotavo Oriente. • **HUR-16-33**, río Chillán, asociado a los puentes Nebuco Oriente, Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente.

Variable ambiental: Ecosistema Humedal

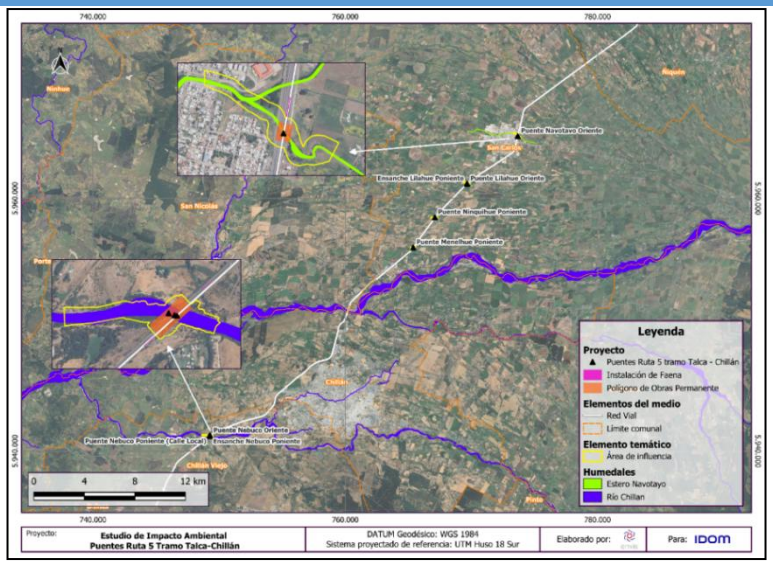
A continuación, se presentan los humedales considerados para la implementación del programa de monitoreo ecosistémico:

Figura A: Humedales río Achibueno, estero Parral y río Longaví



Fuente: ENVIS, 2026.

Figura B: Humedales estero Navotavo y río Chillán

Variable ambiental: Ecosistema Humedal	
	 **Fuente:** ENVIS, 2026.
Parámetros a monitorear	**Calidad de agua:** parámetros fisicoquímicos de calidad de las aguas superficiales asociadas a los humedales. **Suelo:** se evaluarán las siguientes variables: – Rasgos diagnósticos asociados a condiciones de hidromorfía (horizontes gley, rasgos redoximórficos, matrices de bajo croma y estratificación de materia orgánica, entre otros cuando corresponda). – Condición hídrica. – Integridad física. – Estabilidad. – Recuperación funcional. **Flora y Vegetación:** se evaluarán las siguientes variables: – Cobertura vegetal de especies hidrófitas y helófitas. – Cobertura y densidad de especies higrófitas. – Riqueza de especies.

Variable ambiental: Ecosistema Humedal	
	– Especies dominantes. – Forma de vida. – Preferencias de microhábitat. – Sensibilidades de las especies registradas. **Fauna Terrestre:** se evaluarán las siguientes variables: – Disponibilidad de hábitat. – Riqueza de especies. – Abundancia. – Sensibilidades registradas. **Biota Acuática:** se evaluarán las siguientes variables: – Disponibilidad de hábitat. – Riqueza de especies. – Abundancia. – Sensibilidades registradas. Como complemento a los monitoreos de terreno, una (1) vez al año se realizarán análisis mediante imágenes satelitales, orientados a evaluar la evolución espacial de los humedales y su entorno. **Escala de paisaje:** se analizarán las siguientes métricas de paisaje: – Fragmentación del paisaje. – Conectividad estructural potencial. Este análisis permitirá comparar la configuración espacial observada durante los distintos años de seguimiento y determinar si se mantienen las condiciones generales de conectividad y estructura del paisaje respecto de la condición basal. Adicionalmente, se realizará el análisis de índices de humedad superficial mediante NDWI. Esto permitirá evaluar la evolución espacial y temporal de las condiciones de humedad del área de estudio y complementar la información obtenida mediante las campañas de terreno.

Variable ambiental: Ecosistema Humedal	
Límites permitidos o comprometidos	Los umbrales de referencia corresponderán a los resultados obtenidos en la medición basal realizada antes del inicio de la Fase de Construcción, considerada como año 0. La condición esperada corresponde a una tendencia de recuperación posterior a la construcción, hasta alcanzar valores iguales o similares a los registrados durante el estado basal, considerando también las áreas utilizadas como referencia (testigo) y la estacionalidad. Para resultados cuantitativos, el CAV establece como resultado similar aquel que presente una diferencia no mayor al 10% respecto del valor basal del año 0.
Duración y frecuencia de la medición	**Duración:** • Una (1) campaña de medición basal, a realizar antes del inicio de la Fase de Construcción. • Campañas de seguimiento durante tres años de la Fase de Operación, iniciándose tres meses después de finalizada la construcción correspondiente a cada puente. **Frecuencia:** • La medición basal se realizará una (1) vez, previo al inicio de la Fase de Construcción. • Durante la Fase de Operación, se realizarán cuatro campañas de monitoreo al año, distribuidas estacionalmente durante tres años, totalizando 12 campañas de seguimiento posteriores a la medición basal. • Una (1) vez al año, al finalizar cada año de seguimiento, se realizarán los respectivos análisis espaciales mediante el uso de imágenes satelitales.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Los monitoreos se realizarán in situ para calidad de agua, suelo, flora y vegetación, fauna vertebrada y biota acuática, complementados con un diagnóstico general de las condiciones del cauce y su ribera. Para las variables de suelo, flora y vegetación se realizará inspección y caracterización en terreno. Para fauna vertebrada y biota acuática se realizarán registros de riqueza, abundancia, disponibilidad de hábitat y sensibilidades. Complementariamente, se realizará un análisis multitemporal mediante imágenes satelitales Sentinel y/o Landsat, sujeto a

Variable ambiental: Ecosistema Humedal	
	disponibilidad de escenas con baja nubosidad. Se calculará el Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI) para caracterizar las condiciones de humedad superficial y su dinámica espacio-temporal.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	**Plazo:** Los Informes Anuales Consolidados serán elaborados y reportados anualmente a la SMA, durante los tres años de ejecución del programa, incorporando los resultados de las campañas estacionales realizadas durante el respectivo año de seguimiento. **Frecuencia:** Se elaborará y reportará un (1) Informe Anual Consolidado por año, totalizando tres informes durante el período de seguimiento.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) a través de su plataforma web.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.5 SEGUIMIENTO CAV RUIDO

Tabla 8-15: Plan de Seguimiento de C-CV-RUI-03

Variable Ambiental: Ruido	
Impacto ambiental asociado	C-RUI-01: alteración en los niveles de ruido en puntos sensibles para la población
CAV asociado	C-CV-RUI-03: Implementación monitoreo de ruido
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Ruido
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Se identificaron 38 receptores sensibles aledaños al Proyecto. La descripción de estos receptores y las coordenadas referenciales de su lugar de monitoreo se presentan en la siguiente tabla:

Variable Ambiental: Ruido

Receptor	Coordenadas UTM Datum WGS84 Husos 19S y 18S		Descripción	Puente/ Estructura	Distancia [m]	Homologación a zona del D.S. N°38/11 del MMA
CN-1	257.815	6.042.885	Comercial (Hostería)	Cunaco Oriente	140	Zona Rural
CN-2	257.658	6.042.527	Vivienda		223	Zona Rural
CN-3	257.812	6.042.971	Vivienda		239	Zona Rural
AC1-1	262.348	6.028.200	Predio Agrícola	Ancoa N°1 Oriente	92	Zona Rural
AC2-1	262.148	6.027.960	Industria	Ancoa N°2 Oriente	200	Zona Rural
AC2-2	262.343	6.027.739	Industria/Hábitat Relevante de Fauna		135	Zona Rural
LG-1	254.621	6.012.198	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Longaví Oriente	175	Zona Rural
LG-2	254.626	6.012.345	Vivienda		77	Zona Rural
LG-3	254.522	6.012.398	Vivienda		40	Zona Rural
LG-4	254.295	6.012.122	Vivienda		70	Zona Rural
CP-1	248.585	6.002.834	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Copihue Oriente y Copihue Poniente	165	Zona Rural
CP-2	248.640	6.002.908	Comercial		232	Zona Rural
CP-3	248.519	6.002.429	Predio Agrícola		263	Zona Rural
CLL-1	247.921	5.999.009	Agrícola/Industrial	Colliguay Oriente	478	Zona Rural
CLL-2	247.747	5.999.788	Agrícola/Industrial		300	Zona Rural
PR-1	247.231	5.996.616	Industrial	Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Poniente	67	Zona III
PR-2	247.147	5.996.684	Comercial		92	Zona II

Variable Ambiental: Ruido

PR-3	247.111	5.996.488	Comercial		97	Zona II
ÑI-1	245.726	5.978.897	Vivienda	Ñiquén Oriente	363	Zona Rural
ÑI-2	245.978	5.978.559	Agrícola/Hábitat Relevante de Fauna		79	Zona Rural
ÑI-3	246.302	5.978.120	Vivienda		610	Zona Rural
NV-1	235.658	5.965.201	Vivienda	Navotavo Oriente	60	Zona II
NV-2	235.625	5.965.243	Vivienda		71	Zona II
NV-3	235.727	5.965.106	Industrial/Comercial		84	Zona II
LL-1	231.997	5.961.185	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Lilahue Oriente y Ensanche Lilahue Poniente	44	Zona II
LL-2	231.983	5.961.142	Vivienda		71	Zona II
LL-3	231.921	5.961.132	Vivienda		78	Zona II
LL-4	231.902	5.961.560	Comercial		352	Zona II
NQ-1	767.102	5.958.404	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Ninquihue Poniente	86	Zona II
NQ-2	767.149	5.958.676	Agrícola		181	Zona II
NQ-3	766.986	5.958.421	Industrial/Oficina		150	Zona II
MN-1	765.287	5.956.210	Agrícola	Menelhue Poniente	138	Zona Rural
MN-2	765.425	5.956.096	Industrial		39	Zona Rural
MN-3	765.565	5.956.102	Agrícola		175	Zona Rural
NB-1	749.229	5.940.984	Vivienda	Nebuco Oriente	192	Zona III
NB-2	749.323	5.941.032	Vivienda		162	Zona III

Variable Ambiental: Ruido	
	<table><tr><td>NB-3</td><td>749.379</td><td>5.941.041</td><td>Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna</td><td rowspan="2">Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente</td><td>187</td><td>Zona III</td></tr><tr><td>NB-4</td><td>749.487</td><td>5.941.618</td><td>Vivienda</td><td>396</td><td>Zona III</td></tr></table> Fuente: Anexo 4-2 Evaluación de Impacto Acústico del EIA
Parámetros o variables de seguimiento	NPC y descriptores requeridos por el D.S. N°38/2011; condiciones de operación; maquinaria activa; condiciones meteorológicas; niveles asociados al tránsito conforme al criterio definido.
Límites permitidos o comprometidos	Cumplimiento de límites aplicables según zonificación del D.S. N°38/2011 y criterios FTA comprometidos.
Duración y frecuencia de la medición	Monitoreo mensual, durante el período diurno, desde el inicio de actividades cercanas a cada receptor hasta su término.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Medición con equipos calibrados conforme al D.S. N°38/2011; cuando no sea posible medir representativamente o acceder al receptor, proyección conforme a ISO 9613 en los términos comprometidos. Acciones ante desviaciones: Revisar fuentes y simultaneidad de equipos; reforzar barreras y controles; restringir actividades; repetir medición de verificación; documentar medidas y resultados.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe mensual con fichas, fotografías, certificados de calibración, condiciones de medición, actividades observadas y evaluación de cumplimiento. Envío a la SMA 20 días hábiles después de finalizadas las mediciones.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.6 SEGUIMIENTO CAV VIBRACIONES

Tabla 8-16: Plan de Seguimiento de C-CV-VIB-01

<table>
<tr><th colspan="7">Variable Ambiental: Vibraciones</th></tr>
<tr><td>Impacto ambiental asociado</td><td colspan="6">C-VIB-01: alteración en los niveles de vibración</td></tr>
<tr><td>CAV asociado</td><td colspan="6">C-CV-VIB-01: Implementación monitoreo de vibraciones</td></tr>
<tr><td>Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento</td><td colspan="6">Vibraciones</td></tr>
<tr><td>Ubicación de los puntos/zonas de medición y control</td><td colspan="6">Receptores sensibles próximos a frentes activos.
Se identificaron 38 receptores sensibles aledaños al Proyecto. La descripción de estos receptores sensibles y las coordenadas referenciales a los puntos donde se efectuará el monitoreo se presentan en la siguiente tabla:
<table>
<tr><th>Receptor</th><th colspan="2">Coordenadas UTM Datum WGS84 Husos 19S y 18S</th><th>Descripción</th><th>Puente/Estructura Asociada</th><th>Distancia [m]</th></tr>
<tr><td>CN-1</td><td>257.815</td><td>6.042.885</td><td>Comercial (Hostería)</td><td rowspan="3">Cunaco Oriente</td><td>140</td></tr>
<tr><td>CN-2</td><td>257.658</td><td>6.042.527</td><td>Vivienda</td><td>223</td></tr>
<tr><td>CN-3</td><td>257.812</td><td>6.042.971</td><td>Vivienda</td><td>239</td></tr>
<tr><td>AC1-1</td><td>262.348</td><td>6.028.200</td><td>Predio Agrícola</td><td>Ancoa N°1 Oriente</td><td>92</td></tr>
<tr><td>AC2-1</td><td>262.148</td><td>6.027.960</td><td>Industria</td><td rowspan="2">Ancoa N°2 Oriente</td><td>200</td></tr>
<tr><td>AC2-2</td><td>262.343</td><td>6.027.739</td><td>Industria/Hábitat Relevante de Fauna</td><td>135</td></tr>
<tr><td>LG-1</td><td>254.621</td><td>6.012.198</td><td>Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna</td><td rowspan="4">Longaví Oriente</td><td>175</td></tr>
<tr><td>LG-2</td><td>254.626</td><td>6.012.345</td><td>Vivienda</td><td>77</td></tr>
<tr><td>LG-3</td><td>254.522</td><td>6.012.398</td><td>Vivienda</td><td>40</td></tr>
<tr><td>LG-4</td><td>254.295</td><td>6.012.122</td><td>Vivienda</td><td>70</td></tr>
<tr><td>CP-1</td><td>248.585</td><td>6.002.834</td><td>Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna</td><td rowspan="3">Copihue Oriente y Poniente</td><td>165</td></tr>
<tr><td>CP-2</td><td>248.640</td><td>6.002.908</td><td>Comercial</td><td>232</td></tr>
<tr><td>CP-3</td><td>248.519</td><td>6.002.429</td><td>Predio Agrícola</td><td>263</td></tr>
<tr><td>CLL-1</td><td>247.921</td><td>5.999.009</td><td>Agrícola/Industrial</td><td rowspan="2">Colliguay Oriente</td><td>478</td></tr>
<tr><td>CLL-2</td><td>247.747</td><td>5.999.788</td><td>Agrícola/Industrial</td><td>300</td></tr>
<tr><td>PR-1</td><td>247.231</td><td>5.996.616</td><td>Industrial</td><td rowspan="2"></td><td>67</td></tr>
<tr><td>PR-2</td><td>247.147</td><td>5.996.684</td><td>Comercial</td><td>92</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Variable Ambiental: Vibraciones						
	PR-3	247.111	5.996.488	Comercial	Parral Oriente y Parral Ramal Oriente y Poniente	97
	ÑI-1	245.726	5.978.897	Vivienda	Ñiquén Oriente	363
	ÑI-2	245.978	5.978.559	Agrícola/Hábitat Relevante de Fauna		79
	ÑI-3	246.302	5.978.120	Vivienda		610
	NV-1	235.658	5.965.201	Vivienda	Navotavo Oriente	60
	NV-2	235.625	5.965.243	Vivienda		71
	NV-3	235.727	5.965.106	Industrial/Comercial		84
	LL-1	231.997	5.961.185	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Lilahue Oriente y Ensanche Lilahue Poniente	44
	LL-2	231.983	5.961.142	Vivienda		71
	LL-3	231.921	5.961.132	Vivienda		78
	LL-4	231.902	5.961.560	Comercial		352
	NQ-1	767.102	5.958.404	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Ninquihue Poniente	86
	NQ-2	767.149	5.958.676	Agrícola		181
	NQ-3	766.986	5.958.421	Industrial/Oficina		150
	MN-1	765.287	5.956.210	Agrícola	Menelhue Poniente	138
	MN-2	765.425	5.956.096	Industrial		39
	MN-3	765.565	5.956.102	Agrícola		175
	NB-1	749.229	5.940.984	Vivienda	Nebuco Oriente	192
	NB-2	749.323	5.941.032	Vivienda		162
	NB-3	749.379	5.941.041	Vivienda/Hábitat Relevante de Fauna	Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente	187
	NB-4	749.487	5.941.618	Vivienda		396
	Fuente: Anexo 4-4 Estimación de Vibraciones del EIA					
Parámetros o variables de seguimiento	Nivel de vibración; fuente/actividad; distancia; condiciones del terreno; condiciones meteorológicas; equipos en operación.					
Límites permitidos o comprometidos	Cumplimiento de los niveles de referencia FTA (2018) comprometidos para criterio estructural y de molestias.					
Duración y frecuencia de la medición	Monitoreo mensual durante actividades de demolición, excavación y hormigonado próximas a receptores, hasta el término de dichas actividades; período diurno.					
Método o procedimiento	Medición instrumental con equipos calibrados y certificados vigentes, conforme a la metodología FTA (2018).					

Variable Ambiental: Vibraciones	
de medición de cada parámetro	Acciones ante desviaciones: Identificar actividad causante; restringir o detener la fuente; revisar método constructivo; implementar controles; repetir medición y documentar la reanudación.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe mensual con resultados, fichas, fotografías, certificados de calibración, actividades y evaluación de cumplimiento. Envío a la SMA 20 días hábiles después de las mediciones.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y Subsecretaría de Salud Pública

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-17: Plan de Seguimiento de C-CV-VIB-02

Variable Ambiental: Vibraciones	
Impacto ambiental asociado	C-VIB-01: alteración en los niveles de vibración
CAV asociado	C-CV-VIB-02: Inspección estructural y monitoreo de vibraciones en ex puente Longaví Oriente
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Vibraciones
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Ex puente Longaví Oriente y puntos representativos de la estructura o sectores próximos al frente de demolición.
Parámetros o variables de seguimiento	Fisuras, deformaciones, desprendimientos, asentamientos, socavaciones y otras patologías visibles; niveles de vibración; actividad ejecutada; hora y ubicación.
Límites permitidos o comprometidos	Ausencia de nuevas alteraciones atribuibles a las faenas y cumplimiento de los umbrales de control que defina el especialista antes de iniciar las actividades críticas.
Duración y frecuencia de la medición	Inspección basal previa; monitoreo instrumental e inspecciones visuales durante toda actividad crítica; inspección comparativa final.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para verificar que las actividades críticas de demolición no generen daños estructurales observables atribuibles a vibraciones se realizará:

Variable Ambiental: Vibraciones	
	Levantamiento visual y fotográfico georreferenciado; instrumentación de vibraciones; comparación antes/durante/después a cargo de personal competente. Acciones ante desviaciones: Detención preventiva; evaluación por especialista estructural; definición e implementación de acciones correctivas; repetición de inspección/medición antes de reanudar.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe mensual, el cual contendrá: registro basal; bases de monitoreo; fichas de inspección; registro de detenciones; evaluación del especialista.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.7 SEGUIMIENTO CAV HIDROLOGÍA

Tabla 8-18: Plan de Seguimiento de C-CV-HID-01

Variable Ambiental: Hidrología	
Impacto ambiental asociado	C-HID-01: alteración de la estructura de los cauces naturales
CAV asociado	C-CV-HID-01: Monitoreo visual sobre obras y acciones para evitar inundaciones durante el encauzamiento temporal
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Hidrología
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Todos los cauces con desvío temporal hasta 200 metros aguas arriba y aguas abajo del inicio y fin del desvío. La medida se implementará en todos los lugares en que se emplazaran obras que conlleven el desvío temporal de cauces. La siguiente tabla presenta los cauces que serán intervenidos y el puente asociado.

Cauce	Puente/Estructura asociada
Estero Tornicura	Cunaco Oriente
Río Achibueno	Ancoa N°1 Oriente
	Ancoa N°2 Oriente
Río Longaví	Longaví Oriente
Estero Membrillo	Copihue Poniente
	Copihue Oriente

Variable Ambiental: Hidrología	
	Estero Colliguay – Colliguay Oriente **Estero Parral** – Parral Oriente; Parral Ramal Oriente; Parral Ramal Poniente **Río Ñiquén** – Ñiquén Oriente **Estero Navotavo** – Navotavo Oriente **Estero Carbonero** – Lilahue Oriente; Ensanche Lilahue Poniente **Estero Lirutao** – Ninquihue Poniente **Estero Rauco** – Menelhue Poniente **Río Chillán** – Nebuco Oriente; Nebuco Poniente; Ensanche Nebuco Poniente Fuente: Elaboración propia.
Parámetros o variables de seguimiento	Pronóstico y registro de precipitación; isoterma cero; precipitación máxima en 24 h; caudales instantáneos; estado de obras de contención; señales de erosión o desborde.
Límites permitidos o comprometidos	Activación de alerta cuando la precipitación alcance o supere el umbral T=2 definido por cauce en el Plan de Alerta; ausencia de erosión, inundación o afectación no prevista.
Duración y frecuencia de la medición	Vigilancia permanente de plataformas; reportes diarios; monitoreo durante todo el período de encauzamiento temporal.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para verificar que el funcionamiento de las medidas de contención y detectar condiciones que puedan producir erosión ribereña, inundaciones o afectación a terceros se realizará a una revisión de plataformas meteorológicas y DGA; contrastando dicha información con valores de referencia del Plan de Alerta; Se realizará una inspección visual de obras y riberas; y registro de alertas. Acciones ante desviaciones: Activar protocolo del Plan de Alerta; reforzar contención; retirar equipos/personas de zonas expuestas; suspender actividades; inspeccionar daños y ejecutar correcciones antes de reanudar.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Reportes diarios internos y un informe mensual a la SMA, con registros, alertas, inspecciones y acciones ejecutadas.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), DOH, DGA

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.8 SEGUIMIENTO CAV HIDROGEOLOGÍA

Tabla 8-19: Plan de Seguimiento de C-CV-HIG-01

Variable Ambiental: Hidrogeología	
Impacto ambiental asociado	C-HIG-01: alteración de niveles freáticos
CAV asociado	C-CV-HIG-01: Actualización y Validación del Modelo Hidrogeológico mediante Incorporación de Datos previo a la construcción
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Hidrogeología
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	La actualización se realizará para los puentes: • Cunaco Oriente, • Ancoa Oriente N°1, • Ancoa Oriente N°2, • Longaví Oriente, • Copihue Poniente, • Copihue Oriente, • Colliguay Oriente, • Parral Ramal Oriente, • Parral Oriente, • Parral Ramal Poniente, • Ñiquén Oriente, • Navotavo Oriente, • Lilahue Oriente, • Ensanche Lilahue Poniente, • Ninquihue Poniente, • Menelhue Poniente, • Nebuco Oriente, • Nebuco Poniente calle local y • Ensanche Nebuco Poniente.
Parámetros o variables de seguimiento	Niveles freáticos; piezometría; antecedentes de explotación; variables hidrometeorológicas; condiciones de recarga; parámetros del modelo; diferencias observado/modelado.
Límites permitidos o comprometidos	Modelo actualizado que incorpore la totalidad de la información generada y permita evaluar la consistencia de las predicciones originales. Los criterios cuantitativos de ajuste deben quedar definidos en el informe técnico.

Variable Ambiental: Hidrogeología	
Duración y frecuencia de la medición	Se realizará por única vez, 6 meses antes del inicio de obras que puedan interactuar con el sistema hidrogeológico.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para reducir las incertidumbres y validar los supuestos, parámetros y predicciones del modelo hidrogeológico con información representativa previa a las obras, se realizará una actualización del modelo conceptual; recalibración y ejecución del modelo numérico cuando corresponda; comparando los resultados. Acciones ante desviaciones: Revisar parámetros y supuestos; recalibrar; ampliar antecedentes o monitoreo si la información no es representativa; ajustar medidas de gestión antes de iniciar obras con interacción hidrogeológica.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	4 meses antes del inicio de las obras de agotamiento de napas. El informe contendrá: Base de datos; archivos del modelo; informe de actualización y validación.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y DGA

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.9 SEGUIMIENTO CAV SUELO

Tabla 8-20: Plan de Seguimiento de C-CV-SER-01

Variable Ambiental: Suelo	
Impacto ambiental asociado	C-SER-01, C-SER-02 y C-SER-03: aumento de erosión en unidades de suelo
CAV asociado	C-CV-SER-01: Monitoreo visual de zonas ribereñas
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Suelo: erosión.
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Hasta 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo de cada intervención, en todos los cauces del Proyecto.

Variable Ambiental: Suelo

En todos los cauces intervenidos por el proyecto, tanto en aquellos que contemplan defensas fluviales como en aquellos que consideran únicamente manejo de cauce temporal. En la siguiente tabla se indica el cauce intervenido y el puente asociado.

Cauce	Puente asociado	N° Vanos
Estero Tornicura	Cunaco Oriente	1
Río Achibueno	Ancoa N°1 Oriente	3
	Ancoa N°2 Oriente	3
Río Longaví	Longaví Oriente	9
Estero Membrillo	Copihue Poniente	1
	Copihue Oriente	1
Estero Colliguay	Colliguay Oriente	1
Estero Parral	Parral Oriente	1
	Parral Ramal Oriente	1
	Parral Ramal Poniente	1
Río Ñiquén	Ñiquén Oriente	1
Estero Navotavo	Navotavo Oriente	1
Estero Carbonero	Lilahue Oriente	1
	Ensanche Lilahue Poniente	1
Estero Lirutao	Ninquihue Poniente	1
Estero Rauco	Menelhue Poniente	1
Río Chillán	Nebuco Oriente	4
	Nebuco Poniente Calle Local	4
	Ensanche Nebuco Poniente	4

Fuente: Elaboración propia.

Parámetros o variables de seguimiento	Estabilidad de márgenes; retrocesos; socavaciones; procesos erosivos activos; integridad de defensas; perfil y régimen de escurrimiento; registro fotográfico comparativo.
Límites permitidos o comprometidos	Ausencia de procesos erosivos no previstos; estabilidad de bordes y defensas; restitución del perfil del cauce.
Duración y frecuencia de la medición	Inspección previa; semanal durante obras hidráulicas; dentro de 5 días posteriores a la restitución; a 30, 60 y 90 días; y después del primer invierno completo cuando corresponda.

Variable Ambiental: Suelo	
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para verificar que las obras de manejo de cauce y defensas no generen erosión no prevista y que se restituya el cauce y la estabilidad de los taludes se realizará una inspección visual sistemática; ficha georreferenciada; fotografía comparativa; cartografía de control; evaluación técnica de indicadores de erosión. Acciones ante desviaciones: Estabilizar márgenes; reparar defensas; restituir perfil; controlar escorrentía y erosión; aumentar frecuencia de inspección; mantener seguimiento hasta cierre técnico
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe consolidado por puente a los 20 días de haber realizado la inspección, con fichas, fotografías, cartografía, evaluación y acciones; remisión conforme a la RCA/ficha final.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y SAG

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8-21: Plan de Seguimiento de C-CV-SFQB-01

Variable Ambiental: Suelo	
Impacto ambiental asociado	C-SFQ-03 y C-SQB-01: pérdida de propiedades físico-químicas, y biológicas del suelo en UHS6
CAV asociado	C-CV-SFQB-01: Monitoreo y verificación de restitución y estabilidad edáfica en UHS6
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Suelo: propiedades físico-químicas, y biológicas
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	El monitoreo se realizará en aquellos puentes que presenten suelos hídrico (UHS6) con alguna intervención, los cuales se presentan a continuación: • Cunaco Oriente • Copihue Oriente • Copihue Poniente • Colliguay Oriente • Parral Oriente • Parral Ramal Oriente • Parral Ramal Poniente

Variable Ambiental: Suelo	
	• Ñiquén Oriente • Menelhue Poniente • Nebuco Oriente • Nebuco Poniente Calle Local • Ensanche Nebuco Poniente
Parámetros o variables de seguimiento	Profundidad; estructura; consistencia; textura; rasgos hidromórficos; pH; materia orgánica; CE; RAS; alcalinidad; agua aprovechable; capacidad de campo; PMP; densidad aparente; pedregosidad; cobertura vegetal; erosión; continuidad ribereña.
Límites permitidos o comprometidos	Mantención de rasgos de hidromorfía y cobertura vegetal igual o superior a 75% en áreas temporalmente intervenidas.
Duración y frecuencia de la medición	Inspección técnica y de cobertura; inspección posterior al primer invierno completo; una calicata por puente luego del primer invierno y una vez finalizados los CAV de flora; inspección anual durante los primeros 2 años.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para verificar la recuperación de estabilidad física, funcionalidad edáfica, cobertura vegetal, rasgos de suelo hídrico y capacidad de sustentar biodiversidad, se realizará una descripción físico-morfológica de calicata y comparación con Línea de Base; análisis de parámetros; cuadrantes de cobertura; fichas, fotografías y cartografía. Acciones ante desviaciones: Rehabilitar suelo; corregir compactación/erosión; reforzar revegetación; reponer cobertura; ampliar seguimiento; definir medidas específicas según la variable que no cumpla.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe técnico consolidado a la SMA con registro comparativo, fichas, cartografía y conclusión por puente a los 20 días de realizar las mediciones.
Organismo destinatario de informes	Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), SBAP y SAG

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.10 SEGUIMIENTO CAV MEDIO HUMANO

Tabla 8-22: Plan de Seguimiento de C-CV-HUM-10

Variable Ambiental: Medio Humano	
Impacto ambiental asociado	C-MHU-02-03: Reasentamiento por expropiación Lote 414-E
CAV asociado	C-CV-MHU-10: Plan de Reasentamiento
Componente(s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Medio Humano
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	Lote 414-E, sector acceso a Parral, y nuevo lugar de residencia del hogar relocalizado.
Parámetros o variables de seguimiento	Firma Convenio Beneficiarios - Sociedad Concesionaria – Ministerio de Obras Públicas. Gestión para apertura de Libreta de Ahorro de Vivienda en Banco Estado para grupos Beneficiarios. Gestión para inscripción y registro de Beneficiarios en Registro Social de Hogares en la Municipalidad de Parral. Entrega de antecedentes a Beneficiarios sobre las alternativas de Subsidio Habitacional y selección de nueva propiedad. Gestión, avance y seguimiento en postulación a Subsidio Habitacional. Gestión ante organismos públicos para efectos del proceso de Reasentamiento (Municipio, GORE, SEREMI de Vivienda, etc.). Gestión y seguimiento ante representantes de comunidades receptoras para efectos del proceso de Relocalización. Gestión y seguimiento para efectos del proceso de Traslado. Gestión y seguimiento para efectos del proceso de Relocalización de actividades productivas; entrega de antecedentes a Beneficiarios sobre las alternativas para la selección de nuevas propiedades y adaptación a nuevos mercados y polos productivos. Entrega de informes de título para la adquisición de la vivienda por parte del titular al beneficiario.

Variable Ambiental: Medio Humano	
	Registro de inscripción de la propiedad en el conservador de bienes raíces.
Límites permitidos o comprometidos	No Aplica
Duración y frecuencia de la medición	Durante todo el período en que se desarrolla la medida y posterior monitoreo. 12 meses de implementación y la diferencia será de seguimiento.
Método o procedimiento de medición de cada parámetro	Para cada hogar se generará una ficha de registro donde se consignarán los avances del programa.
Plazo y frecuencia de entrega de informes	Informe Mensual de avance que contendrá al menos: Entrega de resultados de gestión y seguimiento - Sub Plan Residencial. Entrega de resultados de gestión y seguimiento - Sub Plan Productivo. Entrega de resultados de gestión y seguimiento - Sub Plan de Traslado. Entrega de resultados de gestión y seguimiento – Sub Plan de Desarrollo Social. Entrega de resultados de gestión y seguimiento – Plan de Integración en Sitio de Acogida.
Organismo destinatario de informes	El cual será entregado al Ministerio de Obras Públicas y posteriormente a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Fuente: Elaboración Propia.

8.1.3. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA OTRAS VARIABLES AMBIENTALES RELEVANTES

8.1.3.1 SEGUIMIENTO BIOTA ACUÁTICA

En el marco de las medidas establecidas para la protección de los recursos hidrobiológicos durante la ejecución de las obras del Proyecto, se establece el siguiente Plan de

Seguimiento asociado al Plan de Manejo: Rescate y Relocalización de Fauna Acuática presentado en el Anexo 5-01 de la Adenda Complementaria.

El seguimiento tiene por objetivo verificar la evolución de las poblaciones de fauna acuática en categoría de conservación que pudieran verse afectados por la ejecución de las obras del Proyecto, posterior a la ejecución de las actividades de rescate y relocalización, mediante la comparación de los resultados obtenidos con la condición basal registrada en la Línea de Base de Biota Acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA).

El Plan de Manejo contempla el rescate y relocalización de fauna íctica nativa y macroinvertebrados bentónicos en categoría de conservación, incluyendo las especies registradas en la Línea de Base de Biota Acuática. Entre ellas se encuentran *Brachygalaxias bullocki*, *Percichthys trucha*, *Trichomycterus areolatus*, *Basilichthys australis*, *Cheirodon galusdae*, *Percilia gillissi*, *Samastacus spinifrons* y *Aegla pewenchae*.

Los resultados del seguimiento serán comparados con la información de la Línea de Base de Biota Acuática, considerando la abundancia y los parámetros comunitarios de fauna acuática, además de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ.

Tabla 8-23: Actualización Plan de Seguimiento C-CV-BA-01

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática	
Impacto asociado	**C-BA-1a y C-BA-1b:** Pérdida de individuos o ejemplares de población de fauna acuática en categoría de conservación por actividades en etapa de construcción de puentes, por Intervención de cursos de agua (demolición, movimientos de tierra, desvío de cauce, instalación de infraestructura, entre otros).
Medida asociada	Plan de manejo: Rescate y Relocalización de Fauna Ictica y Macroinvertebrados.
Componente (s) ambiental(es) objeto de seguimiento	Biota acuática
Ubicación de los puntos/zonas de medición y control	El seguimiento asociado al Plan de Manejo: Rescate y Relocalización de Fauna Acuática se realizará en los sectores de intervención de cauce asociados a la construcción de los puentes del Proyecto y en los sitios definidos para la relocalización de los ejemplares rescatados.

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática	
	Las áreas de intervención corresponden a los tramos de cauce en los cuales se ejecutarán obras asociadas a la construcción de los puentes del Proyecto. De acuerdo con los resultados de la Línea de Base de Biota Acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA), en estos sectores se registró la presencia de fauna íctica nativa y de macroinvertebrados bentónicos en categoría de conservación, incluyendo *Samastacus spinifrons*, y *Aegla pewenchae.* La siguiente tabla presenta las estructuras, estaciones, coordenadas y obras o intervenciones asociadas a los sectores que serán objeto de rescate y seguimiento. **9. Tabla A: Ubicación de las estructuras u obras proyectadas**

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

Puente/ Estructura	Estación según Línea de Base	Coordenadas UTM WGS84 Husos 19S y 18S		Comuna	Obra o Intervención
		Este (m)	Norte (m)		
Ancoa N°2 Oriente	E6	262.328	6.027.910	Linares	Reemplazo completo por nueva estructura
Longaví Oriente	E8	254.353	6.012.362	Longaví/Retiro	
Copihue Poniente	E10	248.415	6.002.802	Retiro	
Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente	E14	247.124	5.996.646	Parral	Nueva estructura para calle local que incluye Enlace Aníbal Pinto
Ñiquén Oriente	E15	245.994	5.978.645	Ñiquén	Reemplazo completo por nueva estructura
	E16	245.910	5.978.755		
Navotavo Oriente	E17	235.756	5.965.165	San Carlos	
	E18	235.597	5.965.353		
Ensanche Lilahue Poniente	E20	231.891	5.961.234	San Carlos	

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

Ninquihue Poniente	E21	767.178	5.958.506	San Carlos	
	E22	767.048	5.958.492		
Menelhue Poniente	E23	765.461	5.956.137	San Carlos	
	E24	765.300	5.956.137		
Nebuco Oriente	E25	749.485	5.941.156	Chillán Viejo	Ampliación tercera pista y construcción de nueva estructura para calle local poniente
Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente	E26	749.221	5.941.254		

Fuente: Elaboración propia.

Antes del inicio de la etapa de construcción, se llevará a cabo la actividad de rescate y de relocalización de fauna acuática. Las localidades para las actividades de relocalización serán georreferenciadas durante la campaña inicial (previo al inicio de la etapa de construcción) donde se seleccionarán sectores aguas arriba de las zonas de intervención, que presenten condiciones ambientales y características del hábitat adecuadas para las especies objeto de rescate. Si por cualquier razón, esto no fuese posible, se propone como alternativa, seleccionar un cauce aguas abajo del Área de influencia de Biota Acuática, asegurándose que la distancia sea lo suficientemente extensa para expresar la capacidad de dilución del cuerpo de agua tal que la calidad de agua se asemeje a las condiciones basales (Línea de base) y que los hábitats sean los adecuados en el tiempo y espacio necesario para la efectividad de la medida.

El área de relocalización de fauna acuática será a una distancia mínima de 500 m aguas arriba o aguas abajo del sitio de rescate, según las características y

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática	
	condiciones particulares de cada cauce, asegurando condiciones similares al área de rescate. Adicionalmente, en el marco del Compromiso Ambiental Voluntario (CAV) de Biota Acuática N°1, se realizará una campaña de monitoreo 15 días previos al inicio de la etapa de construcción en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero, considerando seis estaciones de monitoreo (dos por cauce: una en la zona de intervención y otra aguas abajo). El monitoreo tendrá por objeto verificar la eventual presencia de fauna íctica y zoobentos en categoría de conservación en cauces donde la Línea de Base de Biota Acuática no registró dichas especies. En caso de detectarse ejemplares de fauna acuática en categoría de conservación, se activará el Plan de Manejo: Rescate y Relocalización de Fauna Acuática, definiendo previamente el respectivo punto de relocalización bajo las mismas condiciones metodológicas establecidas para los demás cauces del Proyecto. Asimismo, el o los cauces donde se verifique dicha condición serán incorporados al presente Plan de Seguimiento, aplicando las mismas metodologías, parámetros, frecuencia de muestreo y procedimientos establecidos para los demás cauces del Proyecto, conforme a lo establecido en el PAS 119 y en el Plan de Manejo de Rescate y Relocalización.
Parámetros o variables de seguimiento	Los parámetros a monitorear estarán orientados a evaluar la condición de la fauna acuática y de los sitios de relocalización, considerando la comparación de los resultados obtenidos durante el seguimiento con la condición basal registrada en la Línea de Base de Biota Acuática. Para ello, se considerarán los siguientes parámetros: Fauna íctica: • Abundancia de ejemplares por especie. • Riqueza de especies. • Índice de diversidad (H'). • Índice de equidad (J'). • Índice de dominancia (D'). • Factor de condición K de los ejemplares capturados. Zoobentos (macroinvertebrados bentónicos): • Abundancia de ejemplares por especie (individuos/m^2). • Riqueza de especies. • Índice de diversidad (H').

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática	
	• Índice de equidad (J'). • Índice de dominancia (D'). Complementariamente se considerarán los siguientes parámetros: • Parámetros fisicoquímicos in situ (temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto). • Estado y características del hábitat acuático en los sitios de relocalización y condiciones ambientales del sitio receptor.
Límites permitidos o comprometido	No aplica.
Duración y frecuencia de la medición	**Duración:** • Campaña de monitoreo de un (1) día, previa al inicio de la etapa de construcción, asociada al CAV de Biota Acuática N°1, la cual se realizará 15 días antes del inicio de las obras en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero. En caso de detectarse fauna acuática en categoría de conservación, dichos cauces pasarán a formar parte del presente Plan de Seguimiento. • Campaña de seguimiento de un (1) día a los 60 días posteriores al término de las actividades de construcción, en cada uno de los puntos de muestreo que formen parte del presente Plan de Seguimiento. De acuerdo con los resultados obtenidos, y en caso de ser necesario, el seguimiento podrá extenderse hasta los 120 días posteriores al término de la fase de construcción. **Frecuencia:** • Una (1) campaña única de monitoreo previa al inicio de la fase de construcción, correspondiente al CAV de Biota Acuática N°1. En caso de detectarse fauna acuática en categoría de conservación, los cauces involucrados serán incorporados al presente Plan de Seguimiento. • Una (1) campaña de seguimiento a los 60 días después de finalizadas las actividades de construcción, en cada uno de los puntos de muestreo que formen parte del presente Plan de Seguimiento. En función de los resultados obtenidos, podrá realizarse una campaña adicional a los 120 días posteriores al término de la fase de construcción.

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

Método o procedimiento de medición de cada parámetro

Previo al inicio de la etapa de construcción y en el marco del CAV de Biota Acuática N°1, se realizará una campaña de monitoreo en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero, considerando dos estaciones por cauce, con el objeto de verificar la eventual presencia de fauna íctica y zoobentos en categoría de conservación. Esta campaña se ejecutará utilizando las mismas metodologías de medición, captura y registro descritas en el Plan Manejo.

1) Identificación de especies hidrobiológicas a extraer

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies potenciales de captura durante las actividades de rescate y relocalización de fauna acuática. El listado considera las especies registradas durante las campañas de Línea de Base de Biota Acuática, junto con su respectiva categoría de conservación, según los procesos de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla B: Especies de fauna íctica nativa registradas en la Línea de Base de Biota Acuática

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

Fuente: Elaboración propia a partir de Línea de Base de Biota acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA).

La Tabla C presenta las especies de zoobentos registradas durante las campañas de Línea de Base de Biota Acuática.

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

Tabla C: Especies de zoobentos registradas en la Línea de Base de Biota Acuática

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

Fuente: Elaboración propia a partir de Línea de Base de Biota acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA).

La identificación de las especies capturadas durante las campañas de rescate, relocalización y seguimiento permitirá determinar su presencia, composición y abundancia, así como verificar la eventual presencia de especies en categoría de conservación.

Las Tablas D y E muestran, respectivamente, la abundancia de fauna íctica y zoobentos en categoría de conservación, registrada durante las distintas campañas realizadas en terreno.

Tabla D: Fauna íctica en categoría de conservación

Campaña	Estación	Puente/ Estructura	Especie (individuos)					
			Bb	*Pt*	*Ta*	*Pg*	*Ba*	*Cg*
			Categoría de Conservación					
			V	CA	V	EP	V	V
Primavera 2022	E6	Ancoa N°2 Oriente		16	16	3		
	E8	Longaví Oriente			5			
	E10	Copihue Poniente		5			1	10
	E14	Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente		14	7	3	1	
	E15	Ñiquén Oriente		7	12			
	E16			5	18			
	E17	Navotavo Oriente		1	18			
	E18				11			
	E21	Ninquihue Poniente		12	1		2	
	E22			3	2	1	1	
	E23	Menelhue Poniente		12	8			1
	E24			21	3		3	
	E25	Nebuco Oriente		1	14			

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

	E26	Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente			2			
Otoño 2023	E5	Ancoa N°2 Oriente		2				2
	E6			16	24	2	1	5
	E8	Longaví Oriente			24			
	E14	Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente		6			1	
	E15	Ñiquén Oriente		3				
	E16			18	3	6		
	E17	Navotavo Oriente			15			
	E18				27			
	E21	Ninquihue Poniente	5			2		8
	E22			1		5		
	E23	Menelhue Poniente		6	1	7		
	E24		1	18		10		1
	E25	Nebuco Oriente		13	14	10		
	E26	Nebuco Poniente Calle Local y Ensanche Nebuco Poniente				8		

Nota: *Bb = Brachygalaxias bullocki; Pt = Percichthys trucha; Ta = Trichomycterus aerolatus; Pg = Percilia gillissi; Pa = Basilichthys australis; Cg = Cheirodon galusdae.* V = Vulnerable; CA = Casi Amenazada; EP = En Peligro.

Fuente: Elaboración propia a partir de Línea de Base de Biota acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA).

Tabla E: Zoobentos en categoría de conservación

Campaña	Estación	Puente/ Estructura	Especie (ind/m²)	
			Samastacus spinifrons	*Aegla pewenchae*
			Categoría de Conservación	
			Preocupación Menor	Preocupación Menor
Primavera 2023	E6	Ancoa N°2 Oriente	-	26
	E20	Ensanche Lilahue Poniente	-	11
	E21	Ninquihue Poniente	4	4
	E22		4	-

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

Otoño 2023	E6	Ancoa N°2 Oriente	-	19
	E8	Longaví Oriente	-	4
	E10	Copihue Poniente	4	15
	E14	Parral Oriente, Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente	-	4
	E16	Ñiquén Oriente	4	-
	E18	Navotavo Oriente	-	19
	E22	Ninquihue Poniente	15	-
	E23	Menelhue Poniente	4	-
	E24		33	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Línea de Base de Biota acuática (Capítulo 3, Tomo II del EIA).

2) Identificación y características específicas del arte, aparejo o sistema de pesca a utilizar en la ejecución de la investigación

- **Parámetros *In situ***

En terreno se deberán medir los parámetros fisicoquímicos mediante un equipo multiparámetro y se reportarán los valores promedio (n = 3) por cada punto de muestreo que represente un tramo. Se considerarán los siguientes parámetros:

Tabla F: Especificaciones equipo de medición y parámetros

Equipo	Parámetro
HANNA HI 9828	pH
	Temperatura
	Conductividad Eléctrica
	Oxígeno Disuelto

Fuente: Elaboración propia.

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

- **Pesca eléctrica**

Para la captura de fauna íctica se utilizará pesca eléctrica en cada punto o estación de muestreo. Esta actividad se realizará con equipo portátil marca SAMUS o similar, complementado con redes piscícolas, ictiómetro, pesola y recipientes/piscinas de recuperación para el rescate, manipulación, recuperación y transporte de los ejemplares capturados.

- **Red Surber para muestreo del zoobentos**

Para la obtención de muestras se utilizará una red Surber de 0,09 m^2, con malla de apertura de 250 µm, conforme a metodologías estandarizadas (ISO 7828 Of. 85; ISO 8265; NCh ISO 5667/6:2015), y red de mano (D-net) según las condiciones del sustrato para la recolección de zoobentos, Asimismo, se realizará la medición de parámetros fisicoquímicos *in situ,* cuyos resultados serán reportados.

3) Especificaciones de la metodología a emplear, indicándose además su correspondiente soporte estadístico debidamente fundamentado

- **Parámetros fisicoquímicos *in situ***

Se realizará la medición de parámetros fisicoquímicos *in situ* y se reportaran según la siguiente tabla:

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

Variables	Unidad	Estación 1	Estación 2	Estación n	NCh 1333 Tabla 4 límite
Temperatura	°C				
pH	Unidades de pH				
Conductividad eléctrica	µS/cm				
Oxígeno disuelto	mg/L				

La captura mediante el arte de pesca eléctrica (utilizando un equipo SAMUS o similar), se efectuará con un esfuerzo de muestreo que cubra alrededor de 100 m^2 en el tramo que representa cada punto de muestreo, realizando un

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática	
	desplazamiento desde aguas abajo hacia aguas arriba, para no afectar la eficiencia de la pesca. Los ejemplares capturados de fauna íctica en categoría de conservación serán seleccionados e identificados a nivel de especie, registrándose para cada individuo el factor de condición K (Nash et al., 2006), como indicador de robustez, a partir de mediciones morfométricas realizadas *in situ*. Para ello se registrarán las siguientes variables: • **Longitud total (cabeza–cola):** mediante un ictiómetro con precisión 0,1 cm. • **Peso total:** mediante balanza electrónica con precisión de 0,1 g. A partir de estas mediciones se calculará el factor de condición K, mediante la fórmula señalada por Nash et al., (2006): $$K = \left(\frac{PT}{LT^3}\right) \times 100$$ Donde: LT = longitud total (cm). PT = peso total (g). La categoría de conservación de las especies de fauna íctica recolectadas se determinará en base a los listados oficiales publicados en los Decretos Supremos formalizados por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia (D.S. N°51/2008) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) vigente al momento de la ejecución. Asimismo, se calcularán los parámetros comunitarios de biodiversidad, analizando la abundancia por especie en cada estación de muestreo (Brower et al., 1997). Se considerarán los siguientes indicadores: • **Índice de diversidad (H'):** representa la heterogeneidad de la comunidad en relación con la riqueza de especies presentes y su abundancia (Shannon-Wienner). • **Índice de equidad (J'):** representa el grado de uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies.

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

- **Índice de dominancia (D'):** refleja la proporción de las especies más abundantes en la comunidad.
- **Riqueza:** corresponde al número total de especies presentes en la comunidad.

La evolución en el tiempo de estos índices ecológicos será de importancia para contar con antecedentes para evaluar la condición ecológica de los sectores de estudio en el marco del Proyecto.

- **Zoobentos**

Para la recolección de muestras de zoobentos (*Aegla pewenchae* y *Samastacus spinifrons)* se utilizarán redes Surber, de mano (D-net) y trampa, de acuerdo con las siguientes metodologías:

- **Red Surber:** de 0,09 m^2, malla de apertura de 250 µm, según metodologías estandarizadas (ISO 7828 Of. 85; ISO 8265; NCh. ISO 5667/6:2015).
- **Red de mano (D-net):** utilizada para muestrear los diferentes hábitats en el tramo.
- **Red trampa:** utilizada para la captura específica de *Samastacus spinifrons.*

Las muestras se recolectarán cada 10 m, en un tramo de alrededor de 100 m de longitud. Los organismos serán identificados en terreno y, cuando corresponda a las actividades de rescate y relocalización, trasladados al sitio de relocalización junto con la fauna íctica, en recipientes aireados y acondicionados para el traslado.

4) Resultados esperados

Se espera generar una base de datos que incluya la siguiente información:

- **Variables fisicoquímicas *in situ*:** determinación en terreno de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en cada punto de muestreo.
- **Fauna íctica y camarón de río:** aplicación de pesca eléctrica en cada punto de muestreo, identificación de ejemplares, medición y pesaje en terreno y, en el marco de las actividades de rescate y relocalización, traslado de los ejemplares al sitio correspondiente.

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

- **Zoobentos:** captura de *Aegla pewenchae* y *Samastacus spinifrons*, con registro de la información generada y, en el marco de las actividades de rescate y relocalización, traslado de los ejemplares al sitio correspondiente.
- **Monitoreo previo asociado al CAV de Biota Acuática N°1:** registro de los parámetros fisicoquímicos in situ, fauna íctica y zoobentos en seis estaciones de monitoreo ubicadas en los esteros Tornicura, Colliguay y Carbonero, con el objeto de verificar la eventual presencia de fauna acuática en categoría de conservación previo al inicio de la etapa de construcción. En caso de detectarse ejemplares en categoría de conservación, se definirá el correspondiente punto de relocalización y los cauces involucrados serán incorporados al presente Plan de Seguimiento, aplicando las mismas metodologías, parámetros y procedimientos establecidos para los demás cauces del Proyecto.
- **Informe de resultados:** informe en el que se expondrán los resultados obtenidos durante cada campaña de muestreo.

5) Duración y cronograma de actividades

En la Tabla H se presenta el cronograma de ejecución de las actividades descritas previamente, considerando los primeros cuatro puntos de muestreo a modo de ejemplo.

Tabla H: Cronograma de actividades de rescate y relocalización de fauna acuática

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes (N)	Mes (N)
Solicitud de Permiso de Rescate y Relocalización de Fauna Acuática a SUBPESCA (post RCA)	X					
Aviso a SERNAPESCA sobre campañas		X				
Monitoreo previo asociado al CAV N°1 de Biota Acuática (15 días previo al inicio de la etapa de construcción)		X				
Definición e incorporación de puntos de relocalización al Plan de Manejo (solo en caso de		X				

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

detectarse fauna acuática en categoría de conservación durante el monitoreo del CAV N°1 de Biota Acuática)						
Etapa de Construcción			X	X	X	
Campaña de rescate y relocalización (entre el 1° y 10° día, una vez iniciada la etapa de construcción, previo a las actividades de intervención de los cauces)			X			
Monitoreo de seguimiento (60 días posteriores a la construcción), lo cual puede extenderse a 120 días					X	
Informe final de Resultados (90 días finalizadas las obras de construcción)						X

Fuente: Elaboración propia.

En relación con las actividades de seguimiento, el cronograma establece un monitoreo previo asociado al CAV N°1 de Biota Acuática 15 días antes del inicio de la etapa de construcción, la definición e incorporación de puntos de relocalización cuando se detecte fauna acuática en categoría de conservación, la campaña de rescate y relocalización entre el 1° y 10° día una vez iniciada la etapa de construcción y previo a la intervención de los cauces, y un monitoreo de seguimiento a los 60 días posteriores a la construcción, con posibilidad de extensión a los 120 días.

El Informe Final de Resultados será elaborado una vez finalizadas las obras de construcción, conforme al plazo establecido en el cronograma.

6) Resumen de actividades

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las actividades que se desarrollaran.

Tabla I: Resumen de actividades en la fase de construcción

Componente	Parámetro	Unidad	Frecuencia
Medición de parámetros fisicoquímicos *in situ*	Temperatura	°C	Monitoreo previo (días) al inicio de las obras de construcción
	pH	Unidad de pH	
	Conductividad eléctrica	µS/cm	

Variable ambiental: Afectación a la biota acuática

	Oxígeno disuelto	mg/L	
Fauna íctica y Camarón de río	Rescate y Relocalización	-	Previo a la intervención de los cauces, antes del inicio obras de construcción
	Monitoreo de seguimiento	-	60 días una vez concluidas las actividades de construcción
Zoobentos	Rescate y Relocalización	Ind/m^2	Previo a la intervención de los cauces, antes del inicio obras de construcción
	Monitoreo de seguimiento	Ind/m^2	60 días una vez concluidas las actividades de construcción
Análisis estadísticos	Diversidad	-	Informe por cada campaña
	Riqueza	-	
	Equidad	-	
	Dominancia	-	

Plazo y frecuencia de entrega de informes	Plazo: Los informes correspondientes a cada campaña serán entregados 30 días después de realizado el monitoreo. Frecuencia: Se elaborará un informe por cada campaña de monitoreo realizada, en el que se presentarán los resultados obtenidos y el análisis de los parámetros evaluados. Adicionalmente, se elaborará un Informe Final de Resultados que dé cuenta del cumplimiento del compromiso, el cual será entregado a la SMA, 90 días después de finalizadas las obras de construcción del Proyecto.
Organismo destinatario de informes	SMA y SERNAPESCA, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Manejo.

Fuente: Elaboración propia.