DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPÍTULO 9

Plan de seguimiento de variables ambientales

2026

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1

2. PLAN DE SEGUIMIENTO DE VARIABLES AMBIENTALES 2

2.1 SEGUIMIENTO DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES – PAS 119 2
2.2 SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUA EN OBRAS ASOCIADAS AL PAS 155 4
2.3 SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUA EN OBRAS ASOCIADAS AL PAS 156 5
2.4 SEGUIMIENTO DE LA PERTURBACIÓN CONTROLADA DE ANFIBIOS, REPTILES Y MICROMAMÍFEROS .. 6
2.5 SEGUIMIENTO DE RUIDO 9
2.6 SEGUIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE SUPERFICIES Y REFORESTACIÓN – PAS 148 Y PAS 149 11
2.7 SEGUIMIENTO DE AVIFAUNA DURANTE LA OPERACIÓN 13

1. INTRODUCCIÓN

El presente Capítulo 9 presenta el Plan de Seguimiento de Variables Ambientales del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", en adelante el Proyecto. Su objetivo es establecer los controles destinados a verificar la evolución de las variables ambientales que requieren seguimiento durante la construcción y operación, de acuerdo con los resultados de las caracterizaciones ambientales, los compromisos ambientales voluntarios, las medidas de control incorporadas al diseño y los permisos ambientales sectoriales que cuentan con antecedentes técnicos desarrollados.

Para cada variable se identifica el componente ambiental, variable objeto de seguimiento, fase de aplicación, ubicación de los puntos de control, parámetros, criterio de evaluación, duración y frecuencia, método o procedimiento, acciones ante desviaciones, reporte y organismo competente. La definición de cada seguimiento se basa en los antecedentes técnicos específicos del Proyecto y se mantendrá consistente con la versión final de los capítulos, anexos y permisos que formen parte de la DIA.

Los eventos accidentales o no previstos se gestionan mediante el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias del Proyecto. De esta forma, el seguimiento periódico definido en este capítulo se mantiene separado de los procedimientos de respuesta ante contingencias.

2. PLAN DE SEGUIMIENTO DE VARIABLES AMBIENTALES

El Plan considera el seguimiento de ecosistemas acuáticos continentales asociado al PAS 119; el seguimiento de la calidad de las aguas durante la construcción de las obras asociadas a los PAS 155 y 156; la perturbación controlada de anfibios, reptiles y micromamíferos de baja movilidad; el ruido; la recuperación de superficies y reforestación asociadas a los PAS 148 y 149; y la avifauna durante la operación. El seguimiento de fauna se realizará conforme al CAV del Capítulo 6 y al Plan técnico de Perturbación Controlada del Apéndice 1.

2.1 SEGUIMIENTO DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES – PAS 119

La caracterización de Ecosistemas Acuáticos Continentales registró Puye rojo *(Brachygalaxias bullocki)* en las estaciones E-1, E-4 y E-6. El seguimiento establecido en el PAS 119 considera fauna íctica, macroinvertebrados bentónicos y calidad de agua, con el objeto de evaluar su evolución temporal y espacial durante la construcción y los primeros años de operación, manteniendo comparabilidad con la caracterización ambiental.

Tabla 9-1. Plan de seguimiento de ecosistemas acuáticos continentales – PAS 119

Componente ambiental	Ecosistemas acuáticos continentales – fauna íctica, macroinvertebrados bentónicos y calidad de agua.
Variable objeto de seguimiento	Composición, riqueza, abundancia, diversidad y distribución de fauna íctica y macroinvertebrados bentónicos, con énfasis en Puye rojo (*Brachygalaxias bullocki*), junto con las condiciones fisicoquímicas del agua asociadas al seguimiento.
Fase de aplicación	Construcción y primeros tres años de operación.
Ubicación de los puntos de control	Estaciones E-1, E-2, E-4, E-5 y E-6 de la caracterización de ecosistemas acuáticos continentales y estaciones asociadas a atraviesos A-01, A-03, A-04, A-05, A-10 y A-11, conforme a la red definida en el PAS 119.
Parámetros	Fauna íctica: composición, riqueza, abundancia total y relativa, distribución, captura por unidad de esfuerzo, longitud, peso, factor de condición y diversidad. Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia, densidad, diversidad e índices biológicos IBF y EPT. Calidad de agua: parámetros in situ y de laboratorio definidos en el PAS 119, asociados a la interpretación de la condición del ecosistema acuático.
Criterio de evaluación	Comparación temporal y espacial con la caracterización ambiental y campañas anteriores, considerando el esfuerzo de muestreo, estacionalidad y condiciones

Tabla 9-1. Plan de seguimiento de ecosistemas acuáticos continentales – PAS 119	
	hidrológicas. Los resultados permitirán verificar posibles cambios atribuibles a las fases del Proyecto.
Duración y frecuencia	Campañas semestrales durante toda la fase de construcción, considerando períodos estival e invernal. Finalizadas las obras de construcción que afecten cuerpos de agua, se realizarán campañas semestrales durante los primeros tres años de operación.
Método o procedimiento	Fauna íctica: pesca eléctrica mediante transectos longitudinales de hasta 100 m por estación, con esfuerzo cuantificable y registro de parámetros operacionales. Macroinvertebrados bentónicos: red Surber de 30 x 30 cm, malla de 250 µm y tres submuestras por estación en microhábitats representativos. Calidad de agua: mediciones in situ y toma de muestras de laboratorio conforme al PAS 119 y normativa aplicable. Se aplicarán medidas de limpieza, desinfección y secado para prevenir la dispersión de *Didymosphenia geminata*.
Acciones ante desviaciones	Si se detectan cambios respecto de la condición de referencia, se analizará su relación con las obras, condiciones hidrológicas, estacionalidad y esfuerzo de muestreo. Cuando corresponda se definirán acciones de manejo o control y se verificará su implementación.
Reporte	Se emitirá un informe por campaña, de acuerdo con las instrucciones de seguimiento ambiental aplicables. Previo a cada campaña se notificará a SERNAPESCA regional con al menos siete días hábiles de anticipación. Los informes serán reportados a la SMA. Ante detección o sospecha de Didymo se informará a SERNAPESCA dentro de las primeras 24 horas posteriores al término de la campaña, según lo establecido en el PAS 119.
Organismo competente	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y Superintendencia del Medio Ambiente.

Fuente: Elaboración Propia

2.2 SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUA EN OBRAS ASOCIADAS AL PAS 155

Tabla 9-2. Plan de seguimiento de calidad de agua en obras asociadas al PAS 155	
Componente ambiental	Aguas superficiales – quebrada C3.2.7.
Variable objeto de seguimiento	Calidad fisicoquímica de las aguas durante la construcción del acueducto asociado al PAS 155, para verificar que las obras no generen contaminación o alteración del cauce.
Fase de aplicación	Construcción.
Ubicación de los puntos de control	Punto PM1 aguas arriba y punto PM1 aguas abajo de la obra en la quebrada C3.2.7, conforme a las ubicaciones del anexo técnico del PAS 155.
Parámetros	Parámetros y valores de referencia establecidos en la NCh N.º 1.333 para aguas destinadas a riego, conforme al listado del PAS 155: pH, aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cianuro, cloruro, cobalto, cobre, cromo, fluoruro, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio, sulfato, vanadio, zinc, sodio porcentual y coliformes fecales.
Criterio de evaluación	Contraste de los resultados obtenidos aguas arriba y aguas abajo y evaluación respecto de los parámetros y valores de referencia de la NCh N.º 1.333 especificados en el PAS 155. Se analizará cualquier variación que pudiera asociarse a la ejecución de las obras.
Duración y frecuencia	Durante la construcción del acueducto. El muestreo se realizará cuando exista escurrimiento superficial que alcance el sector de las obras. Ante precipitaciones sin escurrimiento en dicho sector, se mantendrá el registro fotográfico previsto en el PAS 155.
Método o procedimiento	Muestreo en el cauce en los puntos ubicados aguas arriba y aguas abajo de la obra, conforme al procedimiento y parámetros definidos en el PAS 155. Se registrarán las condiciones de escurrimiento y el estado de avance de las obras; ante precipitaciones se documentará fotográficamente la presencia o ausencia de escurrimiento en el área de intervención.
Acciones ante desviaciones	Ante indicios de alteración de la calidad del agua, derrames o aporte de sedimentos al cauce, se aplicarán las medidas de prevención, control y respuesta contempladas en el PAS 155 y en el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias del Proyecto. El evento y las medidas adoptadas se incorporarán en los informes correspondientes.
Reporte	Se remitirá a la SMA un informe del evento de escurrimiento con el registro fotográfico, resultados del monitoreo y estado de avance de las obras, dentro de los cinco días siguientes a la obtención de los resultados. Además, se

Tabla 9-2. Plan de seguimiento de calidad de agua en obras asociadas al PAS 155	
	elaborarán informes mensuales durante la construcción; el último corresponderá al término de las obras del PAS 155.
Organismo competente	Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para la recepción de los informes de seguimiento; Dirección General de Aguas (DGA).

Fuente: Elaboración propia.

2.3 SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUA EN OBRAS ASOCIADAS AL PAS 156

Tabla 9-3. Plan de seguimiento de calidad de agua en obras asociadas al PAS 156	
Componente ambiental	Aguas superficiales asociadas a los cauces intervenidos por las obras del PAS 156.
Variable objeto de seguimiento	Calidad de las aguas durante la construcción de los atraviesos AT-1 a AT-7 y de la torre NE-21, para verificar que las obras no generen contaminación o alteración de los cauces.
Fase de aplicación	Construcción.
Ubicación de los puntos de control	Puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo definidos para cada obra en el PAS 156: atraviesos AT-1 a AT-7 y torre NE-21, conforme a las coordenadas del Anexo técnico PAS 156 (PM1 a PM17).
Parámetros	Parámetros y valores de referencia establecidos en la NCh N.º 1.333 para aguas destinadas a riego, conforme al listado del PAS 156: pH, aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cianuro, cloruro, cobalto, cobre, cromo, fluoruro, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio, sulfato, vanadio, zinc, sodio porcentual y coliformes fecales.
Criterio de evaluación	Contraste de los resultados obtenidos aguas arriba y aguas abajo y evaluación respecto de los parámetros y valores de referencia de la NCh N.º 1.333 especificados en el PAS 156. Se analizará cualquier variación que pudiera asociarse a la ejecución de las obras.
Duración y frecuencia	Durante la construcción. En los atraviesos de cauces intermitentes, el muestreo se realizará ante la presencia de escurrimiento superficial. En los atraviesos de cauces permanentes se realizará semanalmente. En la torre NE-21, ubicada en planicie de inundación, se realizará ante escurrimiento en su zona de emplazamiento.
Método o procedimiento	Muestreo de agua en los puntos definidos aguas arriba y aguas abajo de cada obra, conforme al procedimiento y parámetros indicados en el PAS 156. En cauces

Tabla 9-3. Plan de seguimiento de calidad de agua en obras asociadas al PAS 156	
	intermitentes y en la zona de la torre NE-21 se registrará fotográficamente la condición de escurrimiento durante las precipitaciones.
Acciones ante desviaciones	Ante indicios de alteración de la calidad del agua, derrames o aporte de sedimentos al cauce, se aplicarán las medidas de prevención, control y respuesta contempladas en el PAS 156 y en el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias del Proyecto. El evento y las medidas adoptadas se incorporarán en los informes correspondientes.
Reporte	Cuando se realice un muestreo, se remitirá a la SMA un informe del evento y sus resultados dentro de los cinco días siguientes a la obtención de estos. Además, se elaborarán informes mensuales durante la construcción; el último corresponderá al término de las obras del PAS 156. Los informes considerarán el estado de avance de las obras y los resultados acumulados de los monitoreos.
Organismo competente	Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para la recepción de los informes de seguimiento; Dirección General de Aguas (DGA).

Fuente: Elaboración propia.

2.4 SEGUIMIENTO DE LA PERTURBACIÓN CONTROLADA DE ANFIBIOS, REPTILES Y MICROMAMÍFEROS

El CAV del Capítulo 6 establece la aplicación de perturbación controlada, sin captura, manipulación, transporte ni relocalización, para favorecer el desplazamiento natural de anfibios, reptiles y micromamíferos desde los sectores de intervención hacia áreas receptoras contiguas no intervenidas. El Plan técnico del Apéndice 1 identifica nueve polígonos y las especies objetivo-asociadas. El seguimiento distingue la verificación de liberación y ausencia de recolonización en las áreas de origen, del monitoreo de presencia, actividad y uso de refugios en las áreas receptoras. Cuando se identifiquen ambientes reproductivos de anfibios, posturas, larvas u otros estados que no puedan desplazarse naturalmente, las acciones se detendrán en el sector y serán evaluadas por el especialista antes de continuar.

Tabla 9-4. Plan de seguimiento de perturbación controlada de anfibios, reptiles y micromamíferos	
Componente ambiental	Fauna terrestre – anfibios, reptiles y micromamíferos.
Variable objeto de seguimiento	Liberación efectiva de las áreas de intervención; presencia y actividad de las especies objetivo en las áreas receptoras; utilización de refugios; condición de las áreas receptoras; ausencia de recolonización en las áreas liberadas antes del inicio de las obras; y ocurrencia de individuos lesionados, estresados o muertos. Las especies objetivo-indicadas en el texto del Apéndice 1 son *Calyptocephalella gayi, Batrachyla taeniata, Pleurodema thaul, Liolaemus lemniscatus, Liolaemus tenuis tenuis, Philodryas chamissonis, Abrothrix olivaceus y Abrothrix longipilis*.
Fase de aplicación	Construcción.
Ubicación de los puntos de control	Áreas de origen: nueve polígonos definidos en el Plan técnico, asociados a las obras del Proyecto, con una superficie conjunta aproximada de 17,13 ha. Centroides consignados por el especialista (Este/Norte, m): P1 715.675/5.986.067; P2 716.030/5.985.783; P3 716.173/5.984.937; P4 716.478/5.985.066; P5 717.028/5.983.075; P6 716.760/5.981.370; P7 717.048/5.980.580; P8 719.024/5.978.549; P9 719.053/5.978.408. El mapa del Apéndice 1, Figura 3, indica sistema WGS 84 UTM Huso 18S. Áreas receptoras: sectores contiguos a los polígonos, fuera de las superficies de intervención, con continuidad espacial y condiciones adecuadas para las especies objetivo. La ubicación y dirección de desplazamiento se verifican en terreno para cada polígono.
Parámetros	Áreas de origen y ejecución: polígono y superficie prospectada y perturbada; especies e individuos observados; riqueza y abundancia; fecha, horario y profesionales participantes; dirección del desplazamiento; condiciones meteorológicas —temperatura, nubosidad, viento y precipitaciones—; y presencia de individuos lesionados, estresados o muertos. Áreas liberadas: presencia de individuos o evidencias de recolonización antes del ingreso de maquinaria. Áreas receptoras: presencia y actividad de las especies objetivo; riqueza; abundancia; densidad relativa cuando corresponda metodológicamente; utilización de refugios; cobertura y estructura de la vegetación; características del sustrato; continuidad con ambientes no intervenidos; y presencia de otros grupos de fauna, incluidos competidores, depredadores y especies introducidas.
Criterio de evaluación	La medida se aplicará antes del inicio de las obras en el 100% de los polígonos que requieran perturbación controlada. Previo al ingreso de maquinaria deberá verificarse la liberación efectiva del área de intervención. El seguimiento evaluará la presencia y actividad de las especies objetivo en las áreas receptoras, el uso de refugios, la mantención de condiciones ambientales

Tabla 9-4. Plan de seguimiento de perturbación controlada de anfibios, reptiles y micromamíferos	
	adecuadas y la ausencia de recolonización de las áreas liberadas antes de las obras. Los resultados se compararán considerando el esfuerzo de muestreo, las condiciones meteorológicas, la estacionalidad y la detectabilidad de los grupos. La medida no contempla captura, manipulación, transporte ni relocalización.
Duración y frecuencia	Por polígono, el cronograma referencial del Apéndice 1 contempla prospección inicial y verificación del área receptora los días 1 y 2; acondicionamiento del área receptora, cuando corresponda, el día 3; perturbación los días 4 y 5; primer monitoreo el día 6; monitoreos semanales referenciales los días 12, 19, 26 y 33, equivalentes a 7, 14, 21 y 28 días corridos desde el término de la perturbación en el día 5; monitoreos cuantitativos durante el segundo y tercer mes; y campañas estacionales e interanuales durante al menos dos ciclos reproductivos, en períodos favorables para la actividad y detectabilidad de las especies objetivo.
Método o procedimiento	Antes de la perturbación, profesionales con experiencia en fauna terrestre realizarán recorridos pedestres dirigidos para buscar individuos y revisar refugios y microhábitats, verificar la continuidad y aptitud del área receptora y definir la dirección del desplazamiento. La perturbación será progresiva, dirigida y sectorizada hacia el área receptora. Para reptiles se realizará búsqueda activa y remoción manual, gradual y direccionada de elementos que puedan servir de refugio, evitando atrapamientos, aplastamientos o afectación directa. Para micromamíferos se favorecerá el desplazamiento voluntario; no se destruirán ni intervendrán directamente madrigueras o refugios mientras exista evidencia de individuos en su interior. Para anfibios, las acciones se ajustarán a las condiciones ambientales verificadas. Si se identifican ambientes acuáticos o húmedos usados para reproducción, posturas, larvas u otros estados que no puedan desplazarse naturalmente, se detendrán las acciones en ese sector y el especialista evaluará la situación antes de continuar. El primer monitoreo se realizará mediante recorridos dirigidos, búsqueda activa y revisión visual de refugios en las áreas liberadas y receptoras. Los seguimientos posteriores evaluarán presencia y actividad, riqueza, abundancia, densidad relativa cuando corresponda, uso de refugios y condición del área receptora, manteniendo esfuerzos comparables. Para reptiles se privilegiarán períodos diurnos con temperatura y radiación solar adecuadas; para micromamíferos se emplearán períodos y metodologías compatibles con sus patrones de actividad y detectabilidad.
Acciones ante desviaciones	Si se detectan individuos de las especies objetivo o evidencias de recolonización en un área liberada antes del inicio de las obras, se reevaluará el polígono y se repetirán las acciones de perturbación que correspondan antes del ingreso de maquinaria. Si el inicio de las obras se retrasa, se prospectará nuevamente el área antes del ingreso de maquinaria. Si el área receptora no presenta continuidad o condiciones adecuadas, se seleccionará un sector

Tabla 9-4. Plan de seguimiento de perturbación controlada de anfibios, reptiles y micromamíferos	
	alternativo del entorno inmediato que cumpla esos criterios. Si en un sector con anfibios se identifican ambientes reproductivos, posturas, larvas u otros estados que no puedan desplazarse naturalmente, se detendrán las acciones en ese sector y se solicitará la evaluación del especialista antes de continuar. Si se registra mortalidad de ejemplares, se notificará al Servicio Agrícola y Ganadero dentro de un plazo máximo de 24 horas hábiles desde su detección.
Reporte	Los informes incluirán, según la etapa, fechas y polígonos intervenidos; superficies prospectadas, perturbadas y liberadas; dirección del desplazamiento; especies e individuos registrados; resultados de riqueza, abundancia y densidad relativa cuando corresponda; uso y condiciones de las áreas receptoras; recolonización; condiciones meteorológicas y esfuerzo de muestreo; profesionales responsables; registros fotográficos y georreferenciados; e indicadores de éxito. El Apéndice 1 establece un informe dentro de los 30 días posteriores al primer monitoreo; un informe consolidado dentro de los 20 días posteriores al cuarto monitoreo semanal; informes dentro de los 30 días posteriores a los monitoreos cuantitativos del segundo y tercer mes; e informes dentro de los 30 días posteriores a cada campaña estacional e interanual. Los plazos indicados se contarán en días hábiles desde el término del monitoreo correspondiente; para el informe consolidado semanal, desde el término del cuarto monitoreo semanal. Los informes se ingresarán al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental de la SMA y se remitirán al SAG dentro de esos plazos.
Organismo competente	Superintendencia del Medio Ambiente y Servicio Agrícola y Ganadero.

Fuente: Elaboración propia

2.5 SEGUIMIENTO DE RUIDO

El Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio determinó que, para la fase de construcción, el escenario preliminar presenta superaciones en R6 (+2 dB) y R7 (+5 dB), además de ausencia de holgura suficiente en R2. Para controlar estas emisiones se consideran pantallas acústicas móviles MCR2 asociadas a R2, R6 y R7, y pantallas acústicas perimetrales MCR1 de 2,4 m de altura, con un tramo de 162 m hacia R1 y otro de 330 m hacia R6 y R7. Con las medidas implementadas, todos los receptores cumplen el D.S. N°38/2011 del MMA, con una holgura mínima de 4 dB. Las medidas serán aplicables también en la fase de cierre cuando se ejecuten actividades equivalentes a las consideradas para construcción. Adicionalmente, el presente Plan considera una verificación inicial durante la fase de operación.

Tabla 9-5. Plan de seguimiento de ruido	
Componente ambiental	Ruido – receptores humanos.
Variable objeto de seguimiento	Nivel de presión sonora corregido o descriptor equivalente exigido por la normativa vigente.
Fase de aplicación	Construcción y cierre, para actividades equivalentes a las evaluadas en construcción. El presente Plan considera, además, una verificación inicial durante la operación.
Ubicación de los puntos de control	Construcción/cierre: receptores R2, R6 y R7, asociados a la implementación y verificación de MCR2; para MCR1, receptores R1, R6 y R7. Se verificará la instalación y continuidad de los tramos perimetrales de 162 m hacia R1 y 330 m hacia R6–R7, ambos de 2,4 m de altura. Operación: receptores representativos más expuestos, considerando la condición evaluada en el Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio.
Parámetros	Nivel de presión sonora corregido (NPC) y descriptores requeridos por la normativa vigente; fuentes activas y condiciones de operación; configuración, continuidad y estado de las pantallas acústicas MCR1 y MCR2 durante construcción o cierre; y condiciones representativas de operación cuando corresponda.
Criterio de evaluación	Cumplimiento de los límites establecidos por la normativa de emisión de ruido vigente al momento de la medición.
Duración y frecuencia	Construcción: una campaña durante una condición constructiva representativa de los escenarios críticos, con las medidas MCR1/MCR2 instaladas y operativas. Cierre: se aplicará el mismo criterio si se ejecutan actividades equivalentes. Operación: una campaña de verificación durante el primer año de operación, bajo condiciones representativas de funcionamiento. No se establece seguimiento periódico posterior si se verifica cumplimiento.
Método o procedimiento	Medición efectuada por profesional o entidad competente, utilizando instrumental calibrado y la metodología establecida por la normativa vigente. En construcción se registrarán las fuentes activas, condiciones de operación y configuración de las pantallas acústicas.
Acciones ante desviaciones	Si una medición no cumple el límite aplicable, se revisará la condición operacional y la configuración de las medidas de control, se implementarán los ajustes necesarios y se realizará una nueva medición para verificar el cumplimiento antes de mantener el escenario que generó la desviación.
Reporte	Se elaborará un informe por campaña con metodología, ubicación de receptores, condiciones de medición, resultados, evaluación normativa,

Tabla 9-5. Plan de seguimiento de ruido	
	fotografías y, cuando corresponda, medidas correctivas y resultados de la remedición.
Organismo competente	Superintendencia del Medio Ambiente y autoridad ambiental competente en materia de ruido.

Fuente: Elaboración Propia

2.6 SEGUIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE SUPERFICIES Y REFORESTACIÓN – PAS 148 Y PAS 149

El seguimiento de recuperación de superficies integra dos ámbitos complementarios. El primero corresponde a la verificación física de superficies temporales una vez finalizado su uso, considerando estabilidad, drenaje y control de erosión. El segundo corresponde al seguimiento del establecimiento de las reforestaciones comprometidas en los PAS 148 y 149. Adicionalmente, se verificará la condición de las cárcavas sujetas a manejo forestal del PAS 149 después de la temporada de lluvias, conforme al Formulario PAS 149 V4. El PAS 148 considera 2,34 ha de reforestación con especies nativas y una densidad referencial de 1.600 plantas/ha; el PAS 149 considera 18,96 ha de reforestación de plantaciones, con densidad de 1.428 plantas/ha. Los sitios definitivos de reforestación serán individualizados en la tramitación sectorial correspondiente.

Tabla 9-6. Plan de seguimiento de recuperación de superficies y reforestación – PAS 148 y PAS 149	
Componente ambiental	Suelo y vegetación – recuperación de superficies temporales y establecimiento de reforestaciones PAS 148 y PAS 149.
Variable objeto de seguimiento	a) Condición física de superficies temporales rehabilitadas. b) PAS 148: establecimiento, supervivencia, prendimiento, estado fitosanitario y medidas de protección de la reforestación de bosque nativo. c) PAS 149: establecimiento, supervivencia y prendimiento de la reforestación de plantaciones, y evolución de los procesos erosivos en las cárcavas sujetas a manejo forestal.
Fase de aplicación	Construcción, una vez liberadas las superficies temporales, y período posterior de establecimiento de las reforestaciones. Para cierre se aplicará el criterio de rehabilitación a las superficies que correspondan.
Ubicación de los puntos de control	Superficies temporales que deban ser restituidas conforme a la Descripción de Proyecto. PAS 148: sitio definitivo de reforestación a individualizar sectorialmente para una superficie de 2,34 ha. PAS 149: sitios definitivos de reforestación a individualizar sectorialmente dentro de la misma provincia de la corta, por una

Tabla 9-6. Plan de seguimiento de recuperación de superficies y reforestación – PAS 148 y PAS 149	
	superficie total de 18,96 ha. El seguimiento de cárcavas abarcará los sectores identificados cartográficamente en el Formulario PAS 149 V4, con independencia de su condición de superficie temporal.
Parámetros	Superficies temporales: estabilidad superficial; surcos, cárcavas o erosión visible; arrastre de material; condición de taludes; continuidad del drenaje; encharcamientos y cobertura vegetal cuando corresponda. PAS 148: prendimiento, supervivencia, estado fitosanitario, daños por lagomorfos, estado de protectores y tutores, competencia vegetal, requerimientos de riego, replante y registro fotográfico. PAS 149: densidad de plantación, prendimiento o supervivencia, necesidad de replante y aplicación de medidas de mantención y protección. Cárcavas PAS 149: cobertura vegetal, estabilidad del suelo y evolución de surcos, profundidad y extensión de procesos erosivos, mediante registros comparables por sector.
Criterio de evaluación	Superficies temporales: ausencia de procesos erosivos activos atribuibles a la obra, drenaje funcional y estabilidad del terreno. PAS 148: prendimiento mínimo de 75 % respecto de la densidad comprometida; al menos 90 % de los individuos vivos sin daños fitosanitarios severos; 100 % de los individuos que requieran protección con protectores operativos; replante cuando el prendimiento sea inferior a 75 %. PAS 149: si al primer año la supervivencia es inferior a 75 % de la densidad inicial, se repondrán plantas en la temporada invernal siguiente; si al segundo año el prendimiento es igual o superior a 75 %, la plantación se considerará establecida. Cárcavas PAS 149: verificar que el manejo no produzca progresión de los procesos erosivos respecto de la condición registrada antes de la intervención.
Duración y frecuencia	Superficies temporales: inspección al término de la rehabilitación y una segunda inspección después de la primera temporada de lluvias. PAS 148: programa de seguimiento y mantención con hitos a 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 y 180 días, y a 12, 18 y 24 meses, incluyendo evaluación de riego durante las dos primeras temporadas estivales. PAS 149: evaluación del prendimiento y sobrevivencia durante los dos años posteriores al establecimiento, con reposición cuando corresponda; riego y mantención durante las dos primeras temporadas estivales según requerimiento. Cárcavas PAS 149: registro previo al manejo e inspección posterior a la temporada de lluvias, con identificación del sector y fotografías georreferenciadas comparables.
Método o procedimiento	Superficies temporales: inspección visual, ficha por sector y registro fotográfico georreferenciado. PAS 148 y 149: inspección de terreno, conteo o estimación reproducible de supervivencia/prendimiento, revisión del estado fitosanitario y medidas de protección, registro fotográfico y trazabilidad de riegos, control de competencia, reparación de protectores y replantes cuando corresponda.
Acciones ante desviaciones	Ante erosión, inestabilidad u obstrucción del drenaje se ejecutarán correcciones de perfilado, drenaje, control de erosión o revegetación. PAS 148: se aplicarán riegos suplementarios, control de competencia, reparación o reposición de protectores y

Tabla 9-6. Plan de seguimiento de recuperación de superficies y reforestación – PAS 148 y PAS 149	
	replante de individuos muertos o con daño irreversible; si el prendimiento es inferior a 75 %, se repondrá en la temporada de plantación siguiente. PAS 149: si la supervivencia al primer año es inferior a 75 %, se realizará replante durante la temporada invernal siguiente hasta recuperar la densidad comprometida. Cárcavas PAS 149: ante evolución de los procesos erosivos se implementarán medidas complementarias de control de erosión y se verificará su resultado.
Reporte	Superficies temporales: informe consolidado al término de la construcción y verificación posterior a la primera temporada de lluvias. PAS 148: registro de cada seguimiento e informe técnico anual a CONAF con resultados, estado de establecimiento y supervivencia, registro fotográfico y medidas correctivas implementadas. PAS 149: registros de seguimiento y antecedentes de prendimiento, sobrevivencia, mantención y replante conforme al Plan de Manejo y a los requerimientos de CONAF, incluyendo los resultados de inspección de cárcavas y las medidas complementarias ejecutadas.
Organismo competente	Superintendencia del Medio Ambiente y Corporación Nacional Forestal, según corresponda.

Fuente: Elaboración Propia

2.7 SEGUIMIENTO DE AVIFAUNA DURANTE LA OPERACIÓN

El seguimiento de avifauna se realizará durante la fase de operación de la Línea de Transmisión 2x66 kV Las Delicias–Coiquén. El programa integra el monitoreo del comportamiento y tránsito aéreo de las aves, la verificación del estado de los Elementos Desviadores de Vuelo (EDV) y peinetas anti-percha, y la búsqueda y remoción de carcasas en el sector comprendido entre TA-04 y TA-06. La metodología, frecuencias, criterios y reportabilidad corresponden a los definidos por el especialista de avifauna en los CAV y se contrastan con la Caracterización Ambiental de Tránsito Aéreo Rev. 0.

Tabla 9-7. Plan de seguimiento de avifauna durante la operación	
Componente ambiental	Fauna terrestre – avifauna.
Variable objeto de seguimiento	Comportamiento de la avifauna y su interacción con la Línea de Transmisión 2x66 kV Las Delicias–Coiquén; efectividad de los Elementos Desviadores de Vuelo (EDV) y peinetas anti-percha; estado y permanencia de los dispositivos; y ocurrencia de mortalidad por colisión y/o electrocución.
Fase de aplicación	Operación.

Tabla 9-7. Plan de seguimiento de avifauna durante la operación	
Ubicación de los puntos de control	Monitoreo de avifauna: estaciones TA-04 (E 716.765; N 5.984.300), TA-05 (E 716.955; N 5.982.546) y TA-06 (E 716.815; N 5.981.410), coordenadas UTM WGS84 Huso 18S. Verificación de dispositivos: sector TA-04 a TA-06, incluyendo 11 torres con peinetas anti-percha y los EDV instalados entre torres 10–16 y 17–20. Búsqueda de carcasas: sector entre torres 10 y 20, incluyendo las áreas bajo las estructuras y los vanos, mediante una franja de prospección de 30 m a cada lado del eje del tendido.
Parámetros	Monitoreo de avifauna: especie, número de individuos, riqueza, abundancia, frecuencia de vuelo, dirección, altura de vuelo (<10 m; 10–40 m; >40 m), tipo de vuelo, uso de estructuras como sitios de percha, aproximación, cruce, cambio de trayectoria o evitación, respuesta frente a EDV y peinetas anti-percha e Índice de Evitación (IE). Estado de dispositivos: permanencia, pérdida, daño, deterioro, mantención y reposición. Mortalidad: especie o nivel taxonómico más preciso posible, número de individuos, coordenadas UTM, fecha y hora, condición del ejemplar, estructura o vano asociado, registro fotográfico y causa probable del evento.
Criterio de evaluación	El monitoreo se comparará con la condición registrada en el Capítulo 2 / Anexo 2.11 Caracterización Ambiental de Tránsito Aéreo y con los resultados de años anteriores. La efectividad de los EDV se evaluará mediante el Índice de Evitación: IE (%) = (número de aves que evitan o esquivan el tendido / número total de aves observadas volando) × 100. Para la mortalidad se considerará, conforme al CAV del especialista, un umbral de referencia de 17 individuos de avifauna por año en el sector TA-04–TA-06 (torres 10–20). Si se supera dicho valor se realizará un análisis integrado de las especies involucradas, su estado de conservación, ubicación y recurrencia de los hallazgos, estructuras asociadas y resultados de los otros seguimientos. El umbral de referencia de 17 individuos por año corresponde al criterio propuesto por el especialista para el tramo TA-04–TA-06. Su fundamento considera los 338 vuelos registrados en dicho tramo durante la Caracterización Ambiental de Tránsito Aéreo y un valor de referencia precautorio equivalente al 5 % de esos registros, correspondiente a 16,9 individuos, aproximado a 17 individuos por año, atendida la variabilidad de las tasas de colisión y la ausencia de un umbral universal de significancia.
Duración y frecuencia	Monitoreo de avifauna: primeros tres años de operación. Año 1: campañas mensuales; años 2 y 3: campañas estacionales, una por estación del año. Al término del tercer año se realizará una evaluación integrada de patrones de vuelo, Índice de Evitación, efectividad de las medidas y mortalidad, que determinará la necesidad de continuar durante el cuarto y/o quinto año. Si se requiere continuidad, el seguimiento podrá focalizarse en períodos, especies, estructuras o sectores con mayores interacciones o desviaciones; en ausencia de antecedentes que la justifiquen, podrá finalizar al término del tercer año. La frecuencia podrá ajustarse o intensificarse en los períodos o sectores identificados durante el primer

Tabla 9-7. Plan de seguimiento de avifauna durante la operación	
	año, conforme al CAV. Verificación de EDV y peinetas: coincidente con las campañas de avifauna durante los primeros tres años (mensual el primero y estacional el segundo y tercero); desde el cuarto año será anual durante toda la operación y podrá coincidir con las campañas adicionales de avifauna que se ejecuten. Búsqueda de carcasas: primeros tres años de operación; durante el primer año las prospecciones serán mensuales. La frecuencia del segundo y tercer año se evaluará en función de los resultados del primero. Al término del tercer año se evaluará técnicamente la continuidad del compromiso.
Método o procedimiento	Riqueza y abundancia: parcelas circulares de radio ilimitado durante 10 minutos por estación en cada período del día, mañana y tarde. Tránsito aéreo: observaciones en campo visual de 180°, con binoculares y cámara fotográfica, con un esfuerzo de 6 horas por punto y campaña, distribuido en dos bloques continuos de 3 horas: 08:30–11:30 y 15:30–18:30. Se mantendrá una intensidad comparable con la caracterización ambiental. Búsqueda de carcasas: recorridos pedestres sistemáticos en la faja de servidumbre, con recorridos aproximadamente cada 10 m y prospección del sector definido. Las actividades serán realizadas por personal capacitado y al menos un profesional con experiencia en avifauna. Los hallazgos serán registrados y las carcasas serán removidas con elementos de bioseguridad, para evitar doble contabilización y disminuir la atracción de carroñeros. La metodología de búsqueda de carcasas considera como referencia Atienza, J. C., Martín Fierro, I., Infante, O., Valls, J. & Domínguez, J. (2011). Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos. Versión 3.0. SEO/BirdLife, Madrid.
Acciones ante desviaciones	Si se identifican desviaciones respecto de la condición de referencia, cambios en los patrones de vuelo, deterioro o pérdida de dispositivos, o superación del umbral de referencia de mortalidad, se realizará un análisis integrado de los antecedentes. Se efectuará la mantención o reposición de EDV y peinetas cuando corresponda y se evaluará la necesidad de reforzar las medidas implementadas o adoptar medidas adicionales.
Reporte	Plan de Monitoreo de Avifauna: informe técnico anual que integre riqueza, abundancia, frecuencia, altura, tipo y dirección de vuelo, comportamiento frente a la infraestructura, respuesta frente a EDV y peinetas, Índice de Evitación y antecedentes de mortalidad. Los informes anuales serán ingresados al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental de la SMA. Búsqueda de carcasas: durante el primer año se emitirán informes mensuales que consoliden las campañas mensuales, en un plazo no superior a 30 días corridos desde el cierre de cada mes. Para el segundo y tercer año la periodicidad será concordante con la frecuencia de búsqueda definida. Al término del tercer año se elaborará un informe consolidado. Los informes de este seguimiento serán ingresados a la SMA, con copia al SAG.

Tabla 9-7. Plan de seguimiento de avifauna durante la operación	
Organismo competente	Superintendencia del Medio Ambiente y Servicio Agrícola y Ganadero, según corresponda.

Fuente: Elaboración Propia