




# Pauta de Evaluación Ambiental Proyectos Lineales D-PR-GA-008

	<b>DOCUMENTO GENERAL</b>
	<b>PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL</b> <b>PROYECTOS LINEALES</b>

## 1. Objetivos y Alcance

El propósito de este documento es contribuir a la homologación de criterios de evaluación ambiental en materias específicas de proyectos lineales sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), según los siguientes literales del artículo 3º del DS N° 95:

- b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones.
- c) Centrales generadoras de energía: referido sólo a parques eólicos.
- e) Vías férreas, autopistas, caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas.
- j) Oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos.

Estas recomendaciones se complementan con las entregadas para los componentes ambientales: formaciones vegetales y flora silvestre, fauna silvestre y recurso natural suelo que se indican en la bibliografía.

Los criterios de evaluación incluidos en esta guía son recomendaciones técnicas de apoyo en la elaboración de los Informes de funcionarios del Programa de Protección de Recursos Naturales Renovables del SAG que participan en la evaluación de proyectos.

## 2. Descripción del Proyecto

La descripción del proyecto ingresado al SEIA, ya sea como Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o como Estudio de Impacto Ambiental (EIA), debería incluir una descripción detallada de la obra, acción o actividad del proyecto y según corresponda los siguientes antecedentes:

### **Antecedentes sobre las obras y actividades:**

- Localización político administrativa: Región, la(s) Provincia(s), Comuna(s), Localidad(es) o Sector(es) donde se localizará el proyecto, según la división política administrativa del país.
- Características de la línea de transmisión: longitud del trazado (Km), N° torres y altura, voltaje (kV) y circuitos, ancho de camino, ancho faja de servidumbre y seguridad (m), características de los dispositivos (visualizadores línea o uso de señales) y la ubicación de los mismos, entre otras.
- Representación cartográfica: Corresponde a la georreferenciación del área geográfica en que se emplazan las obras e instalaciones y se

**PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL  
PROYECTOS LINEALES**


realizan las actividades asociadas al proyecto. La superficie a intervenir por éste se debe realizar en sistema de coordenadas UTM: Datum WGS 84 y Huso 18 o 19, según corresponda, identificando el contorno de éste (Vértices del trazado y ubicación de torres/aerogeneradores).

- Señalar en el plano distancias y/o interacciones con áreas protegidas, sitios prioritarios de biodiversidad, sitios de alto valor patrimonial ambiental, si corresponde.
- Si el proyecto considera la construcción de una sub estación o contempla conectar la energía a una subestación existente, debe ser identificada.
- En caso de procesos de extracción de materiales y/o escarpe de capa superficial de suelo, se deberían presentar los antecedentes descriptivos de éstos y estimación material a remover: Volumen (m<sup>3</sup>) y Ton (Remitirse a Guía de Evaluación Ambiental Recurso Natural Suelo del SAG 2011, documento disponible en la pág. Web del Servicio).
- Etapas del proceso, indicando cronograma de actividades, descripción de cada una de ellas, y vida útil del proyecto.

### **3. Caracterización de la línea base**

En este punto se debería considerar los siguientes antecedentes del área de influencia del proyecto basado en metodologías fundamentadas técnicamente:

- Caracterización de factores climáticos, tales como vientos y precipitaciones, que puedan incidir en la activación de procesos erosivos de suelo.
- Descripción y clasificación del suelo de acuerdo a la susceptibilidad a erosión, erodabilidad, pendiente, en particular en los sitios de intervención de suelo del proyecto.
- Caracterización y georreferenciación de las formaciones vegetacionales y determinación de las especies de flora silvestre en el área de influencia del proyecto, su categoría de conservación, abundancia (densidad) y cobertura (%).
- Descripción de los sistemas vegetacionales azonales terrestres que pueden ser afectados por las obras.
- Identificación de las zonas sensibles para la fauna silvestre por la presencia, cantidad, problemas de conservación que podrán ser impactadas por el proyecto, como son: humedales, zonas de concentración de especies (nidificación, alimentación) y corredores

	<b>DOCUMENTO GENERAL</b>
	<b>PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL</b> <b>PROYECTOS LINEALES</b>

biológicos, así como lugares de paso frecuente de fauna (pasos sobre carreteras, identificación de rutas migratorias o de cambios diarios de aves).

- Otros antecedentes sobre la línea base de fauna silvestre se presentan en la Guía de Evaluación Ambiental Recurso Natural Fauna, 2012 del SAG.

## **4. Impactos Ambientales del Proyecto**

En este capítulo, conforme con lo establecido en el artículo 12 letra d) de la Ley 19.300, y letra g) del artículo 12 del Reglamento del SEIA, se deberá demostrar que el proyecto no generará impactos negativos, o en su defecto se deberá presentar las medidas ambientales para subsana los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables.

### **4.1. Fauna Silvestre:**

Con respecto al componente fauna silvestre, los principales impactos negativos que generan los proyectos lineales son:

- **Destrucción de hábitat**

El impacto en fauna por destrucción de hábitat (remoción del suelo, de vegetación, alteración de disponibilidad hídrica por intervención de cauces durante la fase de construcción de esta tipología de proyecto, afectando principalmente especies de baja movilidad, crías en madrigueras y aves en período de nidificación.

- **Fragmentación**

La fragmentación ocurre cuando un área que constituye hábitat de importancia para la fauna silvestre tales como humedales, quebradas o corredores biológicos, entre otros, son divididos, por caminos, canales, vías férreas, o cualquier otra barrera que impida el libre desplazamiento de las especies, este impacto es perceptible durante la etapa de construcción y operación del proyecto.

En este impacto se deberían considerar por una parte las especies de mayor tamaño tales como mesomamíferos cuando se este evaluando proyectos tales como autopistas o caminos y por otra parte los posibles impactos de ductos sobre fauna silvestre de baja movilidad tales como reptiles y anfibios.

PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL  
PROYECTOS LINEALES

El atropellamiento es un impacto derivado de la fragmentación causada por autopistas. El atropellamiento y la frecuencia están relacionados con diversos factores, tales como: flujo vehicular, velocidad, anchura de la vía y comportamiento de las especies.

- **Colisión y/o electrocución**

Estos impactos ocurren durante la etapa de operación del proyecto afectando a las aves y es causado por los proyectos de líneas de alta tensión eléctrica e instalación de aerogeneradores, y en particular en zonas de concentración de aves, tales como humedales y buitreras.

- **Colisión**


El impacto por colisión de aves que se expresa como daño físico (fractura de cuello, de alas y patas) o muerte del individuo, se presenta principalmente en las líneas de transmisión eléctricas de tensión igual o superior a los 110 kV, debido al alto número de conductores, la baja visibilidad del cable de guardia, la altura de las torres y aerogeneradores, y la gran distancia entre éstas.

Las especies que son susceptibles a colisionar con este tipo de proyectos corresponden principalmente a las de mayor tamaño, esto debido a la menor maniobrabilidad que presentan estas (Órdenes: *anseriformes*, *ciconiformes* y *falconiformes*), y la especie *quirópteros* en aerogeneradores. Sin embargo, se debe evaluar el impacto por colisión en todas las especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto.

- **Electrocución**

La electrocución de aves se produce por contacto con dos conductores (cables energizados) simultáneamente, o con un conductor y una superficie conectada a tierra (torre, estructura).

La ocurrencia de electrocución está más relacionada con el diseño de la ingeniería del tendido eléctrico y con líneas de distribución, debido a la menor distancia entre los puntos energizados.

	<b>DOCUMENTO GENERAL</b>
	<b>PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL</b> <b>PROYECTOS LINEALES</b>

#### **4.2. Flora Silvestre:**

- **Corta o poda en la faja de servidumbre:**

Las actividades de mayor impacto sobre el componente formaciones vegetales y flora silvestre corresponden a la fase de construcción del proyecto, producto del despeje o corta de vegetación (total o parcial) para la preparación de la faja de servidumbre.

En el caso que se requiera cortar toda la vegetación existente se genera pérdida de cobertura vegetal y eventualmente afectación de especies en categoría de conservación.

Cambios en el nivel de hidromorfismo a condiciones más xeromórficas por alteración de suministro hídrico pueden generar impacto significativo de la vegetación azonal hídrica terrestre y de especies de flora silvestre.

#### **4.3. Recurso suelo:**

Los principales impactos que pueden ser generados por estas actividades antrópicas en el recurso suelo, son los siguientes:

- **Pérdida de horizonte superficial:** Se produce pérdida del horizonte superficial por el retiro de la capa vegetal por despeje de vegetación y escarpe. Ejemplo: construcción zanjas para instalación de ductos, caminos, etc.
- **Compactación de suelo:** Se produce por habilitación de huellas de caminos y senderos de penetración temporales, tránsito de maquinarias, otros.
- **Activación procesos erosivos:**

Corresponde a la pérdida por remoción física de la capa superficial de suelo, lo que está en función de las propiedades físicas del suelo, pendiente del terreno, cobertura vegetal y las actividades de intervención del proyecto (movimientos de tierra, habilitación de huellas, excavación para fundaciones, instalación de torres, plazas de lanzamiento del conductor, otros).

Se debería presentar un mapa de riesgo de activación de procesos erosivos considerando el estudio de suelos del lugar, pendiente, cobertura vegetal y el grado de intervención del proyecto.

## 5. Medidas Ambientales

- Medidas de mitigación de impactos en componente Fauna Silvestre:

- **Destrucción de hábitat:**

- a) Para mitigar el impacto se debería implementar un plan de perturbación controlada, esta medida tiene por objetivo promover el desplazamiento de los individuos por sus propios medios (reptiles, micromamíferos), a sectores aledaños que no serán intervenidos por el proyecto, permitiendo vías de escape hacia áreas favorables. Medida de mitigación menos invasiva que el Plan de captura (rescate y relocalización) para este tipo de proyectos lineales.

Para mayores antecedentes remitirse al Punto 6.1 c) y d) "Guía Componente Fauna Silvestre, SAG 2012".

- b) Para mitigar los impactos sobre nidos y madrigueras se debería planificar el desarrollo de las obras en los periodos distintos a los de reproducción y/o hibernación, para las especies potencialmente amenazadas y/o catalogadas en algún estado de conservación y protegidas por la legislación.
- c) En el caso de generar efectos significativos en anfibios (en categoría de conservación y áreas de reproducción), se debería realizar un rescate y relocalización. La pertinencia de esta medida dependerá de las posibilidades de éxito de la implementación de la medida.

- **Fragmentación:**

- a) En autopistas nuevas, que atraviesen por lugares que son de importancia para la fauna silvestre, tales como humedales, quebradas o corredores biológicos entre otros, se pueden establecer las siguientes medidas de mitigación.
- Construcción de infraestructura tales como:
  - Sistema de cercado
  - Pasos o atravesos para fauna silvestre
- Se debería fomentar el tránsito y atraveso de fauna silvestre por zonas acondicionadas que fomenten su uso por medio de un sistema de cercado y una adecuación de hábitat (vegetación, pircas, aguadas, entre otros) que ayude a canalizar el flujo de animales y así mantener conectividad en ambientes de importancia para la fauna silvestre.
- Señalizaciones que indique la presencia de fauna silvestre protegida para incentivar su cuidado a través de la restricción de velocidad.
- Reductores de velocidad, pasos o alcantarillas adecuadas para el flujo de la fauna afectada (ejemplo: huemules, pudúes, entre otros).

PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL  
PROYECTOS LINEALES

- b) Para mejoramiento de caminos ya existentes y que atraviesen por lugares que son de importancia para la fauna silvestre, tales como humedales, quebradas o corredores biológicos entre otros, se pueden establecer las siguientes medidas de mitigación.
  - o Preservación de corredores biológicos ya existentes para la fauna silvestre por medio de atravesos de fauna con el fin de minimizar la fragmentación.
  - o Señalizaciones que indique la presencia de fauna silvestre protegida para incentivar su cuidado a través de la restricción de velocidad.

En cuanto a las líneas de transmisión se debe evitar la tala rasa y procurar mantener la vegetación controlando la altura (4 metros) para no interferir con la operación de la línea (art.111.5 de NSEG 5. E.N 71) y mantener la continuidad de hábitat.

Para el caso de ductos, se debería minimizar el posible efecto de barrera que generan algunas actividades como construcción de caminos y de ductos abiertos, que pueden establecer serias limitaciones al desplazamiento de algunas especies de fauna silvestre, especialmente reptiles y anfibios. La principal medida de mitigación utilizada en este impacto corresponde al soterramiento de las obras.

Se debería considerar la construcción de obras de arte que permitan continuidad de suministro superficial hídrico aguas abajo de las obras que contempla el proyecto, en humedales y/o sistemas azonales hídricos terrestres. En el caso que el proyecto contemple enterramiento de obras que interrumpen la estrata subsuperficial que determina la presencia del humedal, se debiera contemplar la restitución de la continuidad de esta estrata impermeable a través de estructuras artificiales como es el caso de geomembranas, arcillas, entre otras.

- Medidas de mitigación de impacto por colisión y electrocución:


- o **Colisión**

- Implementación de visualizadores de línea: espirales o balizas en cada tramo donde la línea cruce cuerpos de aguas (humedales, cruces de ríos, lagos y lagunas) y zonas de importancia para la avifauna. Ejemplo: Triángulos rojos de 30 cm.- 50 cm., boyas rojas o marcadores fluorescentes.

- Implementación de sistema ultrasonido para evitar colisión en líneas de transmisión y en aerogeneradores.

Las hélices (aerogeneradores) son cubiertas de una pintura reflectante utilizada como disuasivo para disminuir la colisión.



	<b>DOCUMENTO GENERAL</b>
	<b>PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL</b> <b>PROYECTOS LINEALES</b>

-Conductores dispuestos en horizontal ya que de esta forma se facilita su visualización.

-Instalación de un cable de guardia de mayor diámetro y marcaje, para que las aves alcancen a esquivarlos.

o **Electrocución**

-Para el caso de aves de mayor tamaño se considera una separación de las fases de al menos 1,5 m. En efecto, mientras mayor la separación entre los conductores menores riesgos de electrocución.

-El diseño de las piezas y uniones de las estructuras (ingeniería del tendido) que sostienen los conductores, evite el aperchamiento de las aves. Recubrimiento y protección de líneas eléctricas en áreas de despegue y aterrizaje de aves.

- Medidas de mitigación de impactos en el componente Vegetación y flora Silvestre:
  - En orden de prioridad son:
    - restricción de la corta o de alteración de la vegetación de los ecosistemas singulares y de especies en categoría de conservación.
    - rescate y trasplante de los ejemplares que se encuentran en el área de influencia del proyecto, y en caso que esto no sea factible de realizar, se debiera recurrir a la revegetación a partir de la siembra directa y/o plantación (viverización).

Para mayores antecedentes remitirse al punto 4.3 de la Guía de Evaluación Ambiental Vegetación y Flora Silvestre del SAG.

- Medidas de mitigación y prevención de riesgo de erosión de suelo:
  - Minimizar la extracción de vegetación, de forma de mantener la cobertura vegetal y estabilidad de las laderas.
  - Restablecimiento de cubiertas vegetales permanentes arbóreas, arbustivas y herbáceas con el propósito de aumentar la rugosidad superficial del terreno, utilizando la capa de suelo proveniente del escarpe del proyecto, si corresponde.
  - Implementar sistemas de estabilización de taludes en los tramos donde se verifique cortes en laderas y siembra de las áreas alteradas.

**PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL  
PROYECTOS LINEALES**

En sectores con alto riesgo de activación de procesos erosivos, principalmente por el factor pendiente se pueden considerar las siguientes medidas técnicas especiales y/o en que la caída pluviométrica anual lo requiera:

-Estabilización física: Construcción de obras como empalizadas, obras de arte, canaletas de coronación, y en los casos que se amerite.

Para evitar la erosión hídrica del suelo se sugieren: canales de intercepción de aguas lluvias, canales perimetrales, manejo de quebradas, entre otras.

- Medidas de restauración de pérdida de recurso natural suelo:
  - Acopio y disposición en zanjas de material proveniente del escarpe y nivelación del terreno.

## **6. Seguimiento**

El Plan de seguimiento Ambiental del proyecto deberá tener por finalidad asegurar en todo momento que las medidas de mitigación de las variables ambientales sujetas a control sean las adecuadas.

### Flora silvestre

Se debería incluir un seguimiento de la presencia y cobertura de formaciones vegetacionales azonales, definiendo un indicador que permita evaluar la dinámica de cambio de la vegetación en el tiempo, asociada a las variaciones de humedad o al grado de hidromorfismo del sitio.

### Fauna Silvestre

El plan de seguimiento por colisión y de electrocución en líneas de transmisión eléctrica y aerogeneradores debería incluir inspecciones visuales periódicas y registros de individuos afectados que contenga:

Ubicación en que se detectó el ejemplares: lugar /sector, numero de torre o aerogenerador (Coordenadas UTM, WGS 84).

Fecha: Día-mes-año-hora.

Identificación de especie: cantidad de ejemplares por especie, tipo de especie, descripción del estado (herida), edad aproximada (juvenil, adulto).



## DOCUMENTO GENERAL

### PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PROYECTOS LINEALES

Registro fotográfico.

Indicador de resultados: N° de ejemplares de aves afectadas (muertas/daño físico).

Nombre del observador.

El plan de seguimiento de medidas de mitigación de fragmentación de hábitat generada por caminos o carreteras, debería incluir según corresponda:

La inspección visual periódica y mantención de registros de individuos de fauna afectados por atropellamiento, que contenga los mismos datos del registro antes mencionado.


El monitoreo para verificar el uso de los pasos o atravesos habilitados para la fauna silvestre debería basarse en la identificación en terreno con muestreo no invasivos (trampas cámara, trampas de huellas, identificación fecas, entre otras), según las especies determinadas en la línea base del proyecto.

La manipulación de fauna silvestre se debería basar en un protocolo de bioseguridad.

El seguimiento de planes de captura y relocalización de fauna silvestre se presenta en la "Guía Componente Fauna Silvestre, SAG 2012". Toda vez que éste es necesario en caso de no ser suficiente el Plan de Perturbación Controlada y se encuentren especies que deban ser capturadas y relocalizadas.

#### Recurso Suelo

Plan de seguimiento del cumplimiento del grado de revegetación comprometida por el proyecto y detección de focos de erosión o de arrastre de suelos. Al realizar estos monitoreos a modo de ejemplo, se debería poner especial cuidado en aquellas bases de las torres que presenten evidencias de acumulación de materiales disgregados, presencia de surcos y cárcavas, y otras singularidades similares. La selección de los indicadores del plan de monitoreo y seguimiento deben permitir caracterizar el estado y evolución del componente suelo y verificar que su comportamiento se encuentra dentro de lo previsto durante la evaluación del proyecto.

	<b>DOCUMENTO GENERAL</b>
	<b>PAUTA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL</b> <b>PROYECTOS LINEALES</b>

## 7. Referencias técnicas y Bibliografía revisada:

- Guías de Evaluación Ambiental: vegetación y flora silvestre, fauna silvestre y recurso natural suelo. ([www.sag.gob.cl](http://www.sag.gob.cl)).
- De la Zerda, S. y Rosselli L. 2003. Mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda. Ornitología Colombiana, 1 (42-62).
- Proyectos ingresados y fiscalizados en el SEIA:( [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl)).
- Arroyave María del Pilar.*et al*/ 2006 Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín Colombia, 5 (45-57).
- <http://revista.eia.edu.co/articulos5/art35.pdf> Revista EIA, ISSN 1794-1237.
- Ahumada M. y Faúndez L. 2009. Guía descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVATH). Diproren, Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, 114 pp.
- Directrices para la evaluación de impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0, Enero 2012), SEO/ Birdlife/ Madrid, [www.seo.org](http://www.seo.org).