APÉNDICE D.1. INFORME DE MONITOREO DE TRÁNSITO AÉREO DE AVES INVIERNO

PROYECTO

PARQUE SOLAR EL VALLE Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN 1X110 KV

NOVIEMBRE 2026

EL VALLE SPA

SOCOAM - Sociedad de Consultoría Ambiental Ltda.
Fono: (56-32) 2683222
contacto@socoam.cl
www.socoam.cl

Profesional a cargo



Denis Encina Troncoso
Médico Veterinario

Profesional asistente



Constanza Olivares Zúñiga
Médico Veterinario

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Índice de Contenido

1 Introducción 5
2 Objetivos 5
2.1 Objetivo general 5
2.2 Objetivos específicos 5
3 Antecedentes de interacciones entre avifauna y líneas de transmisión eléctrica 6
4 Área de influencia 6
5 Campaña de terreno y esfuerzo de muestreo 11
6 Metodología 11
6.1 Diseño del muestreo 11
6.2 Monitoreo diurno 13
6.3 Monitoreo crepuscular y nocturno 15
7 Índice de riesgo para avifauna 16
8 Presentación y análisis de resultados 20
8.1 Riqueza de especies 20
8.2 Frecuencia de vuelos 22
8.3 Dirección de vuelo 24
8.4 Patrón horario de vuelos 27
8.5 Rango de altura de vuelo 27
9 Evaluación preliminar de interacción con las obras del Proyecto 33
9.1. Clasificación del riesgo de colisión de avifauna 34
10 Consideraciones para medidas y seguimiento 35
11 Análisis y conclusiones 35
12 Bibliografía 39

Índice de gráficos

Gráfico 1 Gráfico de abundancia por familias 21
Gráfico 2 Grafico de riqueza por familias 22
Gráfico 3 Frecuencia de eventos de vuelos por estación de monitoreo 23
Gráfico 4 Vuelos por dirección 24

Índice de figuras

Figura 1 Área de influencia del Proyecto. 8
Figura 2 Área de estudio y área de influencia de la LTE del proyecto 9

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Figura 3 Ambientes identificados en el Área de Influencia 10
Figura 4 Puntos de avistamiento de aves en la LTE 14
Figura 5 Ubicación de estaciones de monitoreo nocturno en LTE 15

Índice de tablas

Tabla 1 Ambientes del área de influencia 10
Tabla 2 Esfuerzo de muestreo del estudio de rutas de vuelo 11
Tabla 3 Coordenadas de puntos de avistamiento de aves 14
Tabla 4 Coordenadas puntos de monitoreo nocturno (playback) 16
Tabla 5 Caracterización del tránsito aéreo y rutas de vuelo 16
Tabla 6 Probabilidad de riesgo según familia de especies 18
Tabla 7 Frecuencia de vuelos 19
Tabla 8 Dirección de vuelo 19
Tabla 9 Altura de vuelos 19
Tabla 10 Índice de riesgo de colisión 20
Tabla 11 Riqueza de especies registradas durante el monitoreo de rutas de vuelo 20
Tabla 12 Frecuencia de eventos de vuelo por estación de monitoreo 22
Tabla 13 Distribución general de direcciones de vuelo 24
Tabla 14. Dirección de vuelo en la estación prioritaria en relación con la LTE 25
Tabla 15. Distribución de vuelos por bloque horario 27
Tabla 16. Distribución de vuelos por rango de altura en puntos de avistamientos cercanos a LTE 28
Tabla 17. Altura de vuelo por especie en la estación prioritaria (estación con registros más relevantes) 28
Tabla 18 Matriz interpretativa de exposición potencial a la LTE (no reemplaza el IR) 29
Tabla 19 Índice de Riesgo de las especies de PA1 31
Tabla 20 Índice de Riesgo de las especies de PA2 31
Tabla 21 Índice de Riesgo de las especies de PA3 31
Tabla 22 Índice de Riesgo de las especies de PA4 31
Tabla 23 Índice de Riesgo de las especies de PA5 31
Tabla 24 Índice de Riesgo de las especies de PA6 32
Tabla 25 Índice de Riesgo de las especies de PA7 32
Tabla 26 Índice de Riesgo de las especies de PA8 32
Tabla 27 Índice de Riesgo de las especies de PA11 32
Tabla 28 Índice de Riesgo de las especies de PA12 33
Tabla 29 Índice de Riesgo de las especies de PB4 33

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

1 Introducción

Este informe presenta los resultados del estudio de rutas de vuelo de aves realizado para el Proyecto Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV, ubicado en la comuna de La Estrella, provincia de Cardenal Caro, Región de O’Higgins. En este contexto, se describe el uso del espacio aéreo por parte de las especies registradas, considerando sus desplazamientos dentro del área de estudio y su relación con las características del entorno.

El análisis se basa en registros directos obtenidos en terreno, los que permiten caracterizar los patrones de tránsito aéreo observados en distintos momentos del día. De esta forma, se entrega una visión integrada del comportamiento de las aves en el área, considerando la frecuencia de los vuelos, los sectores más utilizados y las dinámicas de desplazamiento detectadas.

Para complementar la comprensión del componente fauna, se consideran antecedentes de la línea base de invierno del proyecto, principalmente en lo relativo a la riqueza de especies registrada, su abundancia, los ambientes utilizados y su distribución general en el área. Sin embargo, el énfasis del presente informe se centra en la información generada específicamente durante el estudio de rutas de vuelo, incluyendo la dirección de desplazamiento de los individuos, los horarios de actividad, el número de ejemplares observados, la altura aproximada de vuelo y el comportamiento registrado.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general del estudio fue caracterizar la ocupación del espacio aéreo por aves dentro del área de influencia del Proyecto, con el fin de apoyar la predicción de interacciones potenciales con las obras proyectadas.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la riqueza de especies registradas durante el monitoreo de rutas de vuelo.
- Describir la frecuencia de vuelos por estación de monitoreo y por grupo de especies.
- Evaluar la dirección predominante de los desplazamientos en relación con el trazado de la LTE.
- Identificar patrones horarios de mayor actividad de vuelo.
- Reconocer los rangos de altura de vuelo más frecuentes y su proximidad respecto del vano de riesgo.
- Entregar antecedentes técnicos para el análisis de interacción entre fauna voladora y las obras del Proyecto.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

3 Antecedentes de interacciones entre avifauna y líneas de transmisión eléctrica

Las líneas de transmisión y distribución eléctrica pueden generar interacciones con fauna voladora, principalmente por colisión y electrocución en aves. La magnitud de estos efectos depende de una combinación de factores biológicos, estructurales y territoriales, entre ellos la maniobrabilidad de las especies, el uso de bandadas, los horarios de vuelo, la altura y disposición del cableado, la existencia de quebradas, cursos de agua, bordes de bosque y otros elementos del paisaje que funcionen como guías de desplazamiento.

En proyectos que incorporan infraestructura aérea, la sola presencia de aves en el área no implica por sí misma una condición de riesgo alta. Para estimar adecuadamente el nivel de exposición es necesario relacionar la presencia de especies con variables de movimiento, especialmente dirección, frecuencia, horario y altura de vuelo. Por ello, el presente informe da relevancia a la información levantada específicamente en el estudio de rutas de vuelo, sin limitarse a la caracterización general de la línea base.

4 Área de influencia

De acuerdo con lo establecido en el artículo 2°, letra a), del D.S. N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), el área de influencia corresponde al espacio geográfico cuyos atributos y elementos naturales deben ser considerados para determinar si un proyecto genera alguno de los efectos, características o circunstancias señalados en el artículo 11 de la Ley N° 19.300, o bien para justificar su inexistencia.

Para el estudio de tránsito aéreo de aves del Proyecto Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV, el análisis se circunscribe al sector asociado a la Línea de Transmisión Eléctrica (LTE), considerando las posibles interacciones entre los desplazamientos de la avifauna y la infraestructura eléctrica aérea proyectada.

Como referencia territorial, la cartografía proporcionada delimita un área de estudio de aproximadamente 133,25 ha y un área de influencia de 78,45 ha. Estas superficies permiten contextualizar espacialmente las observaciones de avifauna y su relación con el entorno de la infraestructura lineal.

A diferencia de otros componentes de fauna terrestre, cuya delimitación se relaciona principalmente con la intervención de hábitats y la movilidad de las especies sobre el terreno, el estudio de rutas de vuelo considera las características del desplazamiento aéreo de las aves, particularmente su dirección, frecuencia, horario y altura de vuelo.

En este sentido, la delimitación espacial del estudio responde a la necesidad de caracterizar los desplazamientos que presentan posibilidades de interacción con la LTE, especialmente aquellos que

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

atraviesan transversal o diagonalmente su trazado, así como los vuelos paralelos que se desarrollan en sus proximidades.

Para ello, el monitoreo contempla la observación del tránsito aéreo desde estaciones de avistamiento asociadas al corredor de la LTE, considerando las características topográficas, la distribución de la vegetación y la presencia de elementos del paisaje que puedan orientar los desplazamientos de la avifauna.

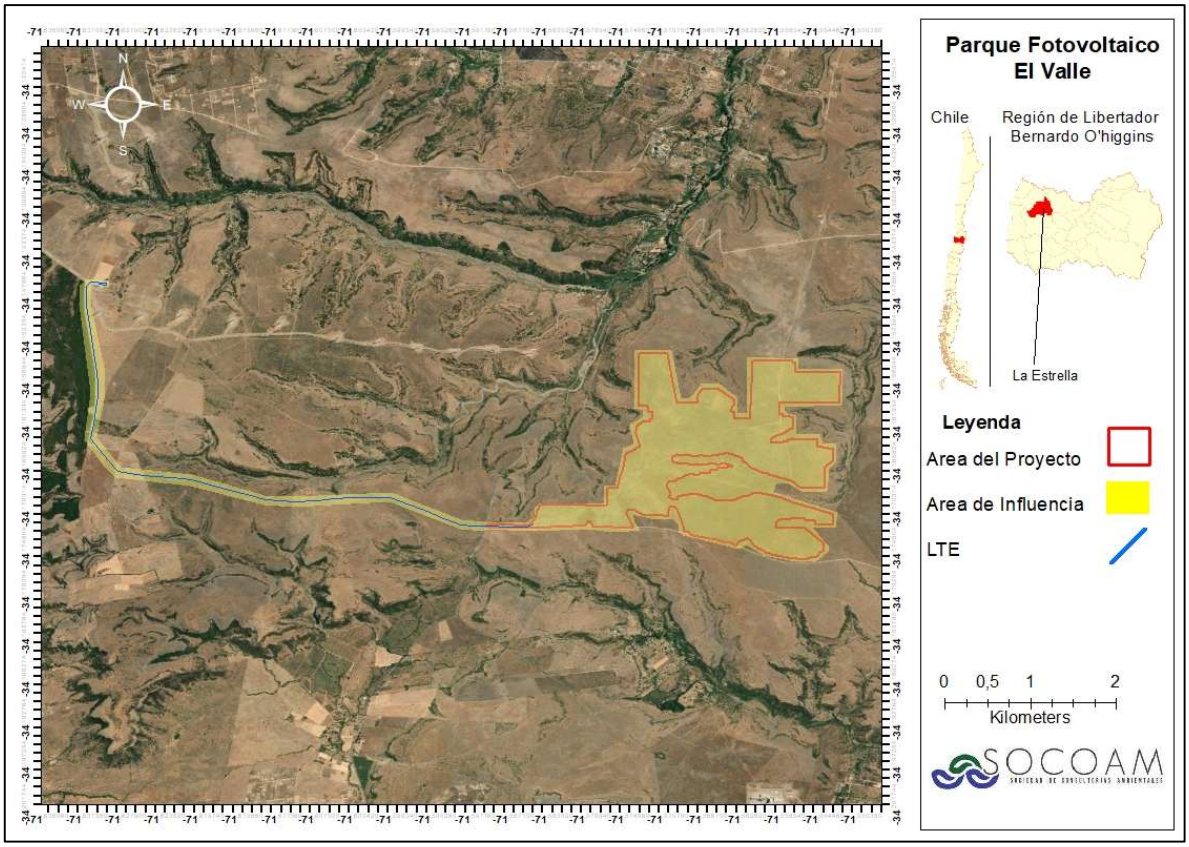
El análisis considera especialmente la relación entre las alturas de vuelo registradas y la disposición proyectada de los conductores y cables de guardia, con el propósito de reconocer situaciones de exposición potencial a colisión. Asimismo, se consideran las características biológicas y conductuales de las especies observadas, junto con la frecuencia y orientación de sus desplazamientos.

De esta manera, el estudio permite caracterizar la utilización del espacio aéreo en el entorno de la LTE y aportar antecedentes técnicos para la evaluación de las posibles interacciones entre la avifauna y la infraestructura eléctrica proyectada.

En la siguiente figura se presenta la delimitación espacial del área de estudio y del área de influencia considerada como referencia para el monitoreo de tránsito aéreo de aves.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

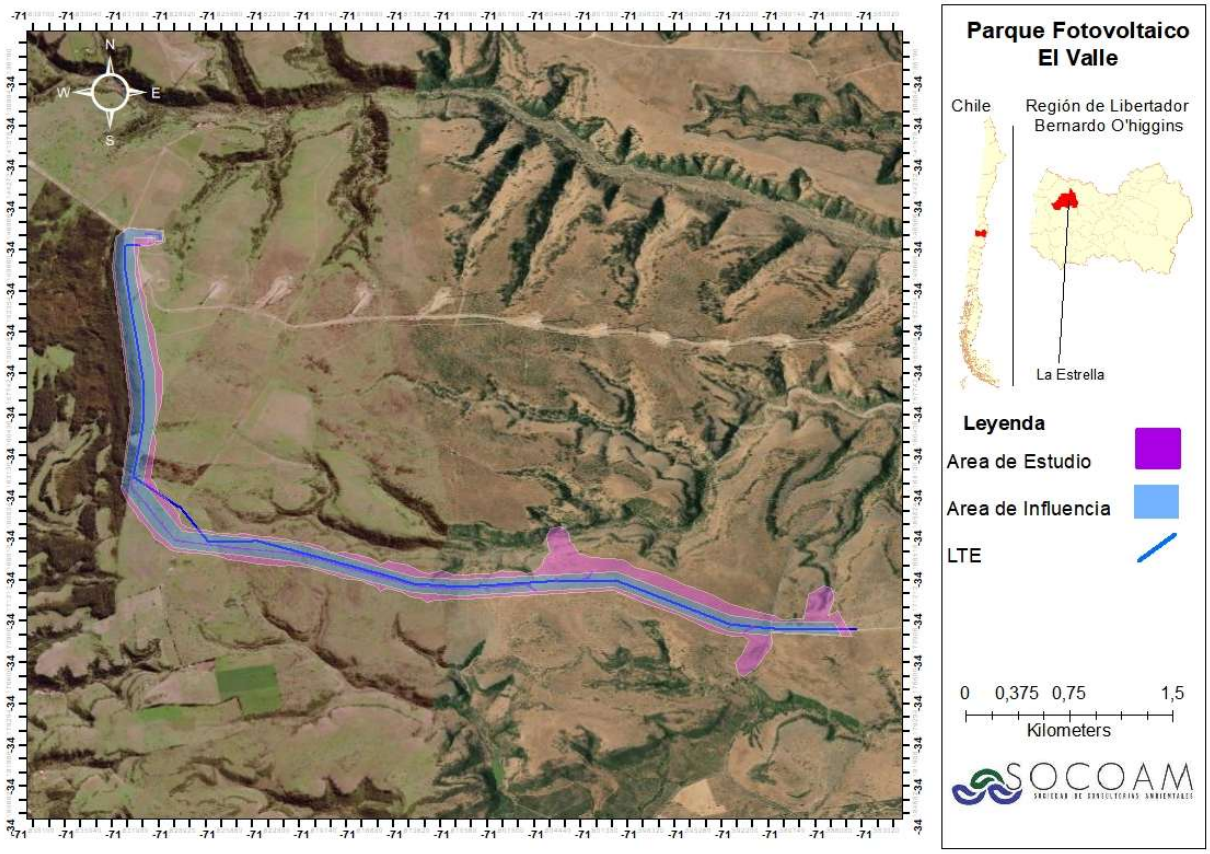
Figura 1 Área de influencia del Proyecto.



Fuente: Anexo VIII. Estudio Fauna.

(56 32) 2683222
Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar
www.socoam.cl

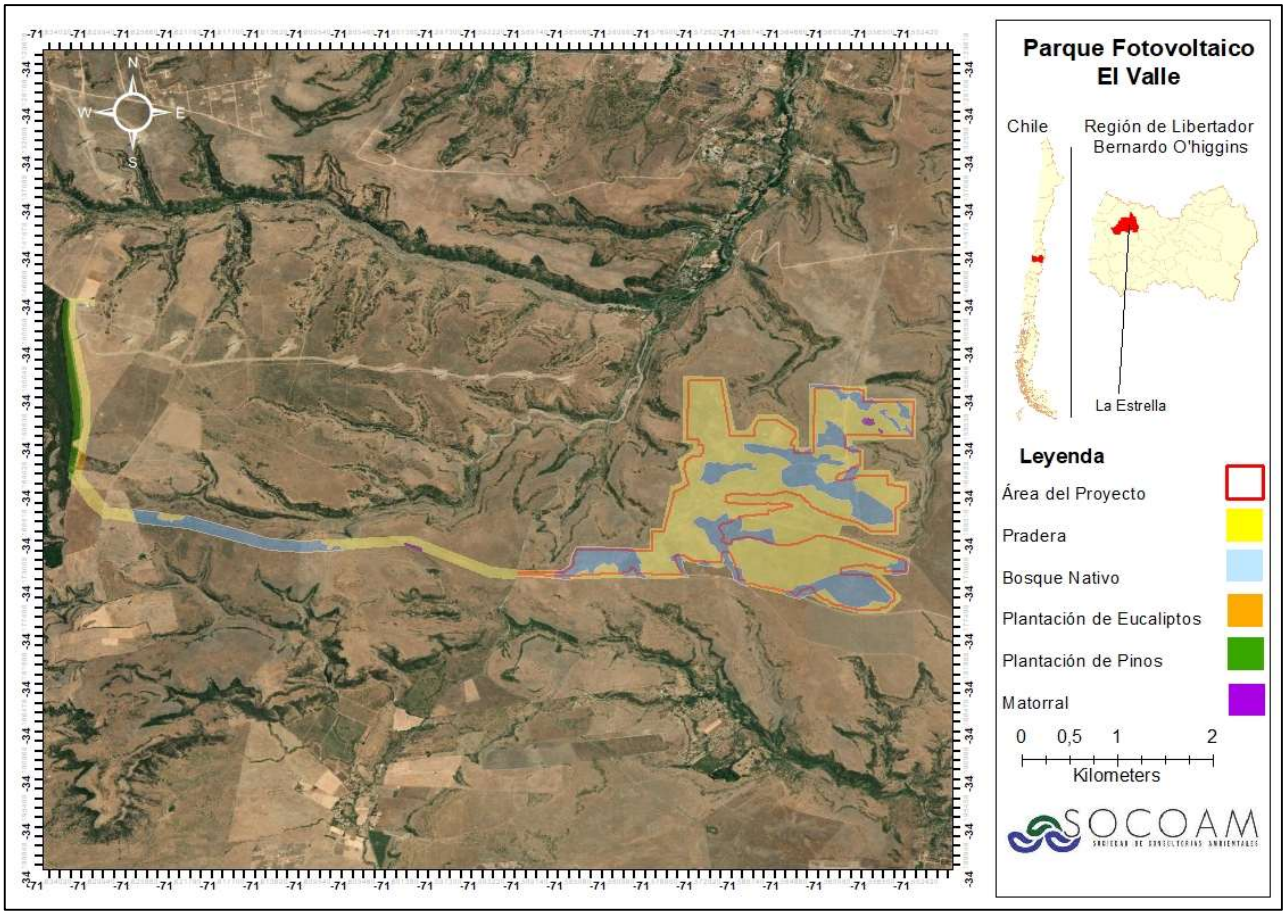
Figura 2 Área de estudio y área de influencia de la LTE del proyecto



Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222
Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar
www.socoam.cl

Figura 3 Ambientes identificados en el Área de Influencia



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Ambientes del área de influencia

AMBIENTE	SUPERFICIE (HA)	PROPORCIÓN (%)
Pradera	410,80	83,67
Bosque nativo	67,55	13,76
Plantación de eucalipto	0,90	0,18
Plantación de pino	10,60	2,16
Matorral	1,15	0,23
Total	491	100

Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

5 Campaña de terreno y esfuerzo de muestreo

El estudio de rutas de vuelo se desarrolló como una campaña independiente y diferenciada de la caracterización inicial del Proyecto, aun cuando comparte parte de las especies registradas y se inserta dentro del mismo marco territorial. En este contexto, la presente sección expone de manera específica los antecedentes de terreno asociados a este componente, incluyendo las fechas de ejecución, los profesionales participantes, la duración efectiva de las jornadas, los bloques horarios considerados y el total de horas profesionales destinadas al monitoreo. De esta forma, se delimita con claridad el esfuerzo de muestreo aplicado al análisis del tránsito aéreo de aves, diferenciándolo del esfuerzo general correspondiente a la línea base de fauna.

En la caracterización de fauna terrestre del Proyecto realizada en invierno, se ejecutó los días 30 de junio, 1, 2, 3 y 4 de julio del 2025, con 6 profesionales durante 5 días y jornadas entre 07:00 y 23:00 h (Apéndice A.1 del Anexo VIII de la DIA). Ese antecedente sirve para contextualizar el trabajo general en terreno.

Tabla 2 Esfuerzo de muestreo del estudio de rutas de vuelo

Especialista	Horas efectivas/día	N° días	Total horas
Especialista 01	10	5	50
Especialista 02	10	5	50
Especialista 03	10	5	50
Especialista 04	10	5	50
Especialista 05	10	5	50
Especialista 06	10	5	50
Total, horas de la campaña			300

Fuente: Elaboración propia

6 Metodología

6.1 Diseño del muestreo

El diseño de muestreo del estudio de rutas de vuelo se estructuró mediante puntos de avistamiento de aves**,** distribuidos estratégicamente dentro del área de estudio con el objetivo de caracterizar la ocupación del espacio aéreo y reconocer patrones de desplazamiento de la avifauna en relación con el emplazamiento del proyecto y, particularmente, con el trazado de la línea de transmisión eléctrica (LTE).

El muestreo correspondió a un diseño dirigido o preferencial, en tanto la selección de las estaciones no respondió a una distribución aleatoria, sino a criterios técnicos asociados a la probabilidad de uso del

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

espacio aéreo por parte de las aves. En este sentido, los puntos de observación fueron ubicados en sectores con mayor interés ecológico o con mayor potencial de interacción con la infraestructura proyectada, considerando para ello la cercanía al trazado de la LTE, la presencia de hábitats relevantes para la fauna voladora, la existencia de elementos lineales del paisaje que pudiesen orientar desplazamientos (como bordes de vegetación, quebradas, laderas, cursos de agua, cercos o transiciones entre ambientes) y el grado de independencia visual entre estaciones, a fin de reducir duplicidades en el registro de eventos de vuelo.

En total se establecieron 12 puntos de avistamiento en la Línea de Transmisión (LTE), los cuales permitieron cubrir espacialmente los distintos sectores del área de estudio con potencial de concentración de vuelos o de cruce del espacio aéreo. La ubicación de estos puntos fue definida teniendo en consideración, además, la información contextual proveniente de las caracterizaciones de fauna terrestre (Apéndice A.1 del Anexo VIII de la DIA) del Proyecto, la que permitió reconocer la composición de especies y los principales ambientes presentes en el área; sin embargo, el presente diseño de muestreo fue concebido específicamente para registrar variables propias del componente rutas de vuelo, tales como dirección de desplazamiento, horario de ocurrencia, frecuencia de paso, número de individuos y altura estimada de vuelo.

Cada punto de avistamiento fue monitoreado durante un período aproximado de 2 horas continuas**,** duración que permitió registrar eventos de vuelo en forma sistemática dentro de una ventana temporal suficientemente amplia para detectar desplazamientos locales, vuelos de forrajeo, movimientos entre parches de hábitat y eventuales trayectorias recurrentes. Esta duración se considera metodológicamente adecuada en estudios de observación de aves cuando el objetivo no es solo determinar presencia/ausencia, sino también describir atributos del vuelo y del uso del espacio aéreo. La literatura técnica utilizada por el SEA señala que, en estudios de tránsito aéreo, los conteos deben realizarse en períodos continuos y replicables, registrando especie, número de individuos, dirección de vuelo, tipo de vuelo, altura y hora del evento, de modo de permitir la identificación de patrones diarios y trayectorias predominantes.

Las observaciones se efectuaron mediante inspección visual directa apoyada con binoculares y planillas de registro, por profesionales con experiencia en identificación de aves y lectura de patrones de desplazamiento. En cada evento observado se registró, según correspondiera, la especie o taxón reconocido, el número de individuos, la dirección de vuelo, la altura estimada, el comportamiento asociado y el horario del registro. Asimismo, se consideraron variables contextuales tales como condiciones meteorológicas generales, visibilidad y características del entorno inmediato de cada punto, en atención a que estos factores pueden influir tanto en la detectabilidad como en la intensidad del tránsito aéreo. El SEA también destaca la relevancia de describir el ambiente y las condiciones meteorológicas del día de muestreo, como viento, temperatura o precipitaciones, dado que estas variables ayudan a interpretar correctamente los registros obtenidos.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Desde el punto de vista del análisis, este diseño permite comparar la intensidad relativa del tránsito aéreo entre estaciones, reconocer sectores con mayor frecuencia de vuelo y evaluar si ciertos desplazamientos presentan orientación concordante, diagonal o perpendicular respecto del trazado de la línea de transmisión. Del mismo modo, facilita la identificación de bloques horarios con mayor actividad y de rangos de altura que pudiesen representar una mayor probabilidad de interacción con la infraestructura proyectada.

6.2 Monitoreo diurno

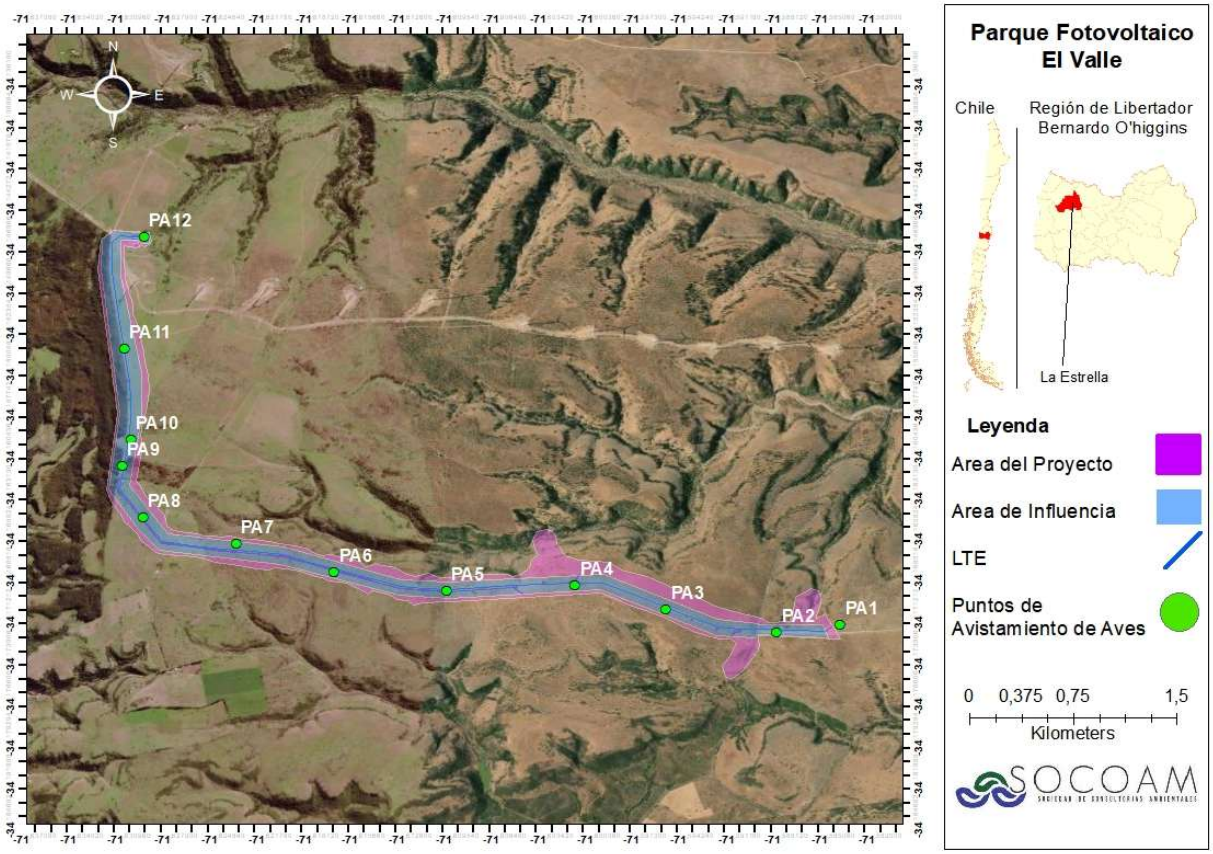
El monitoreo diurno se realizó mediante estaciones fijas de observación ubicadas en sectores previamente seleccionados dentro del área de estudio, de acuerdo con la distribución del trazado de la línea de transmisión, la presencia de hábitats relevantes y la probabilidad de uso del espacio aéreo por parte de las aves.

En cada punto se efectuó una observación continua de aproximadamente 2 horas, período durante el cual se registraron todos los eventos de vuelo detectados dentro del campo visual del observador. Para cada registro se anotó la especie, el número de individuos, la dirección de vuelo, la altura estimada, el tipo de vuelo, la estación de monitoreo y observaciones de comportamiento cuando correspondía.

La altura de vuelo se estimó de manera visual utilizando referencias del entorno, mientras que la dirección se registró en función de la orientación del desplazamiento observado. Además, en cada jornada se consideraron las condiciones generales del tiempo y de visibilidad, ya que estas pueden influir en la actividad de las aves y en la detectabilidad de los registros.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Figura 4 Puntos de avistamiento de aves en la LTE



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Coordenadas de puntos de avistamiento de aves

Punto	Este UTM (m)	Norte UTM (m)	Huso	Datum
PA1	261769	6215736	19 S	WGS84
PA2	261387	6215673	19 S	WGS84
PA3	260717	6215817	19 S	WGS84
PA4	260168	6215979	19 S	WGS84
PA5	259395	6215924	19 S	WGS84
PA6	258715	6216036	19 S	WGS84
PA7	258120	6216227	19 S	WGS84
PA8	257557	6216407	19 S	WGS84
PA9	257422	6216770	19 S	WGS84
PA10	257469	6216964	19 S	WGS84
PA11	257414	6217621	19 S	WGS84
PA12	257511	6218434	19 S	WGS84

Fuente: Elaboración propia

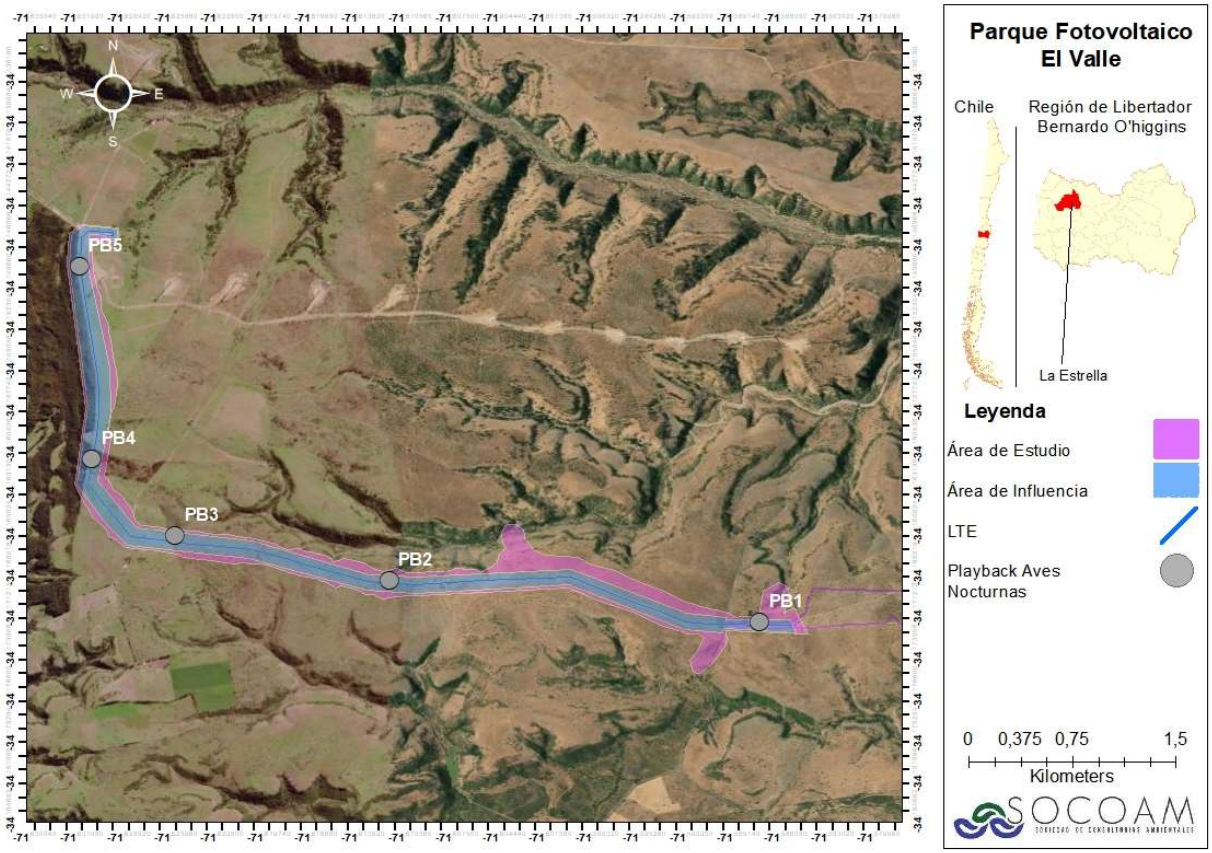
6.3 Monitoreo crepuscular y nocturno

Para el monitoreo nocturno se establecieron 5 puntos de playback en la LTE. El monitoreo nocturno se realizó mediante una combinación de registros acústicos, playback y visores nocturnos, con el objetivo de detectar aves de actividad nocturna y complementar la caracterización del uso del espacio aéreo durante este período.

Los registros acústicos permitieron identificar especies a partir de sus vocalizaciones, mientras que el playback se utilizó como apoyo para favorecer la detección de especies de baja detectabilidad, especialmente en sectores con cobertura vegetal o escasa visibilidad. De manera complementaria, los visores nocturnos permitieron observar desplazamientos, estimar direcciones de vuelo y registrar el número de individuos cuando las condiciones lo permitió.

Para cada registro se anotó la especie o grupo reconocido, el número de individuos, la dirección de desplazamiento cuando fue posible determinarla, la altura estimada de vuelo, el horario del registro y observaciones de comportamiento relevantes. Además, se consideraron las condiciones de visibilidad y del entorno, ya que estas influyen directamente en la detección y correcta interpretación de los registros nocturnos.

Figura 5 Ubicación de estaciones de monitoreo nocturno en LTE



Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222
Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar
www.socoam.cl

Tabla 4 Coordenadas puntos de monitoreo nocturno (playback)

Punto	Este UTM (m)	Norte UTM (m)	Huso	Datum
PB1	261477	6215713	19 S	WGS84
PB2	259240	6215953	19 S	WGS84
PB3	257947	6216242	19 S	WGS84
PB4	257431	6216783	19 S	WGS84
PB5	257319	6218181	19 S	WGS84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Caracterización del tránsito aéreo y rutas de vuelo

Variable	Descripción	Aplicación en el análisis
Frecuencia de vuelos	Número de eventos por especie y estación	Identificación de sectores con mayor actividad
Dirección de vuelo	Orientación cardinal o relación con la LTE	Evaluación de cruce paralelo, diagonal o perpendicular
Patrón horario	Distribución de eventos por bloques horarios	Reconocimiento de peak de actividad
Rango de altura	Altura estimada del vuelo	Comparación con vano de riesgo
Comportamiento	Forrajeo, desplazamiento, huida, planeo, etc.	Interpretación ecológica del evento

Fuente: Elaboración propia

7 Índice de riesgo para avifauna

Este cálculo de Índice de Riesgo (IR) se basa en una ecuación simple que considera tanto factores biológicos de las especies presentes, como también aspectos estructurales y espaciales de las rutas de vuelo acorde a información de campo. El índice se calcula a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Índice de riesgo

$$IR = P + F + D + \text{A}$$

Donde:

P: Factor de susceptibilidad relativa a la colisión, asignado según las características morfológicas, ecológicas y comportamentales de la familia a la que pertenece cada especie registrada.

F: Frecuencia de vuelos

D: Dirección de vuelo

A: Altura de vuelo

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

- **Probabilidad:** Los valores asignados al factor de susceptibilidad de colisión (P) corresponden a una escala de valoración relativa, establecida para la aplicación del índice de riesgo del presente estudio. Su definición consideró criterios morfológicos, ecológicos y comportamentales de las familias de aves, tomando como referencia los factores de vulnerabilidad descritos por Bevanger (1998) y Jenkins et al. (2010). Para su asignación se consideraron principalmente el tamaño corporal, la envergadura alar, la capacidad de maniobra, el tipo de vuelo, los patrones de desplazamiento y los períodos de actividad. En este contexto, se asignaron valores menores a las familias representadas por especies de pequeño tamaño y elevada maniobrabilidad, mientras que las puntuaciones superiores se reservaron para aquellas que presentan características potencialmente asociadas a una mayor susceptibilidad de colisión. De esta manera, las familias Troglodytidae, Tyrannidae, Furnariidae, Passeridae y Passerellidae fueron consideradas dentro de la categoría de susceptibilidad baja (P = 0,1), atendiendo a las características generales de las especies registradas durante el monitoreo. Por su parte, a la familia Caprimulgidae se le asignó un valor de susceptibilidad moderada (P = 0,4), considerando de manera precautoria los hábitos crepusculares y nocturnos de *Systellura longirostris*, que pueden incrementar la vulnerabilidad frente a infraestructura aérea en condiciones de menor visibilidad.

Cabe precisar que las puntuaciones utilizadas constituyen ponderaciones técnicas relativas y no probabilidades estadísticas de colisión. Por consiguiente, su interpretación debe realizarse juntamente con los factores de frecuencia de vuelo (F), dirección de desplazamiento (D) y altura (A), definidos en la metodología del estudio.

Valor P	Criterio de asignación propuesto	Características consideradas
0,1–0,2	Susceptibilidad baja	Tamaño pequeño, elevada maniobrabilidad y desplazamientos generalmente cortos.
0,3–0,4	Susceptibilidad moderada	Vuelos rápidos o directos, hábitos crepusculares o nocturnos, o mayor exposición potencial asociada al comportamiento.
0,5–0,6	Susceptibilidad moderada-alta	Mayor envergadura, vuelos planeados o sostenidos y características que pueden dificultar la evasión.
0,7–0,8	Susceptibilidad alta	Características morfológicas y comportamentales que pueden favorecer colisiones, como menor maniobrabilidad o vuelos grupales.

Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Tabla 6 Probabilidad de riesgo según familia de especies

Familia	Valor (P)
Laridae	0,8
Anatidae	0,7
Ardeidae	0,7
Rallidae	0,7
Cathartidae	0,6
Phalacrocoracidae	0,6
Recurvirostridae	0,6
Accipitridae	0,5
Scolopacidae	0,5
Columbidae	0,4
Falconidae	0,4
Strigidae	0,4
Icteridae	0,3
Charadriidae	0,2
Hirundinidae	0,2
Turdidae	0,2
Motacillidae	0,2
Mimidae	0,1
Thraupidae	0,1
Troglodytidae	0,1
Tyrannidae	0,1
Furnariidae	0,1
Passeridae	0,1
Passerellidae	0,1
Caprimulgidae	0,4
Emberizidae	0,1

Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

- **Frecuencia de vuelos**: Para la asignación de este factor se consideró el número absoluto de eventos de vuelo registrados en cada estación de monitoreo, sin utilizar porcentajes de frecuencia relativa. Se estableció una escala de valoración creciente en función de la cantidad de eventos observados, asignándose mayores valores a las estaciones con mayor frecuencia de vuelos, conforme a los intervalos establecidos en la Tabla 7.

Tabla 7 Frecuencia de vuelos

Frecuencia	Valor (F)
Entre 0 y 10	0.2
Entre 11 y 20	0.4
Entre 21 y 30	0.6
Entre 31 y 40	0.8
Entre 41 y 50	1

Fuente: Elaboración propia

- **Dirección:** Para la asignación de este factor se consideró la trayectoria individual de cada evento de vuelo respecto del tramo local de la línea de transmisión eléctrica (LTE). Las trayectorias perpendiculares al trazado presentan una mayor valoración de riesgo potencial de colisión, mientras que los vuelos diagonales reciben una valoración intermedia y los paralelos una valoración menor. De acuerdo con estos criterios, se asignaron valores de D = 1 para vuelos perpendiculares, D = 0,5 para vuelos diagonales y D = 0 para vuelos paralelos, conforme a la Tabla 8.

Tabla 8 Dirección de vuelo

Dirección	Valor (D)
Paralelo	0
Diagonal	0.5
Perpendicular	1

Fuente: Elaboración propia

- **Altura:** Para la asignación de este factor se consideró la altura estimada de cada evento de vuelo registrado durante el monitoreo. Los valores se establecieron de acuerdo con los intervalos definidos en la Tabla 9, otorgando mayor ponderación a los vuelos desarrollados entre 8 y 15 m.

Tabla 9 Altura de vuelos

Altura	Valor (A)
Entre 0 y 7	0.5
Entre 8 y 15	1

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Altura	Valor (A)
Entre 16 y 30	0.5
Entre 31 y 40	0.2
Más de 40	0

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, la suma de los factores para cada evento de vuelo refleja un grado de riesgo y prioridad de áreas de vuelo de mayor sensibilidad, con valores entre 0 y 4 conforme a los rangos de valores obtenidos de los datos recopilados en terreno.

Tabla 10 Índice de riesgo de colisión

Índice de riesgo de colisión	Valor (IR)
Bajo	Entre 0 - 1
Medio	Entre 1.1 - 2
Alto	Entre 2.1 - 3
Muy alto	Entre 3.1 - 4

Fuente: Elaboración propia

8 Presentación y análisis de resultados

8.1 Riqueza de especies

Presentar la riqueza registrada en el estudio de rutas de vuelo y, de manera complementaria, situarla en el contexto de la línea base del proyecto.

Tabla 11 Riqueza de especies registradas durante el monitoreo de rutas de vuelo

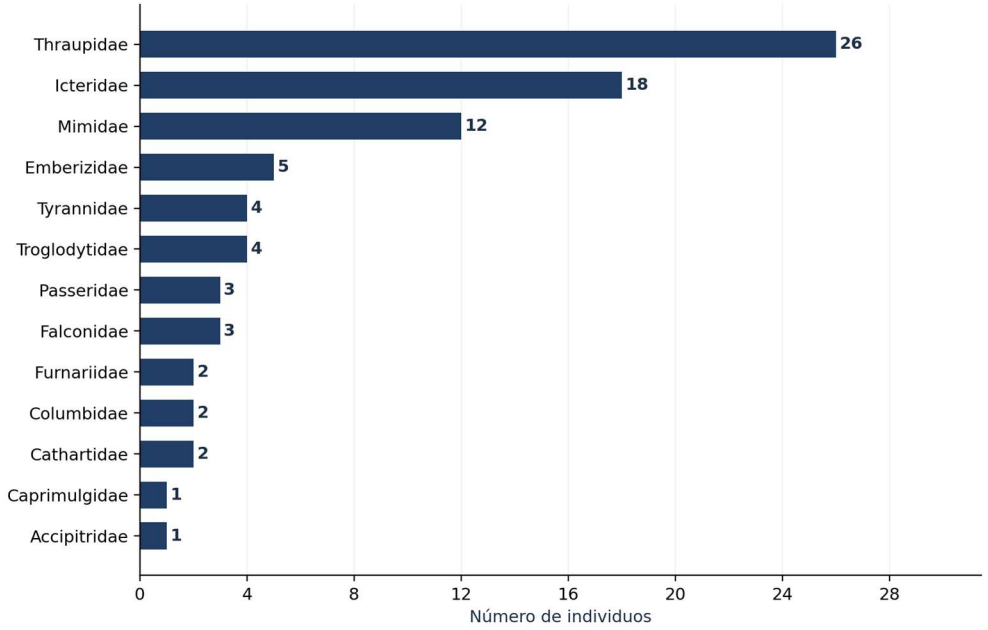
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	Origen	Estado de conservación (RCE)	Categoría según Ley de Caza*	Abundancia	Estaciones
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque	Atacama a Concepción	Nativa	Sin clasificación	B-E	3	5,7,12
	Accipitridae	*Geranoaetus polyosoma*	Aguilucho	Arica a Tierra del Fuego	Nativa	Sin clasificación	B-E	1	5
Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	Arica a Aysén	Nativa	Sin clasificación	B	2	8,9
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	Tórtola	Iquique a Tierra del Fuego	Nativa	Sin clasificación	Sin clasificación	2	6
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chercán común	Atacama a Magallanes	Nativa	Sin clasificación	B-E	4	1,4,11
	Tyrannidae	*Anairetes parulus*	Cachudito	Antofagasta a Tierra del Fuego	Nativa	Sin clasificación	B-E	1	6
		Muscisaxicola maclovianus	Dormilona tontito	Arica a Cabo de Hornos	Nativa	Sin clasificación	B-E	3	3
	Furnariidae	*Geositta cunicularia*	Minero	Atacama a Los Lagos	Nativa	Sin clasificación	B	2	2
	Thraupidae	*Diuca diuca*	Diuca	Coquimbo a Magallanes	Nativa	Sin clasificación	Sin clasificación	26	1,3,4,8
	Icteridae	*Leistes loyca*	Loica	Atacama a Magallanes	Nativa	Sin clasificación	E	18	1,2,5,7
	Mimidae	*Mimus thenca*	Tenca	Copiapó a Puerto Montt	Nativa	Sin clasificación	B	12	1,5,6

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	Origen	Estado de conservación (RCE)	Categoría según Ley de Caza*	Abundancia	Estaciones
	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Atacama a islas Guaitecas	Nativa	Sin clasificación	B	5	7
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión	Arica a Tierra del Fuego	Introducida	Sin clasificación	Sin clasificación	3	7,8
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Systellura longirostris*	Gallina ciega	Atacama a Magallanes	Nativa	Sin clasificación	B-E	1	Nocturna 4

Fuente: Elaboración propia

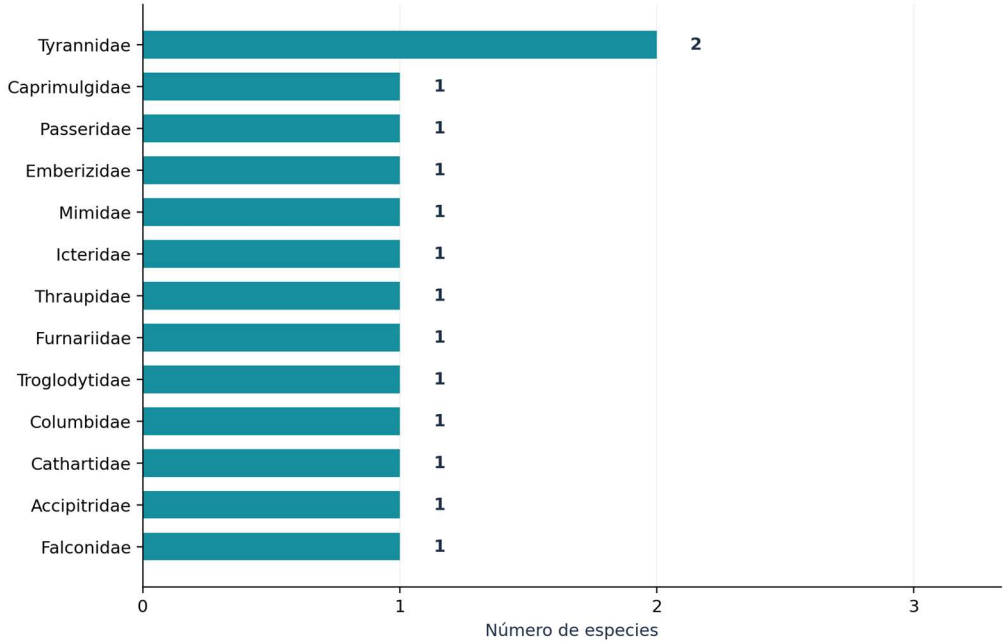
Gráfico 1 Gráfico de abundancia por familias



Fuente: Elaboración propia.

(56 32) 2683222
Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar
www.socoam.cl

Gráfico 2 Grafico de riqueza por familias



Fuente: Elaboración propia

8.2 Frecuencia de vuelos

La frecuencia de vuelos debe exponerse como número absoluto y frecuencia relativa por estación de monitoreo.

Tabla 12 Frecuencia de eventos de vuelo por estación de monitoreo

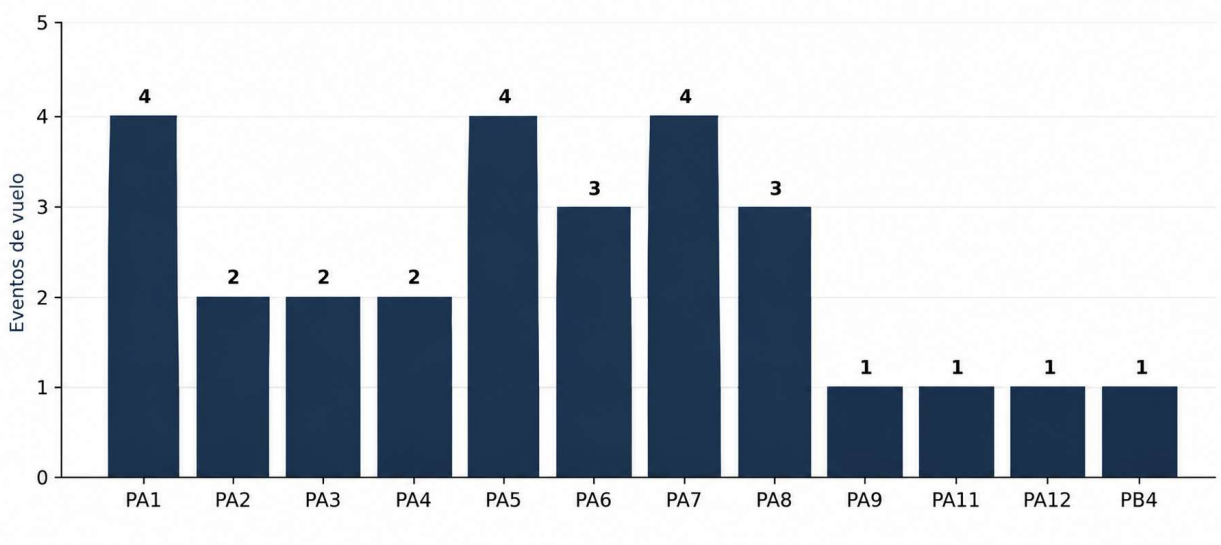
Estación con evento de vuelo	N° eventos	Frecuencia relativa (%)	Observación general
1	4	14.3	Mayor frecuencia relativa entre estaciones del tramo LTE
2	2	7.1	Frecuencia intermedia; representa uso localizado del espacio aéreo.
3	2	7.1	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.
4	2	7.1	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.
5	4	14.3	Mayor frecuencia relativa entre estaciones del tramo LTE.
6	3	10.7	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Estación con evento de vuelo	N° eventos	Frecuencia relativa (%)	Observación general
7	4	14.3	Mayor frecuencia relativa entre estaciones del tramo LTE
8	3	10.7	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.
9	1	3.6	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.
11	1	3.6	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.
12	1	3.6	Actividad puntual en el entorno de la LTE; frecuencia aislada no determina riesgo de colisión.
Playback nocturno 4	1	3.6	Registros nocturnos puntuales.

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 Frecuencia de eventos de vuelos por estación de monitoreo



Fuente: Elaboración propia

8.3 Dirección de vuelo

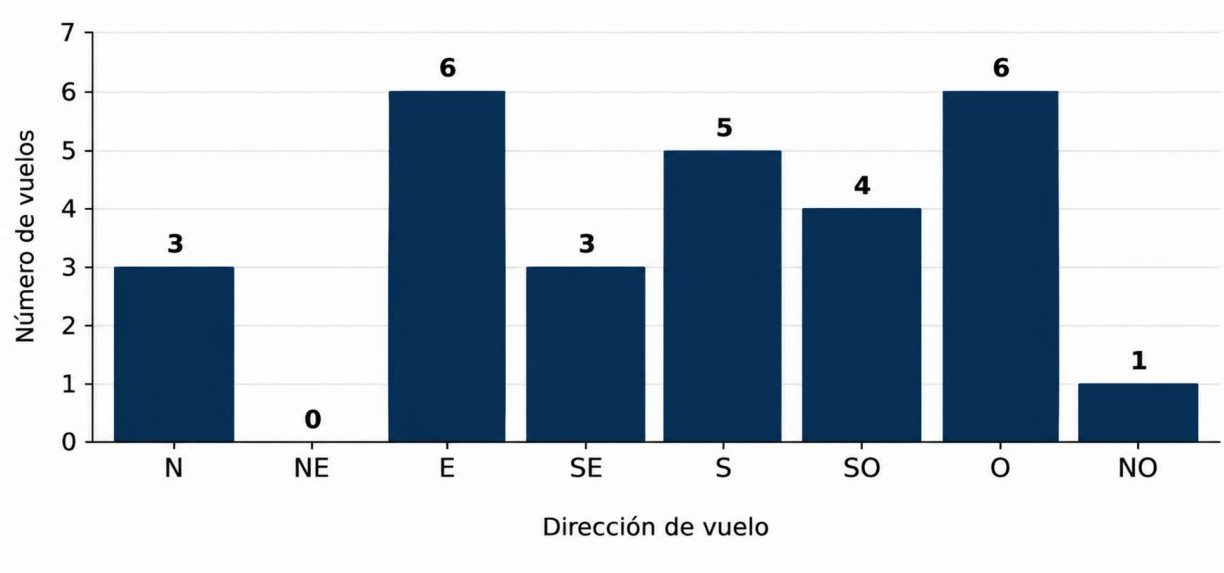
La dirección de vuelo es una de las variables más relevantes del informe, pues permite relacionar directamente los eventos observados con la orientación de la línea de transmisión. La recomendación es mantener dos niveles de análisis: primero, la distribución general de orientaciones cardinales en todas las estaciones; segundo, un análisis focalizado en la o las estaciones más cercanas al trazado de la LTE, indicando si el cruce se produce en forma paralela, diagonal o perpendicular respecto de las estructuras.

Tabla 13 Distribución general de direcciones de vuelo

Dirección	N° vuelos	Frecuencia relativa (%)
N	3	10.7
NE	0	0
E	6	21.4
SE	3	10.7
S	5	17.9
SO	4	14.3
O	6	21.4
NO	1	3.6

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 Vuelos por dirección



Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222
Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar
www.socoam.cl

Tabla 14. Dirección de vuelo en la estación prioritaria en relación con la LTE

Estación	Especie	N° individuos	Tipo de cruce	Orientación geográfica	Comentario
1	*Troglodytes aedon*	1	Diagonal	SO	Trayectoria diagonal respecto de la LTE.
1	*Diuca diuca*	4	Perpendicular	S	Cruce perpendicular potencial; requiere contraste con altura de conductor y ubicación del vano.
1	*Leistes loyca*	2	Paralelo	O	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE
1	*Mimus thenca*	5	Paralelo	O	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE
2	*Geositta cunicularia*	2	Paralelo	E	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE
2	*Leistes loyca*	5	Perpendicular	N	Cruce perpendicular potencial; requiere contraste con altura de conductor y ubicación del vano.
3	*Diuca diuca*	4	Diagonal	SE	Trayectoria diagonal respecto de la LTE.
3	*Muscisaxicola macloviana*	3	Paralelo	E	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE.
4	*Troglodytes aedon*	2	Paralelo	O	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE.
4	*Diuca diuca*	9	Diagonal	SO	Trayectoria diagonal respecto de la LTE. Registro con varios individuos.
5	*Milvago chimango*	1	Paralelo	E	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.
5	*Geranoaetus polyosoma*	1	Paralelo	E	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.
5	*Leistes loyca*	3	Diagonal	SO	Trayectoria diagonal respecto de la LTE.
5	*Mimus thenca*	4	Perpendicular	N	Cruce perpendicular potencial; requiere contraste con altura de conductor y ubicación del vano.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Estación	Especie	N° individuos	Tipo de cruce	Orientación geográfica	Comentario
6	*Zenaida auriculata*	2	Paralelo	E	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE.
6	*Anairetes parulus*	1	Paralelo	O	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE.
6	*Mimus thenca*	3	Diagonal	SE	Trayectoria diagonal respecto de la LTE.
7	*Zonotrichia capensis*	5	Paralelo	O	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE.
7	*Passer domesticus*	1	Perpendicular	S	Cruce perpendicular potencial; requiere contraste con altura de conductor y ubicación del vano.
7	*Milvago chimango*	1	Paralelo	E	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.
7	*Leistes loyca*	8	Paralelo	O	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Registro con varios individuos.
8	*Passer domesticus*	2	Paralelo	SE	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE.
8	*Coragyps atratus*	1	Diagonal	S	Trayectoria diagonal respecto de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.
8	*Diuca diuca*	9	Paralelo	NO	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Registro con varios individuos.
9	*Coragyps atratus*	1	Paralelo	S	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.
11	*Troglodytes aedon*	1	Diagonal	SO	Trayectoria diagonal respecto de la LTE.
12	*Milvago chimango*	1	Paralelo	N	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Estación	Especie	N° individuos	Tipo de cruce	Orientación geográfica	Comentario
Playback nocturna 4	*Systellura longirostris*	1	Paralelo	S	Trayectoria paralela al tendido; no se acredita cruce directo de la LTE. Especie de interés para evaluación individual.

Fuente: Elaboración propia

8.4 Patrón horario de vuelos

El patrón horario de los vuelos fue analizado mediante bloques homogéneos de tiempo, agrupados preferentemente en tramos de dos horas, con el objeto de identificar con claridad los periodos de mayor actividad. Este análisis permitió reconocer si los eventos de vuelo se concentraron en horario matutino, vespertino o crepuscular, focalizado en la o las estaciones más cercanas al trazado de la LTE

Tabla 15. Distribución de vuelos por bloque horario

Bloque horario	N° vuelos	Frecuencia relativa (%)	Interpretación
08:00-09:59	1	3.6	Actividad baja.
10:00-11:59	9	32.1	Máximo compartido de actividad.
12:00-13:59	2	7.1	Actividad baja.
14:00-15:59	4	14.3	Actividad intermedia.
16:00-17:59	9	32.1	Máximo compartido de actividad.
18:00-19:59	2	7.1	Actividad baja
20:00-21:59	1	3.6	Registro en horario nocturno.
22:00-23:00	0	0	Nulo registro en horario nocturno.

Fuente: Elaboración propia

8.5 Rango de altura de vuelo

La altura de vuelo constituye una variable especialmente relevante en la evaluación de interacciones potenciales con infraestructura aérea proyectada. En el presente estudio, el análisis se realizó a partir de la definición previa de un rango de riesgo asociado a la altura estimada del cableado, comparando posteriormente la distribución de los registros obtenidos con dicho vano potencial de interacción. Asimismo, el análisis se focalizó en aquellas estaciones de monitoreo cercanas al trazado de la LTE o que concentraron la mayor cantidad de eventos de vuelo relevantes, por corresponder a los sectores con mayor pertinencia para la evaluación del riesgo de colisión.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Tabla 16. Distribución de vuelos por rango de altura en puntos de avistamientos cercanos a LTE

Rango de altura (m)	Especie	N° vuelos	N° vuelos totales por rango de altura	Frecuencia relativa (%)	Condición respecto del vano de riesgo
0–7	*Diuca diuca*	4	22	78.6	Bajo el vano de riesgo; sin coincidencia con el intervalo preliminar de interacción vertical
	Muscisaxicola macloviana	1			
	Troglodytes aedon	3			
	Leistes loyca	4			
	Mimus thenca	3			
	Zenaida auriculata	1			
	Anairetes parulus	1			
	Zonotrichia capensis	1			
	Passer domesticus	2			
	Systellura longirostris	1			
	Geositta cunicularia	1			
8–15	*Milvago chimango*	2	2	7.1	Dentro del vano de riesgo; potencial de interacción vertical con la infraestructura proyectada
16–30	*Geranoaetus polyosoma*	1	3	10.7	Dentro del vano de riesgo; potencial de interacción vertical con la infraestructura proyectada
	Coragyps atratus	1			
	Milvago chimango	1			
>30	*Coragyps atratus*	1	1	3.6	Sobre el vano de riesgo; baja probabilidad de interacción directa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Altura de vuelo por especie en la estación prioritaria (estación con registros más relevantes)

Estación (punto de avistamiento)	Especie	Altura estimada (m)	N° individuos	Comentario
1	*Troglodytes aedon*	2	1	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
	Diuca diuca	3	4	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
	Leistes loyca	5	2	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
	Mimus thenca	4	5	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
2	*Geositta cunicularia*	2	2	Vuelo bajo, sin superposición con el vano de riesgo
	Leistes loyca	4	5	Vuelo bajo, sin superposición con el vano de riesgo
3	*Muscisaxicola macloviana*	6	3	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
	Diuca diuca	3	4	Vuelo bajo, sin superposición con el vano de riesgo
4	*Troglodytes aedon*	2	2	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
	Diuca diuca	2	9	Vuelo bajo, sin riesgo relevante.
5	*Milvago chimango*	10	1	Altura dentro del rango crítico, riesgo moderado, bajo número de vuelo

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

	Geranoaetus polyosoma	20	1	Altura dentro del intervalo preliminar de interacción, bajo número de vuelo
	Leistes loyca	5	3	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
	Mimus thenca	4	4	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
6	*Zenaida auriculata*	6	2	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
	Anairetes parulus	4	1	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
	Mimus thenca	5	3	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
7	*Zonotrichia capensis*	2	5	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
	Passer domesticus	6	1	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
	Milvago chimango	16	1	Altura dentro del intervalo preliminar de interacción
	Leistes loyca	4	8	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
8	*Passer domesticus*	3	2	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión
	Coragyps atratus	32	1	Límite superior, registro de interés para verificar la geometría definitiva de la LTE.
	Diuca diuca	5	9	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
9	*Coragyps atratus*	20	1	Altura dentro del intervalo preliminar de interacción
11	*Troglodytes aedon*	2	1	Vuelo a baja altura, bajo riesgo de interacción con la LTE
12	*Milvago chimango*	12	1	Altura dentro del intervalo preliminar de interacción
Playback nocturna 4	*Systellura longirostris*	6	1	Vuelo bajo, riesgo bajo de colisión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Matriz interpretativa de exposición potencial a la LTE (no reemplaza el IR)

Estación / sector (punto de avistamiento)	Dirección dominante	Rango de altura dominante	Relación con la LTE dominante	Nivel interpretativo
1	O	0-7	Paralelo	Medio. Predominan vuelos paralelos a baja altura; presenta una trayectoria perpendicular (Diuca diuca, 3 m) y una diagonal, generando riesgo intermedio.
2	E-N	0-7	Paralelo/perpendicular	Medio, Presenta una trayectoria perpendicular con vuelo bajo, generando riesgo intermedio.
3	SE-E	0-7	Diagonal/paralelo	Medio. Presenta trayectoria diagonal con vuelo en rango bajo, generando riesgo intermedio

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Estación / sector (punto de avistamiento)	Dirección dominante	Rango de altura dominante	Relación con la LTE dominante	Nivel interpretativo
4	O-SO	0-7	Paralelo/diagonal	Medio. Presenta trayectoria diagonal con vuelo en rango bajo, generando riesgo intermedio
5	E	0-7	Paralelo	Medio. Predomina dirección paralela, sin embargo, presenta vuelos en rango crítico
6	E-O-SE	0-7	Paralelo	Bajo. Mayoría de vuelos paralelos y a baja altura, con baja exposición a colisión.
7	O	0-7	Paralelo	Medio. Predomina dirección paralela, vuelo dentro del intervalo preliminar de interacción
8	SE-S-NO	0-7	Paralelo	Bajo. Predominan vuelos paralelos y un vuelo sobre el rango de riesgo, con baja probabilidad de interacción.
9	S	16-30	Paralelo	Medio. Presenta vuelo en paralelo, vuelo dentro del intervalo preliminar de interacción
11	SO	0-7	Diagonal	Medio. Predomina trayectoria diagonal con vuelos en rango bajo, generando riesgo intermedio
12	N	8-15	Paralelo	Medio. Predomina trayectoria paralela, sin embargo, presenta vuelo en rango crítico.
PB4	S	0-7	Paralelo	Bajo. Predominan vuelos paralelos y un vuelo bajo el rango de riesgo, con baja probabilidad de interacción.

Fuente: Elaboración propia

Índice de riesgo

Con el objetivo de determinar y evaluar potenciales interacciones de las aves con la línea de alta tensión eléctrica proyectada y definir cuáles son los sectores que implican una mayor probabilidad de colisión, se definió un índice de riesgo para cada evento de vuelo registrado en las estaciones. Particularmente en este Proyecto se consideran los Puntos de avistamiento 1 al 12 y playback nocturno, ya que son los que cubren el recorrido de la LTE.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Tabla 19 Índice de Riesgo de las especies de PA1

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Troglodytes aedon	0.1+0.2+0.5+0.5	1.3	Medio
Diuca diuca	0.1+0.2+1+0.5	1.8	Medio
Leistes loyca	0.3+0.2+0+0.5	1	Bajo
Mimus thenca	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Índice de Riesgo de las especies de PA2

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Geositta cunicularia	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo
Leistes loyca	0.3+0.2+1+0.5	2	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Índice de Riesgo de las especies de PA3

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Muscisaxicola macloviana	0.1+0.2+0.5+0.5	0.8	Bajo
Diuca diuca	0.1+0.2+0+0.5	1.3	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Índice de Riesgo de las especies de PA4

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Troglodytes aedon	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo
Diuca diuca	0.1+0.2+0.5+0.5	1.3	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Índice de Riesgo de las especies de PA5

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Milvago chimango	0.4+0.2+0+1	1.6	Medio
Geranoaetus polyosoma	0.5+0.2+0+0.5	1.2	Medio
Leistes loyca	0.3+0.2+0.5+0.5	1.5	Medio
Mimus thenca	0.1+0.2+1+0.5	1.8	Medio

Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Tabla 24 Índice de Riesgo de las especies de PA6

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Zenaida auriculata	0.4+0.2+0+0.5	1.1	Medio
Anairetes parulus	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo
Mimus thenca	0.1+0.2+0.5+0.5	1.3	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Índice de Riesgo de las especies de PA7

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Zonotrichia capensis	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo
Passer domesticus	0.1+0.2+1+0.5	1.8	Medio
Milvago chimango	0.4+0.2+0+0.5	1.1	Medio
Leistes loyca	0.3+0.2+0+0.5	1	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Índice de Riesgo de las especies de PA8

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Passer domesticus	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo
Coragyps atratus	0.6+0.2+0.5+0.2	1.5	Medio
Diuca diuca	0.1+0.2+0+0.5	0.8	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Índice de Riesgo de las especies de PA9

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Coragyps atratus	0.6+0.2+0+0.5	1.3	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 Índice de Riesgo de las especies de PA11

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Troglodytes aedon	0.1+0.2+0.5+0.5	1.3	Medio

Fuente: Elaboración propia

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

Tabla 28 Índice de Riesgo de las especies de PA12

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Milvago chimango	0.4+0.2+0+1	1.6	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Índice de Riesgo de las especies de PB4

Especie	Ecuación P+F+D+A	Valor IR	Índice de riesgo
Systellura longirostris	0.4+0.2+0+0.5	1.1	Medio

Fuente: Elaboración propia

9 Evaluación preliminar de interacción con las obras del Proyecto

La evaluación preliminar se sustenta en los registros específicos de tránsito aéreo, su dirección respecto de la línea de transmisión eléctrica (LTE) y las alturas estimadas de vuelo. La Tabla 12 totaliza 28 eventos para las estaciones y el registro de playback focalizado del entorno de la LTE. La presencia de aves en el área, por sí sola, no permite asignar un riesgo de colisión: se requiere coincidencia espacial, direccional y vertical con la infraestructura proyectada.

En el tramo de la LTE, las estaciones 1 a 9, 11 y 12 y el punto PB 4 presentan principalmente trayectorias paralelas o diagonales. Según la Tabla 14, los cruces perpendiculares descritos corresponden a *Diuca diuca* en PA1, *Leistes loyca* en PA2, *Mimus thenca* en PA5 y *Passer domesticus* en PA7; todos se registraron a baja altura.

Se registraron vuelos de *Milvago chimango* a alturas de 10, 12 y 16 m, con trayectorias paralelas respecto de la LTE. Si bien esta orientación representa una menor exposición al cruce directo de los conductores, las alturas observadas se encuentran dentro del intervalo preliminar de interacción vertical de 8 a 30 m, por lo que no corresponde descartar completamente una posible interacción con la infraestructura.

Asimismo, se registraron dos eventos de *Coragyps atratus*, uno a 20 m de altura en PA9, con trayectoria paralela, y otro a 32 m en PA8, con trayectoria diagonal. El primero se encuentra dentro del intervalo preliminar de interacción vertical, mientras que el segundo se sitúa por encima de este. Ambos registros deben ser considerados en la evaluación espacial definitiva, atendiendo a la configuración de los conductores, cable de guardia y vanos proyectados.

El intervalo 8–30 m se considera únicamente una referencia preliminar de posible interacción vertical: su pertinencia debe corroborarse con la altura de conductores, cable de guardia, vanos y topografía del diseño definitivo. Las obras del parque fotovoltaico presentan una naturaleza distinta de interacción, por lo que no corresponde extrapolar sin análisis específico el riesgo estimado para la LTE. Los datos

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

disponibles permiten identificar exposición potencial puntual, pero no demostrar ausencia absoluta de colisión ni una tasa de mortalidad esperada.

9.1. Clasificación del riesgo de colisión de avifauna

La evaluación del riesgo de colisión de avifauna con la línea de transmisión eléctrica (LTE) del Proyecto Parque Solar El Valle se realizó mediante la aplicación de un índice que integra la susceptibilidad de las familias de aves, la frecuencia de vuelos, la orientación de sus desplazamientos respecto del trazado y la altura estimada de vuelo.

Los resultados obtenidos durante la campaña de invierno evidencian que las especies registradas presentan índices de riesgo clasificados principalmente en categorías bajas y medias, sin identificarse valores correspondientes a categorías altas o muy altas.

Las categorías medias se relacionan con dos condiciones principales: por una parte, los desplazamientos diagonales o perpendiculares respecto de la LTE, registrados predominantemente a baja altura; y, por otra, los vuelos de especies de mayor tamaño en rangos altitudinales potencialmente coincidentes con la infraestructura proyectada.

En las estaciones PA1, PA2, PA3, PA4, PA6 y PA11, los índices de riesgo medio se encuentran asociados principalmente a la orientación de determinados desplazamientos, mientras que las alturas registradas se mantienen bajo el intervalo preliminar de interacción vertical de 8 a 30 m. En consecuencia, estos valores representan una condición de riesgo relativo según el índice aplicado, sin acreditar necesariamente una exposición directa a los conductores.

Las estaciones PA5, PA7, PA9 y PA12 presentan particular interés debido a los registros de especies de mayor envergadura a alturas comprendidas dentro del intervalo preliminar de interacción. En PA5 se registraron vuelos de *Milvago chimango* y *Geranoaetus polyosoma* a 10 y 20 m, respectivamente; en PA7 se registró *Milvago chimango* a 16 m; en PA9, *Coragyps atratus* a 20 m; y en PA12, *Milvago chimango* a 12 m. Estos desplazamientos se caracterizaron por orientaciones paralelas al trazado, lo que reduce su potencial de cruce directo, aunque no permite descartar completamente la interacción espacial con la infraestructura.

Adicionalmente, en PA8 se registró un vuelo diagonal de *Coragyps atratus* a 32 m de altura, por sobre el intervalo preliminar de 8 a 30 m. Este registro debe considerarse en la evaluación espacial definitiva, particularmente respecto de la altura del cable de guardia y la configuración de los vanos proyectados.

Respecto del monitoreo nocturno, el registro de *Systellura longirostris* en PB4 corresponde a un desplazamiento paralelo a 6 m de altura, situación que determina una exposición vertical preliminar baja, aunque su clasificación mediante el índice corresponde a riesgo medio.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

En términos generales, la clasificación obtenida indica un escenario de riesgo relativo bajo (10) a medio (18) para la avifauna registrada durante invierno. Sin embargo, debe considerarse que el índice constituye una herramienta de evaluación preliminar y que la exposición efectiva depende de la coincidencia espacial entre las trayectorias observadas y los componentes de la infraestructura eléctrica proyectada.

10 Consideraciones para medidas y seguimiento

En función de los resultados obtenidos, los tramos de la línea de transmisión que presentan mayor exposición potencial corresponden a aquellos sectores representados por estaciones con predominio de cruces perpendiculares o diagonales y con registros dentro del rango de altura de riesgo. Debe prestarse especial atención a los vuelos de especies de mayor envergadura dentro del intervalo preliminar de 8–30 m, en particular los registros de *Milvago chimango* y *Coragyps atratus*, y a los cruces perpendiculares documentados en PA1, PA2, PA5 y PA7. En función de estos antecedentes, se propone la instalación de disuasores de vuelo a lo largo del trazado de la LTE, con el objetivo de aumentar la visibilidad del tendido y reducir preventivamente la probabilidad de colisión de aves. Los sectores señalados se consideran prioritarios para verificar la correcta instalación y el estado de los dispositivos.

Desde el punto de vista del seguimiento, el estudio permite establecer una línea de priorización territorial para las verificaciones posteriores a la construcción, concentrando los esfuerzos en los sectores del trazado que exhibieron mayor sensibilidad relativa durante la campaña. En términos operativos, se propone que el seguimiento de la medida considere la acreditación de la instalación de los disuasores previo a la energización de la LTE y la ejecución de inspecciones periódicas durante la fase de operación para verificar su estado de conservación y funcionamiento, con reparación o reposición cuando corresponda. Los tramos donde se registraron cruces directos y vuelos dentro del vano de riesgo podrán utilizarse como referencia para orientar dichas inspecciones.

11 Análisis y conclusiones

El monitoreo de tránsito aéreo de aves correspondiente a la campaña de invierno se desarrolló entre el 30 de junio y el 4 de julio de 2025, con el propósito de caracterizar los patrones de desplazamiento de la avifauna en el área de estudio (AE) asociada al trazado de la Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) del Proyecto Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV. Los antecedentes obtenidos permiten evaluar preliminarmente las posibles interacciones entre las rutas de vuelo registradas y la infraestructura proyectada, considerando su relación espacial con el área de influencia (AI) del Proyecto.

Durante el monitoreo se registraron 14 especies de aves, correspondientes a 83 individuos y 28 eventos de vuelo, distribuidos entre las estaciones de avistamiento y el punto de monitoreo nocturno considerado en el análisis. Estos registros permitieron caracterizar el uso del espacio aéreo en función de la frecuencia de vuelos, dirección de desplazamiento, distribución horaria, altura y localización de los eventos.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

La actividad aérea presentó una distribución heterogénea entre las estaciones de monitoreo, destacando PA1, PA5 y PA7, con cuatro eventos cada una, equivalentes individualmente al 14,3 % del total. En las restantes estaciones se registraron frecuencias menores, lo que evidencia una actividad aérea relativamente dispersa dentro del AE, sin identificarse concentraciones generalizadas de vuelos ni patrones de tránsito de alta intensidad durante el período evaluado.

En cuanto a la orientación de los desplazamientos, se identificaron trayectorias predominantemente paralelas y diagonales respecto del trazado de la LTE. Si bien estas orientaciones pueden representar una menor exposición al cruce directo de los conductores en comparación con los vuelos perpendiculares, su relevancia debe analizarse juntamente con la altura y ubicación espacial de cada registro. En este contexto, se identificaron desplazamientos perpendiculares en las estaciones PA1, PA2, PA5 y PA7, correspondientes a *Diuca diuca*, *Leistes loyca*, *Mimus thenca* y *Passer domesticus*, respectivamente. No obstante, estos eventos se desarrollaron a alturas comprendidas entre 3 y 6 m, por debajo del intervalo preliminar de interacción vertical definido para la infraestructura proyectada.

Respecto de la altura de vuelo, se observó un marcado predominio de desplazamientos a baja altura, con 22 de los 28 eventos (78,6 %) registrados entre 0 y 7 m. Esta distribución se relaciona principalmente con la presencia de aves de pequeño tamaño y elevada maniobrabilidad, particularmente paseriformes, cuyos desplazamientos suelen desarrollarse a baja altura y estar asociados al uso de la vegetación y otros recursos disponibles en el entorno. En consecuencia, la mayor parte de la actividad registrada se concentró por debajo del intervalo preliminar de interacción de 8 a 30 m establecido para la LTE.

Sin perjuicio de lo anterior, se identificaron cinco eventos de vuelo (17,9 %) dentro de dicho intervalo, correspondientes a *Milvago chimango*, *Geranoaetus polyosoma* y *Coragyps atratus*. Estos registros se localizaron en las estaciones PA5, PA7, PA9 y PA12, con alturas estimadas entre 10 y 20 m. Si bien las trayectorias observadas presentaron una orientación paralela respecto del trazado, su coincidencia con el rango altitudinal preliminar de riesgo constituye un antecedente relevante para evaluar la posible interacción con los conductores proyectados.

Adicionalmente, en la estación PA8 se registró un desplazamiento diagonal de *Coragyps atratus* a una altura estimada de 32 m. Aunque este evento se encuentra por sobre el intervalo preliminar de interacción vertical considerado en el estudio, su evaluación debe contemplar la configuración definitiva de la LTE, particularmente la altura del cable de guardia, la disposición de los conductores y las condiciones topográficas del sector.

Desde el punto de vista temporal, la mayor actividad aérea se concentró en los bloques horarios de 10:00 a 11:59 y de 16:00 a 17:59 horas, con nueve eventos en cada período, equivalentes individualmente al 32,1 % del total. Esta distribución podría relacionarse con desplazamientos asociados a actividades de alimentación, búsqueda de recursos y movimientos entre sectores utilizados por las aves. No obstante,

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

estos resultados deben interpretarse como patrones observados durante la campaña de invierno, sin asumir necesariamente su permanencia en otras épocas del año.

La aplicación del índice de riesgo de colisión permitió identificar 10 evaluaciones clasificadas en categoría baja y 18 en categoría media**,** sin registrarse valores correspondientes a categorías altas o muy altas. Las clasificaciones medias estuvieron asociadas principalmente a desplazamientos diagonales o perpendiculares a baja altura y a vuelos de especies de mayor envergadura dentro del intervalo preliminar de interacción vertical.

Cabe señalar que el índice aplicado constituye una herramienta de valoración relativa de los factores considerados en la metodología y no representa una estimación cuantitativa de la probabilidad efectiva de colisión. En consecuencia, la asignación de una categoría media no implica necesariamente una exposición elevada a la infraestructura, particularmente cuando los desplazamientos se desarrollan por debajo de los conductores o presentan trayectorias paralelas al trazado.

Desde una perspectiva espacial, las estaciones PA5, PA7, PA9 y PA12 constituyen sectores de especial interés para el análisis de interacción potencial, debido a la presencia de vuelos dentro del intervalo altitudinal preliminar de riesgo. Asimismo, se considera pertinente incorporar en esta evaluación el registro de PA8, correspondiente a una especie de mayor envergadura que presentó un desplazamiento diagonal a 32 m de altura. Estos antecedentes permiten identificar sectores del AE que requieren mayor atención al evaluar la exposición de la avifauna dentro del AI asociada a la LTE.

En relación con el monitoreo nocturno, se registró un desplazamiento de *Systellura longirostris* en el punto PB4, con orientación paralela al trazado y una altura estimada de 6 m. Para este evento no se identificó coincidencia con el intervalo preliminar de interacción vertical de la LTE. Sin embargo, los resultados nocturnos deben interpretarse considerando las características del método empleado, las condiciones de detectabilidad y el alcance temporal y espacial del esfuerzo de muestreo realizado.

En términos generales, los antecedentes obtenidos durante la campaña de invierno indican que la avifauna registrada en el AE presenta un nivel de interacción potencial bajo a medio con la LTE proyectada**.** Esta evaluación se fundamenta principalmente en el predominio de vuelos a baja altura, la frecuencia relativamente reducida de eventos por estación, la mayor representación de trayectorias paralelas o diagonales y la ocurrencia puntual de desplazamientos dentro del intervalo preliminar de riesgo.

No obstante, la presencia de vuelos de especies de mayor envergadura a alturas potencialmente coincidentes con la infraestructura evidencia que la exposición no es homogénea a lo largo del trazado. En este sentido, la evaluación de las posibles interacciones dentro del AI debe considerar las

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

particularidades de cada sector, evitando extrapolar las condiciones observadas en determinadas estaciones al conjunto de la línea de transmisión.

Asimismo, la ausencia de índices clasificados como altos o muy altos no permite descartar completamente la ocurrencia de colisiones, dado que la exposición efectiva dependerá de la coincidencia espacial entre las trayectorias de vuelo y los componentes de la infraestructura eléctrica, incluyendo conductores, cable de guardia y vanos, además de las condiciones ambientales y posibles variaciones estacionales en el comportamiento de la avifauna.

En función de lo anterior, se recomienda la instalación de disuasores de vuelo a lo largo del trazado de la LTE como medida preventiva. Los sectores con mayor potencial de interacción identificados (PA5, PA7, PA8, PA9 y PA12) se consideran prioritarios para la verificación de la instalación y el seguimiento del estado de los dispositivos.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten establecer que, durante la campaña de invierno, no se identificaron condiciones generalizadas de alto riesgo de colisión para la avifauna registrada, según el índice aplicado. Sin embargo, la identificación de desplazamientos puntuales a alturas potencialmente coincidentes con la infraestructura proyectada hace necesario mantener una evaluación preventiva y espacialmente diferenciada.

En consecuencia, el monitoreo proporciona antecedentes relevantes para la caracterización del tránsito aéreo de aves en el AE y para la evaluación de posibles interacciones dentro del AI del Proyecto. Estos resultados deberán complementarse con la configuración definitiva de la LTE, los antecedentes correspondientes a otras campañas estacionales y la definición de medidas preventivas y de seguimiento pertinentes, con el propósito de reducir la exposición de la avifauna a potenciales eventos de colisión.

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl

12 Bibliografía

- Barrientos, R., Alonso, J. C., Ponce, C., & Palacín, C. (2011). Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology, 25*(5), 893–903.
- Bevanger, K. (1998). Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: A review. *Biological Conservation, 86*(1), 67–76.
- Jenkins, A. R., Smallie, J. J., & Diamond, M. (2010). Avian collisions with power lines: A global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International, 20*(3), 263–278.
- IUCN (2022). *Wildlife and power lines: Guidelines for preventing and mitigating wildlife mortality associated with electricity distribution networks*. IUCN.
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C., Shaw, J. M., Silva, J. P., & Moreira, F. (2018). Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation, 222*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.029
- Bernardino, J., Martins, R. C., Bispo, R., & Moreira, F. (2019). Re-assessing the effectiveness of wire-marking to mitigate bird collisions with power lines: A meta-analysis and guidelines for field studies. *Journal of Environmental Management, 252*, 109651. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109651
- Jenkins, A. R., Smallie, J. J., & Diamond, M. (2010). Avian collisions with power lines: A global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International, 20*(3), 263–278. https://doi.org/10.1017/S0959270910000122
- Ministerio de Energía. (2024). *Cielo seguro: Buenas prácticas para el resguardo de aves en el sector energía*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/cielo_seguro_-_buenas_practicas_para_el_resguardo_de_aves_en_el_sector_energia.pdf
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2015). *Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos eólicos y de líneas de transmisión eléctrica en aves silvestres y murciélagos* (1.ª ed.). Ministerio de Agricultura. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/guia_proyectos_eolicos.pdf
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2025). *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA* (2.ª ed.). https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2025/06/30/Guia-CC-2025.pdf
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2026). *Criterio de evaluación en el SEIA: Impactos de tendidos eléctricos en aves silvestres* (1.ª ed.). https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2026/01/07/DT_Tendidos_Electricos.pdf

(56 32) 2683222 Calle Limache 3405 Of 85 Reitz I, Viña del Mar www.socoam.cl