

Monitoreo de aves de gran tamaño asociadas a LMT del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo



Primavera 2017

AUTORES

Dr. Benito A. González, Ing. Agr. Profesor Asociado Fac. Cs. Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. Coordinación General, Diseño y Metodología.

Francisco Santander, Prof. Biol. Dr.Cs (c), Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile. Monitoreo de tendido eléctrico y aves de gran tamaño.

Dr. Cristián Estades, Ing. For. MSc. Profesor Titular Fac. Cs. Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. Diseño estratégico y metodológico

1. INTRODUCCIÓN

La rápida industrialización global durante el último siglo ha llevado a un gran desarrollo de una red de líneas de distribución eléctrica en todos los continentes con múltiples beneficios (Dixon et al. 2013). Por ello, el suministro de electricidad ha mostrado ser fundamental para el desarrollo económico y social de los países, donde además la salud y bienestar social de las comunidades pueden ser mejorados si es que ellas están conectadas a un sistema eléctrico confiable (Chaurey et al. 2004). Este desarrollo ha implicado que el efecto que tiene el tendido eléctrico sobre las poblaciones de aves se haya convertido en un tema relevante para conservación, especialmente para las aves rapaces que habitan los lugares donde se instala infraestructura energética y por el uso que estas aves hace de ellas (Bevanger 1998; Janss & Ferrer 1999; APLIC 2006; Lehman et al. 2007). Esta interacción hace que las aves sean vulnerables a la colisión con un gran número de estructuras, como edificios, tendido eléctrico y turbinas eólicas (Rioux et al. 2013). Por otro lado, las empresas eléctricas se ven también afectadas negativamente debido a la pérdida de millones de dólares producto de la interrupción del suministro y reparación de equipos por accidentes con aves (Lehman et al. 2007; Dwyer et al. 2013).

La infraestructura eléctrica, especialmente el tendido eléctrico, causa millones de muertes de aves anualmente en Estados Unidos (Erickson et al. 2001; Longcore et al. 2012; Loss et al. 2012) y afecta negativamente a poblaciones de aves en diversos ecosistemas en todo el mundo. El daño que produce el tendido eléctrico no es solo por el efecto de electrocución, sino que también por la colisión de las aves con este tipo de estructuras (Bevanger 1998; Janss 2000; APLIC 2012). Además, las aves pueden ser afectadas por el campo electromagnético que produce el tendido eléctrico (Tryjanowski et al. 2014). El efecto de los tendidos eléctricos sobre las poblaciones de aves ha sido estudiado desde 1970 (APLIC 2006; Lehman et al. 2007), donde se ha podido constatar que la electrocución de aves en tendidos eléctricos es el resultado de tres elementos que interactúan entre sí: la biología de la especie, el medio ambiente y la estructura del tendido, particularmente de los postes (APLIC 2006; Lehman et al. 2007; Dixon et al. 2013).

El tamaño corporal del ave es una de las características más importantes que hacen susceptibles a ciertas especies a la electrocución, ya que es más probable que aves de gran envergadura tengan mayores probabilidades de hacer contacto con los cables electrificados. El hábitat también es un factor clave que influencia el uso de los postes por parte de las aves, por ejemplo en áreas abiertas, con una escasez natural de perchas, los postes proveen un sustrato ideal para la caza, alimentación, descanso o nidificación (APLIC 2006). Hábitats con una abundancia alta de presas, pueden atraer a las aves de presa que usarán los postes como atalayas de caza. Por último, la configuración de los conductores o fases con escasa separación y cables a tierra son más propensos a electrocutar aves (APLIC 2006; Dixon et al. 2013; Dwyer et al. 2013). Como consecuencia de la mortalidad de aves por tendido eléctrico, aumenta el riesgo de extinción local de poblaciones a mediano plazo.

Con respecto al tendido eléctrico, son las líneas de distribución las que producen mayores efectos negativos sobre las aves (APLIC 2006; Dixon et al. 2013). Esto ocurre porque el voltaje generalmente es bajo (3 a 60 kV) y por lo tanto el aislamiento que se requiere es menor, lo que significa que los conductores necesitan una menor separación con respecto a la cruceta de la cual están suspendidos (Dixon et al. 2013). Además, la proximidad de los conductores entre sí implica que las aves de gran tamaño pueden resultar electrocutadas mediante el contacto simultáneo con dos fases o mediante el contacto con una fase y un contacto a tierra (Prinsen et al. 2011). En general, los postes con conductores situados sobre la cruceta son los que presentan una alta mortalidad (Olendorff et al. 1981; Ferrer & Hiraldo 1991; APLIC 2006).

La mortalidad de aves por electrocución y/o colisión en líneas eléctricas ha sido considerada como un problema de conservación para algunas especies de aves, especialmente aves rapaces (Janss 2000; Janss & Ferrer 2001; APLIC 2006; Shaw et al. 2010; Kaluga et al. 2011; Lehman et al. 2007; Dwyer et al. 2013). Por ello, los esfuerzos de

conservación y mitigación pueden reducir los efectos, pero estos deben estar enfocados en programas que incluyan efectividad y costos (Dwyer et al. 2013). Las aves rapaces han sido el foco de este tipo de programas debido a que son más propensas por su gran tamaño, conducta y porque eventos persistentes de electrocución han implicado un descenso de las poblaciones de algunas especies en Europa, Asia y África (Sergio et al. 2004; Kemper et al. 2013).

Estudios sobre electrocución en Chile no existen o se encuentran en curso, así como tampoco existe un sistema de monitoreo con respecto a los eventos de electrocución. Una acción efectiva para disminuir las muertes de aves por electrocución consiste en evaluar el número de electrocuciones y colisiones de estas y aplicar medidas de permitan reducir el número de eventos. Por ello, el Objetivo General de este estudio es aplicar una metodología de evaluación y monitoreo del efecto del tendido eléctrico sobre aves voladoras de gran tamaño (rapaces y no rapaces). Los objetivos específicos son:

1. Realizar un monitoreo estacional de aves de gran tamaño que permita determinar la riqueza y abundancia de estas en el área del proyecto.
2. Cuantificar el potencial efecto de las líneas de transmisión (eventos de electrocución o colisión) sobre las poblaciones de aves de gran tamaño presentes en el área del proyecto.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Diversidad de aves rapaces y no rapaces de gran tamaño

Se efectuaron tres campañas durante la temporada de primavera 2017. Durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2017, se recorrió las subcuencas de El Colorado, El Yeso y El Volcán.

Los conteos de aves se realizaron mediante puntos de observación (Mañosa et al. 2003, Zilio et al. 2014), distribuidos de forma semi-aleatoria dentro del área de estudio. Siguiendo la metodología de puntos de observación según Whitacre et al. (1992) los puntos se distribuyeron con una separación mayor a 2 km (Figura 2). Se utilizaron puntos de observación con límite, debido a que en éstos se reduce la sobreestimación de la abundancia de las aves de gran tamaño y no existen mayores problemas al momento de determinar distancias variables (Figura 1). Para la observación a distancia se utilizaron binoculares de 8x40 y 8x50 aumentos. Dos observadores, con experiencia en identificación de aves rapaces, realizaron los conteos por cada punto durante 5 minutos, maximizando la probabilidad de avistamientos. Se registró a todas las aves rapaces y no rapaces de gran tamaño que se observaron o escucharon en cada punto (área de muestreo= 3.14 km²; Zilio et al. 2014). Con el fin de evitar el doble conteo se prestó atención a la ausencia de plumas, marcas de coloración naturales o patrón de coloración específico, ya que son las únicas formas de identificar individuos cuando no están marcados con transmisores, anillos u otro. Cuando esto ocurría o se sospechaba que las aves fueron contadas previamente, sólo se consideró un registro (Piana & Mardsen 2012).

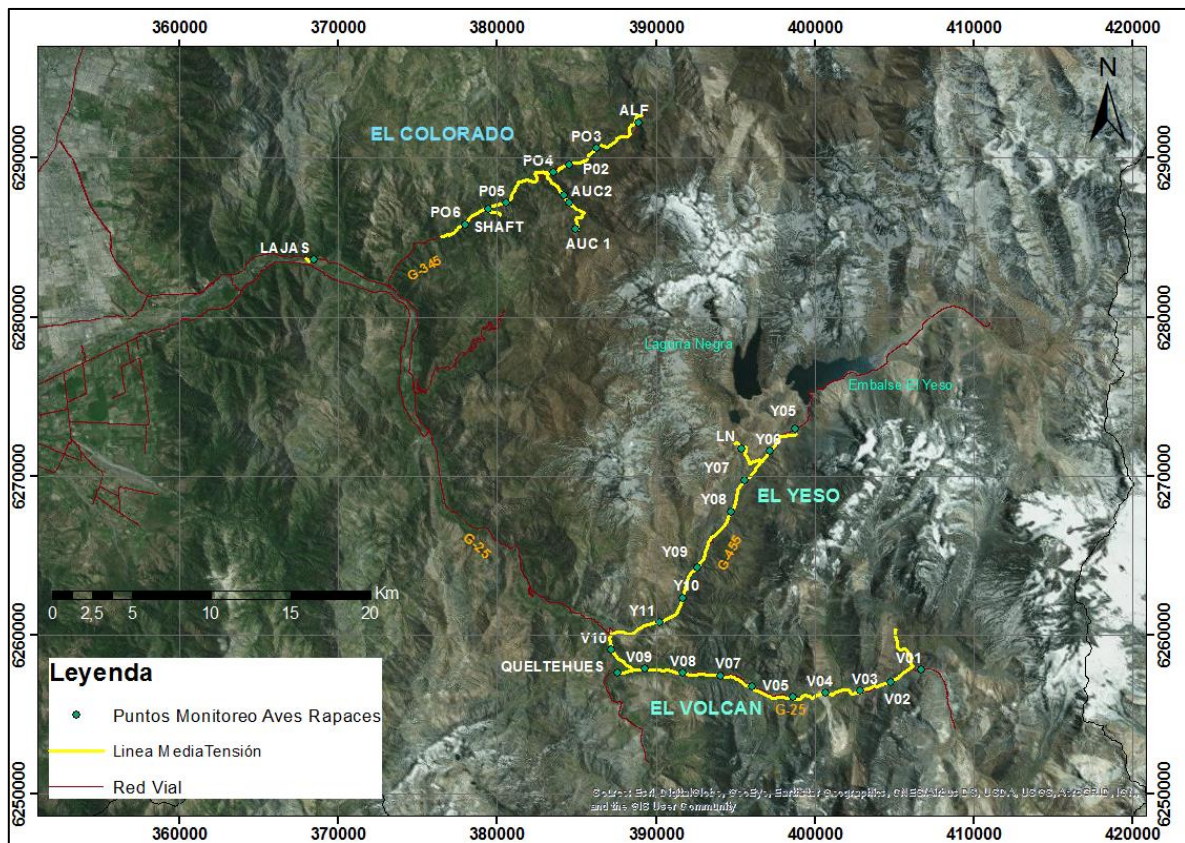


Figura 1. Puntos de muestreo para aves de gran tamaño

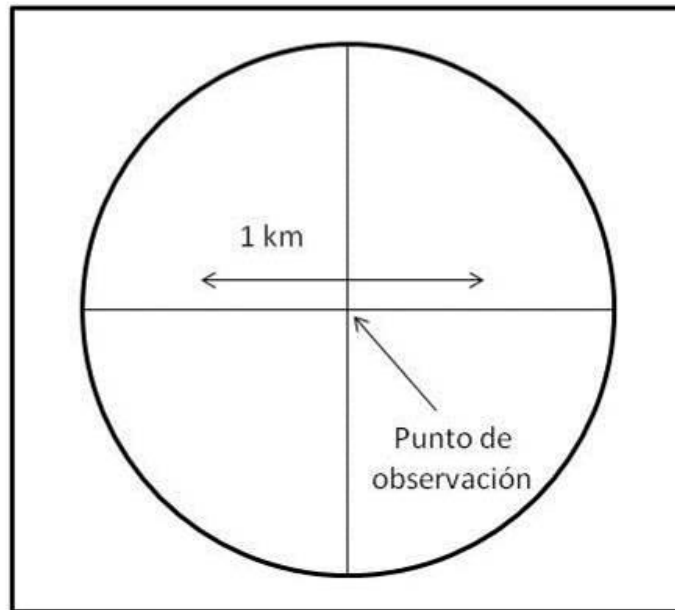


Figura 2. Metodología de observación. Campo visual de 360° y 1 km. de profundidad.

En cada registro, además de la especie y número de individuos, se registró la edad (juvenil/adulto) y sexo cuando fue posible, lugar de avistamiento y conducta. Los conteos se realizaron principalmente en horas del día entre 09:00 y 13:00 para aprovechar las horas de mayor visibilidad y probabilidad de detectar aves (Fuller y Mosher 1987, Mañosa et al. 2003, Andersen 2007), además estas horas coinciden con la actividad de las aves rapaces y de las corrientes térmicas que estas utilizan.

Adicionalmente, también se registraron a aquellos individuos que no fueron registrados en los puntos de observación pero que fueron observados incidentalmente durante el recorrido entre puntos. En este caso se registró la conducta, estructura sobre la que se encontraba posado y sus coordenadas geográficas.

2.2 Eventos de mortalidad causados por electrocución o colisión.

Una vez al mes, y de forma simultánea al conteo de aves, se recorrió la mayor cantidad posible de postes de electricidad, en función de su accesibilidad, en busca de aves electrocutadas. Esta metodología se utilizó en las subcuencas de El Colorado, El Yeso y El Volcán. En el caso de encontrar carcassas de aves electrocutadas en la base o alrededor de un poste, éstas serán removidas para evitar el doble conteo de individuos (Mañosa 2001, Ferrer et al. 2013). En el caso de encontrar una carcassas de un ave muerta, se examinará para detectar signos de electrocución y/o colisión con el objetivo de determinar la causa de muerte. Estos signos hacen referencia para el caso de la electrocución a quemaduras en extremidades, a explosión de globos oculares o simplemente ningún signo evidente de mortandad, donde el golpe eléctrico no deja evidencias. Para el caso de colisiones se registró signos de fracturas.

Mediante observación directa (aves aperchadas) e indirecta (postes con presencia de fecas) se determinó el uso que le dan las aves a los postes. Variables como el diseño de los postes y topografía del sector fueron registradas para evaluar la probabilidad de cada poste de ser seleccionado como percha.

Finalmente, se revisó la literatura en busca de métodos para evitar colisión y/o electrocución de aves con el tendido eléctrico.

3. RESULTADOS

3.1. Riqueza y abundancia de aves

Durante la campaña de primavera se registró un total de 8 especies de aves rapaces: Cóndor (*Vultur gryphus*), Águila (*Geranoaetus melanoleucus*), Aguilucho (*Buteo polyosoma*), Peuco (*Parabuteo unicinctus*), Carancho cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*), Tiuque (*Milvago chimango*), Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y Cernícalo (*Falco sparverius*). Las citadas especies son reconocidas como aves con riesgo potencial de electrocución y/o colisión según Tabla 1.

Tabla 1. Especies con riesgo potencial de electrocución y/o colisión que pueden ser detectadas en el área del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Envergadura alar (cm) ^a	Criterios de Protección según artículo 3° Ley de Caza ^b				Clasificación de Especies según RCE
				B	S	E	EC	
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande		B		S/C		-
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica		B		S/C		-
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera		B		S/C		-
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	100-110	B		V		-
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	82	B	B	S/C		-
Anatidae	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Piuquén	140-160			R		-
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada		B		S/C		-
	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	280-320	B	E	V		-
Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	175-200	B	E	S/C		-
	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	110-130	B	E	S/C		-
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	100-115	B	E	S/C		-
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	95-117	B	S	E	V	-
	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero		B	E	S/C		-
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	55-60	B	E	S/C		-
	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	86-88	B	E	S/C		-
	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Carancho cordillerano	116	B	E	S/C		-
Strigidae	<i>Bubo magellanicus</i>	Tucúquere		B	E	S/C		-
	<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho	25-40	B	E	S/C		-
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza		B	E	S/C		-

^aEnvergadura alar: considera la información de las especies que fue posible obtener en la literatura. La envergadura considera la longitud de ambas alas extendidas.

^bClasificación según artículo 3° Ley de Caza: beneficioso para la actividad silvoagropecuaria (B); especie con densidades poblacionales reducidas (S); especie beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E). Estado de conservación (EC): Peligro de extinción (EP); Vulnerable (V); Rara (R); Inadecuadamente conocida (I); Fuera de peligro (F); sin clasificación (S/C).

Además, se detectó al Queltehue (*Vanellus chilensis*) que es una de las aves de gran tamaño que no pertenece al grupo de las rapaces. La especie que presentó una mayor abundancia relativa fue el Cóndor con un 42,6% (n= 40 individuos) del total de individuos observados. En segundo lugar de abundancia se encuentra el Águila y el Queltehue, ambas con un 12,8% (n= 12 individuos). El Cernícalo ocupó el tercer lugar en abundancia con un 11.7% (n= 11 individuos). El resto de especies presentó abundancias relativas cercanas al 5% (Figura 3 y 4). El Halcón Peregrino fue la única especie fue observada una única vez.

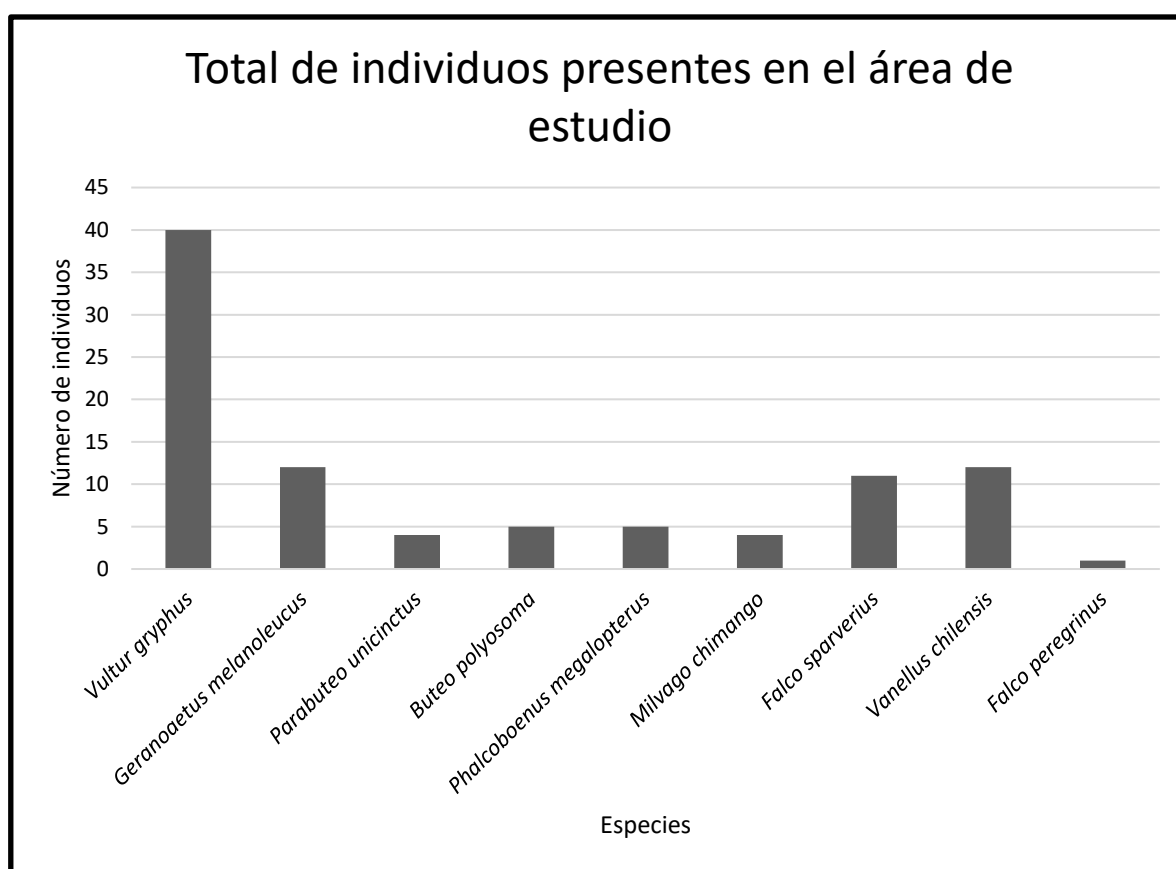


Figura 3. Total de individuos por especie observados en el área de estudio durante la campaña de primavera 2017.

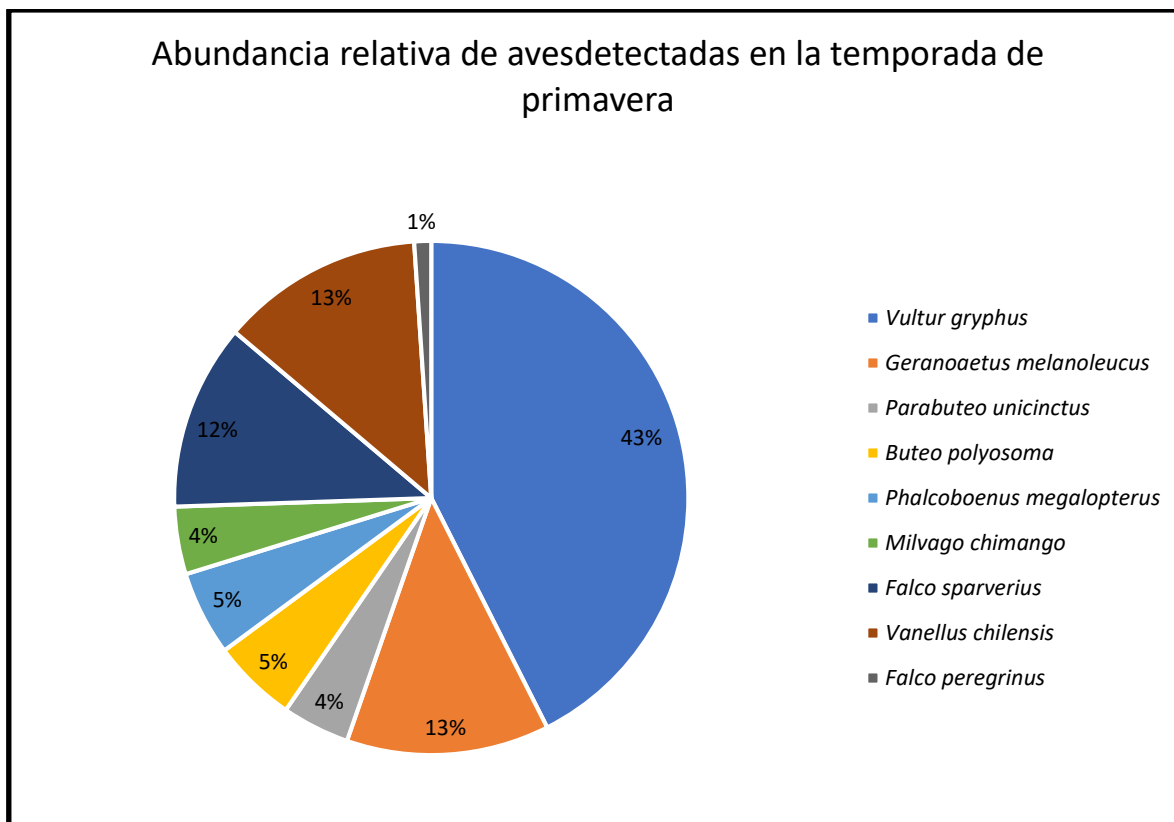


Figura 4. Abundancia relativa de las especies detectadas durante la campaña de primavera 2017.

La riqueza de especies por subcuencas fue similar en cada una de ellas, la que presentó mayor riqueza fue El Volcán con 8 especies. Maitenes/Alfalfal presentó 7 especies al igual que la subcuenca de El Yeso (Figura 5). Estas tres subcuencas comparten 6 especies de aves rapaces durante la temporada de primavera (Cóndor, Águila, Aguilucho común, Tiuque, Cernícalo y Queltehue).

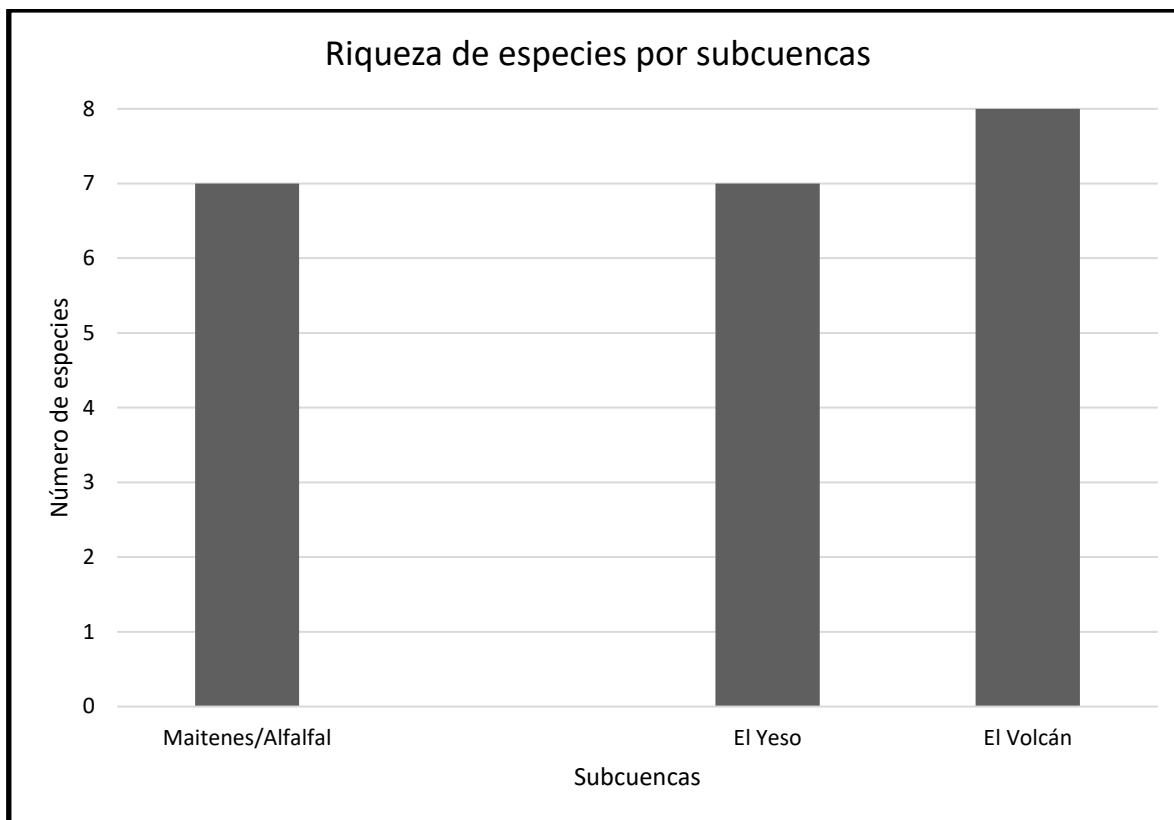


Figura 5. Riqueza de especies por subcuenca durante la campaña de primavera 2017.

3.2. Electrocutación y/o colisión de aves

A pesar de que el esfuerzo de muestreo para estas campañas se aumentó en un día para cada subcuenca (2 días por subcuenca, no se detectaron individuos electrocutados ni con signos de colisión durante los tres meses de estudio. Sólo se utilizó la metodología de búsqueda de carcasas (aves muertas) y/o heridas bajo el tendido o postes de fácil acceso en los sectores de El Volcán y el Yeso, no se realizó recorrido la búsqueda de carcasas en el sector de Maitenes/Alfalfal debido a que el tendido se encuentra casi en su totalidad dentro de terrenos privados, sin embargo, en el sector de Maitenes/Alfalfal se realizó una búsqueda mediante el uso de binoculares.

3.3. Uso del tendido eléctrico

Se observó a las aves utilizando las estructuras eléctricas, principalmente cables. La especie observada utilizando las estructuras fue el Cernícalo (*Falco sparverius*), esta especie utiliza estas estructuras principalmente como zona de observación para capturar a sus presas (Figuras 6). En total se observó a 3 individuos distintos de cernícalo utilizando los cables como posadero. Los 4 individuos fueron detectados en la línea Maitenes – Alfalfal en las cercanías a los postes P007, A015 y A062. Además, se observaron fecas en los postes y/o crucetas del tendido como evidencia del uso de estas estructuras por las aves. En general, en los mismos postes donde se han observado aves rapaces posadas, se puede apreciar una cantidad constante de fecas, lo que indica que estas estructuras son utilizadas como posaderos permanentes.



Figura 6. Cernícalo (*Falco sparverius*) utilizando un cable como percha para descansar y localizar potenciales presas.

4. DISCUSIÓN

En total se detectaron 9 especies de las 18 posibles que pueden presentar riesgo de electrocución y/o colisión en el área. Dentro del grupo de las rapaces diurnas no se detectó la presencia de especies como el Halcón perdiguero, Chuncho y el Jote de cabeza roja. Para el caso de las rapaces nocturnas, es probable que la no detección de estas especies se deba a la metodología, la cual está orientada hacia rapaces diurnas, no siendo apropiada para este grupo de aves (Fuller and Mosher 1981). En la presente temporada se detectó a las mismas especies que fueron observadas durante la primavera del 2016. Las especies detectadas durante temporada de primavera, son las descritas para el área. Algunas de las especies descritas para el área presentan abundancias bajas y son difíciles de detectar, un ejemplo es el Halcón peregrino. Esta especie habita zonas de rocas y pendientes pronunciadas lo que dificulta su detección. Una especie similar es el Halcón perdiguero, este está descrito para el área pero no ha sido detectado, sin embargo es probable que se encuentre en la zona pero en sectores que no han sido recorridos.

Las abundancias fueron mayores durante la primavera de la temporada 2017. En total se registraron 94 individuos durante la primavera 2017 en comparación con 82 individuos registrados en primavera 2016. Las abundancias fueron mayores en casi todas las especies, con excepción del Aguilucho común el cual presentó la misma abundancia durante el 2016 y 2017.

Al igual que en la temporada de invierno del año 2017, el Cernícalo fue la única especie detectada utilizando las estructuras del tendido eléctrico. Como la mayoría de las aves rapaces, esta utiliza de forma frecuente y repetida las perchas dentro de su territorio para detectar presas y otras conductas. Es por esto que se observó al Cernícalo en las mismas estructuras que la temporada de invierno.

Las especies detectadas presentan un tamaño corporal y/o una conducta propicia para sufrir eventos de electrocución y colisión (Bevanger 1998, Lehman et al. 2007). Las

diferencias entre especies son importantes para el entendimiento de las dinámicas en la electrocución de aves. En cuanto al tamaño, el Águila y Carancho cordillerano son más propensos a la electrocución debido a su gran tamaño y porque pueden fácilmente abarcar los conductores (Janss & Ferrer 1999; Figura 6). El Cóndor es otra especie de gran tamaño, pero es poco probable que sufra eventos de electrocución y/o colisión debido a su conducta de volar a gran altitud y preferir como posaderos sitios aislados que se encuentran lejos del tendido ubicado en la zona de estudio. Sin embargo, el Cóndor puede estar más propenso a sufrir eventos de electrocución y/o colisión cuanto existe la presencia de alimento en las proximidades de los cables y postes. Un animal muerto cerca al tendido puede generar accidentes en las aves ya que éstas al volar de forma imprevista frente a una amenaza pueden colisionar con los cables o percharse en un poste y electrocutarse, al hacer puente entre dos cables.

Se observó de forma ocasional al Águila, Cóndor y Aguilucho volando a una altura superior a los 20 metros en distintas direcciones. El Águila y Cóndor son las especies que vuelan a mayor altura utilizando las corrientes térmicas para elevarse y así desplazarse entre corrientes con un mínimo gasto de energía (Gillies et al. 2011). Adicionalmente se puede señalar que todas las especies registradas, utilizan las cuencas estudiadas para desplazarse a lo largo de estas y cruzando estas cuencas a gran altura, particularmente el Cóndor, Águila y Aguilucho.

La mortalidad de aves debida a la electrocución y colisión en tendidos eléctricos ha sido identificada como un problema de conservación para algunas especies de aves, principalmente las rapaces (Janss & Ferrer 2001; Lehman et al. 2007; APLIC 2012). Debido a que la mayoría de las líneas eléctricas se encuentran localizadas en áreas remotas, los reportes de pérdidas de individuos deben ser considerados una medida superficial de lo que realmente ocurre (Bevanger 1998).

El tendido asociado al proyecto hidroeléctrico Alto Maipo, es utilizado por las aves rapaces de la zona para distintos usos. Se ha observado a las especies alimentarse, descansar e incluso aparearse sobre las estructuras. Sin embargo, hasta el momento no se han detectado eventos de colisión y/o electrocución, lo que no significa que este tipo de eventos no estén ocurriendo, pero al menos si es que existiesen, su frecuencia debe ser muy baja para ser detectada. Además, las condiciones topográficas del sector permiten que las aves no sean tan dependientes del tendido para desarrollar sus conductas de caza, alimentación y reproducción. Por otra parte, las medidas de mitigación aplicadas en el tendido parecen estar funcionando de manera correcta, puesto que se ha observado a las aves sobre estas estructuras y a la fecha no se ha presenciado eventos de electrocución.

5. BIBLIOGRAFÍA

- (APLIC), A.P.L.I.C., 2012. *Reducing avian collisions with power lines: the state of the art in 2012* E. E. I. and APLIC, ed., Washington, D.C. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Reducing+Avian+Collisions+with+Power+Lines:+The+State+of+the+Art+in+2012#0> [Accessed April 30, 2014].
- (APLIC), A.P.L.I.C., 2006. *Suggested Practices for Avian Protection On Power Lines : The State of the Art in 2006*,
- Bevanger, K., 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation*, 86(1), pp.67–76. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320797001766>.
- Dixon, A. et al., 2013. The problem of raptor electrocution in Asia: case studies from Mongolia and China. *Bird Conservation International*, p.doi:10.1017/S0959270913000300. Available at: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0959270913000300.
- Dwyer, J.F., Harness, R.E. & Donohue, K., 2013. Predictive Model of Avian Electrocution Risk on Overhead Power Lines. *Conservation Biology*, 00(0), pp.1–10. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24033371> [Accessed October 23, 2013].
- Ferrer, M. & Hiraldo, F., 1991. Evaluation of management techniques for the Spanish Imperial Eagle. *Wildlife Society Bulletin*, 19(4), pp.436–442. Available at: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/3782155> [Accessed September 15, 2013].

- Janss, G., 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95, pp.353–359. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320700000215> [Accessed September 15, 2013].
- Janss, G. & Ferrer, M., 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International*, pp.3–12. Available at: <http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=74764> [Accessed September 13, 2013].
- Janss, G. & Ferrer, M., 1999. Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. *Wildlife Society Bulletin*, 27(2), pp.263–273. Available at: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/3783888> [Accessed September 15, 2013].
- Janss, G.F.E. & Ferrer, M., 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International*, 11(01), pp.3–12. Available at: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0959270901001022.
- Kemper, C.M., Court, G.S. & Beck, J. a., 2013. Estimating raptor electrocution mortality on distribution power lines in Alberta, Canada. *The Journal of Wildlife Management*, 77(7), pp.1342–1352. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/jwmg.586> [Accessed September 17, 2013].
- Lehman, R., Kennedy, P. & Savidge, J., 2007. The state of the art in raptor electrocution research: A global review. *Biological Conservation*, 136(2), pp.159–174. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320706004150> [Accessed June 23, 2011].
- Piana, R.. & Mardsen, S., 2012. Diversity, Community Structure, and Niche Characteristics within a Diurnal Raptor Assemblage of Northwestern Peru. *The Condor*, 114(2), pp.279–289. Available at: <http://www.jstor.org/stable/info/10.1525/cond.2012.100163> [Accessed October 16, 2012].
- Rioux, S., Savard, J. & Gerick, A., 2013. Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric network. *Avian Conservation and Ecology*, 8(2). Available at: <http://www.ace-eco.org/vol8/iss2/art7/ACE-ECO-2013-614.pdf> [Accessed June 15, 2014].
- Sergio, F. et al., 2004. Electrocution alters the distribution and density of a top predator, the eagle owl *Bubo bubo*. *Journal of Applied Ecology*, 41(5), pp.836–845. Available at: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/118755144/abstract> [Accessed September 23, 2010].

Tryjanowski, P. et al., 2014. A Paradox for Conservation: Electricity Pylons May Benefit Avian Diversity in Intensive Farmland. *Conservation Letters*, 7(1), pp.34–40. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/conl.12022> [Accessed April 30, 2014].

Zilio, F., Verrastro, L. & Borges-Martins, M., 2014. Temporal Fluctuations in Raptor Abundances in Grasslands of Southeastern South America. *Journal of Raptor Research*, 48(2), pp.151–161. Available at: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.3356/JRR-13-00060.1> [Accessed June 15, 2014].