



TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN SANEAMIENTO Y  
PROTECCIÓN AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD



NEUQUÉN MARZO 2019

## TITULO

Determinación de la función de la laguna San Lorenzo como factor de riesgo aviar para el Aeropuerto Internacional Juan Domingo Perón de la ciudad de Neuquén.

## Roman Rubio Pablo Darío

Directora: Lic. Bernardis Adela

Co-Directora: Lic. Navarro Cecilia

Legajo: 123371

Fecha de aprobación del plan de tesis: 04 de diciembre del 2017

# Índice

Agradecimientos .....	2
RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
OBJETIVOS .....	6
MARCO TEÓRICO .....	7
Humedales urbanos .....	7
Laguna San Lorenzo.....	8
Aves acuáticas y palustres.....	9
Seguridad aeroportuaria .....	10
Riesgo Aviar .....	12
ANTECEDENTES .....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Área de estudio .....	15
Clima.....	16
Geomorfología y geología .....	17
Hidrología .....	17
Fitogeografía .....	18
Técnica de muestreo .....	18
Diseño de muestreo .....	18
Análisis de datos.....	20
Determinación de riqueza.....	20
Determinación de diversidad .....	20
Análisis de riesgo aviar .....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
Análisis de riqueza de aves.....	23
Análisis de diversidad de aves.....	25
Análisis de riesgo aviar .....	28
Riesgo Aviar .....	34
Ecoetología de <i>Milvago chimango</i> .....	35
Discusión .....	36
Riqueza .....	36
Anidación.....	36
Migración .....	37
CONCLUSIÓN .....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	40

## Agradecimientos

Quiero agradecer de manera especial a mi familia, a mis padres Rubio Beatriz y Roman Omar; mis hermanas Laura Roman y Ana Roman. Grandes pilares en mi vida, personas que me forjaron y acompañaron es toda esta etapa universitaria. Estaré eternamente agradecido.

A los amigos que me regalo esta hermosa carrera, El Gogy (Galán Rodrigo), El Negro (Gajardo Cid Claudio), El Mono (Fernández Cristian), La Anto (Peano Antonella) y El Lukitas (Vega Lukas). Grandes compañeros de trekking también.

A mi directora de tesis Bernardis Adela y a mi codirectora tesis Navarro Cecilia por sus valiosos y constantes asesoramiento y sugerencias para realizar esta investigación, así también por su amistad brindada, muchas gracias.

A mis compañeros de avistaje durante el desarrollo de este trabajo de tesis: Analía Gatica, Guillermina Raselli, José Carrara, gracias por las horas, momentos y datos compartidos.

A la Universidad Nacional del Comahue, gracias por haberme permitido formarme como profesional, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes.

A mis amigos de la vida, aquellas personas que elegimos como hermanos, El Sebaton (Ormazábal Sebastián) y El Fer (Morales Fernando). Gracias de corazón por aliviar los pesares y compartir las alegrías.

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar el rol de la laguna San Lorenzo dentro de la problemática de riesgo aviar que presenta en la actualidad el aeropuerto Internacional, de la Provincia de Neuquén, Juan Domingo Perón.

Se llevaron adelante censos de avifauna semanales durante el periodo migratorio otoñal, desde el 16 de marzo al 19 de mayo del 2017, con un total de 9 muestreos. Durante el periodo migratorio estival, los censos de aves se realizaron el 18 de febrero y el 21 de diciembre. Para la determinación de la totalidad de aves observadas de la zona de estudio se eligió la metodología de conteo por puntos, dispuestos en 4 lugares diferentes de la laguna. A su vez se llevaron adelante relevamientos mensuales, durante 6 días corridos, desde noviembre a febrero. Este análisis se realizó durante el amanecer, momento de mayor actividad de las aves en la zona de estudio.

Para analizar la diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener. Para interpretar estos resultados, fue necesario considerar la distribución de la abundancia entre las especies que integran la comunidad. Para ello se calculó el índice de equitatividad de Smith Smith.

El procesamiento de los datos obtenidos en campo dio como resultado un total de 2986 individuos observados en el ciclo otoñal, correspondientes a 44 especies y 485 individuos en el ciclo estival, correspondientes a 43 especies. En ambos periodos se observaron especies dominantes, principalmente de las familias Falconidae, Icteridae, Ardeidae, Threskiornithidae y Podicipedidae. Seguidamente, se llevó adelante una preselección sobre los datos de riqueza obtenidos, lo cual determinó a la especie *Milvago chimango* como el ave que presenta mayor relevancia para el análisis de riesgo aviar.

Por último, se elaboró un índice de riesgo aviar específico según las condiciones estudiadas, para obtener una cuantificación del peligro de colisión de la especie seleccionada. Los resultados del análisis riesgo aviar demostraron que dentro del periodo de mayor actividad (primavera-verano), noviembre y enero fueron los meses de mayor riesgo de impacto, con valores 0,9 y 0,26 respectivamente.

Finalmente se concluyó, que más allá de los valores que otorgaron los índices, la ubicación geográfica que presenta el Aeropuerto Internacional Juan Domingo Perón, considerando la cercanía con barrios residenciales, zonas rurales y ecosistemas acuáticos, resulta ser la verdadera condicionante del peligro aviar.

## INTRODUCCIÓN

Cuando se construye un aeropuerto y se inicia su actividad, las condiciones ambientales del lugar experimentan una transformación radical que repercuten tanto en el paisaje como en la fauna silvestre habitual de la zona. Esto implica situaciones, generalmente no previstas, en las que las necesidades del tráfico aéreo deben convivir con las aves que habitan esa zona, lo cual implica un riesgo para la seguridad de vuelo, ya que pueden impactar contra los aviones y/o ser absorbidas por sus motores.

Uno de los principales efectos de la presencia de aves es la posibilidad de que colisionen con los aviones, lo que puede producir daños en el fuselaje, así como afectar a los mecanismos que accionan las superficies de control o a las antenas destinadas a la navegación y las comunicaciones [1].

La ingestión de aves por parte de los motores es un problema aún mayor que el de los impactos, ya que pueden dejar el motor prácticamente inutilizado precisamente en los momentos más críticos de la operación de vuelo (despegue y aterrizaje).

La presencia de las aves en los aeropuertos es una consecuencia de múltiples factores que la favorecen, al no encontrar otro lugar en el entorno más próximo que les ofrezca mejores condiciones. Una de las razones más frecuentes se debe a la ubicación de los aeropuertos en grandes extensiones, donde las aves encuentran alimento con facilidad y donde no hay depredadores [1]. También las áreas no ocupadas por edificios, las calles de rodaje o las pistas y la existencia de una cubierta vegetal donde pueden encontrar alimento, facilitan su establecimiento en la zona. Los principales alimentos en los aeropuertos son pastos y otra vegetación, insectos, y restos de otras víctimas de choques (insectos, aves y pequeños mamíferos que han colisionado con aeronaves). Las especies de aves que frecuentan aeropuertos son principalmente herbívoras/granívoras, insectívoras y carroñeras (Soldatini et al., 2010).

En otras ocasiones las aves no se establecen en el aeropuerto, sino que lo sobrevuelan al encontrarse en la ruta de sus desplazamientos. Las grandes superficies pavimentadas, que facilitan la existencia de corrientes de aire ascendentes, favorecen la presencia de especies de aves que aprovechan estas corrientes para desplazarse (ANAC, 2012; Shepard et al., 2016).

Actualmente la preocupación por el ambiente lleva a los responsables de los aeropuertos a buscar soluciones que no pasen por la eliminación de las aves, al tiempo que se trata de conseguir que el paisaje del aeropuerto no favorezca su presencia, sino su establecimiento en otros lugares más adecuados. Por lo tanto, para poder abordar

las soluciones necesarias para evitar que las aves afecten a las operaciones de vuelo y a su seguridad, es necesario conocer el tipo de aves y las causas que generan su presencia en el aeropuerto.

En el caso particular del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Neuquén "Juan D. Perón", la presencia de aves se debe a que se encuentra inserto en un paisaje de alta heterogeneidad.

En las proximidades al Aeropuerto de la ciudad de Neuquén existen una serie de ecosistemas acuáticos con niveles de agua en superficie permanentes como el paleocauce del río Limay, conocido actualmente como laguna San Lorenzo, las lagunas del Comahue Golf Club, el mismo río Limay y canales de drenaje lindantes. Uno de los principales ambientes elegidos en esta zona por las aves acuáticas y palustres es la anteriormente mencionada laguna San Lorenzo. La misma reúne una serie de condiciones ecológicas, características de un humedal, que le permite a las aves obtener de éste alimento y refugio durante la noche, promoviendo así la subsistencia de las distintas especies que se adentran en este hábitat.

El presente trabajo pretende determinar la composición de especies de aves de la laguna San Lorenzo y evaluar el riesgo del uso de este espacio asociado a las actividades del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Neuquén "Juan Domingo Perón".

Las frecuencias aéreas del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Neuquén se han incrementado como consecuencia del desarrollo económico y demográfico vertiginoso de las ciudades de la Confluencia en las últimas décadas. El aumento de las actividades hidrocarburíferas y el turismo ocasionan intensos intercambios y conexiones con otras ciudades, siendo el transporte aéreo el principal medio de viaje para quienes se relacionan con estas actividades.

Por otra parte, las actividades productivas y urbanas en el espacio en torno al aeropuerto y la falta de programas de recursos naturales dedicados al manejo de fauna silvestre por parte de los sectores público y privado han contribuido a un crecimiento exponencial en el tamaño de las poblaciones de diferentes especies de fauna de aves como teros, chimangos, gaviotas, garzas, aves rapaces y carroñeras (halcones, jotes y búhos), bandurrias y una gran diversidad de paseriformes. A su vez se puede observar una matriz de paisaje heterogénea, pero por sobre todo cambiante como resultado de una política de urbanización fragmentada sobre el valle irrigado y los humedales naturales del río Limay. Bajo este contexto muchas especies han expandido sus

territorios hacia áreas urbanas y suburbanas en respuesta a los cambios de hábitat en esas áreas.

En base a todo lo mencionado se ha optado, en la búsqueda de medidas para el control de aves en la franja del aeropuerto, estudiar y analizar los posibles nichos ecológicos que se encuentren en las zonas aledañas al mismo, sabiendo que aquellos lugares que conformen ciertas condiciones ecológicas serán de atractivo para las aves y permitirán analizar los patrones de conducta de aquellas especies más conflictivas. De esta manera se podrán establecer medidas que permitan aminorar la presencia de las aves en la estación aérea.

Es por todo esto que la presente investigación procura dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuál es la abundancia y biodiversidad de aves acuáticas y palustres que se registra en la laguna San Lorenzo? ¿Cuáles de éstas implican una amenaza para las actividades aeroportuarias?
- ✓ ¿Cuál es la situación de la laguna San Lorenzo respecto a la problemática del aeropuerto?
- ✓ ¿Cuáles son las características ecológicas y etológicas de las especies estudiadas que están en la laguna y que son una amenaza para el aeropuerto?

## OBJETIVOS

### **General:**

Determinar la función de la laguna San Lorenzo como factor de riesgo aviar para el Aeropuerto Internacional Juan Domingo Perón de la ciudad de Neuquén.

### **Específicos:**

1. Identificar las especies de aves que habitan la laguna San Lorenzo para determinar su biodiversidad.
2. Categorizar las especies de aves de la laguna San Lorenzo en base al análisis de riesgo aviar para la seguridad aeroportuaria.
3. Indicar cuál es el rol de la laguna relacionado al comportamiento de las aves que representan un riesgo aeroportuario.

## MARCO TEÓRICO

Para interiorizarse en la temática planteada, es necesario definir ciertos términos como los siguientes:

### Humedales urbanos

El término humedales se refiere a una amplia gama de hábitats interiores, costeros y marinos que comparten ciertas características. Estos espacios pueden ser extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (RAMSAR, 2016).

Los humedales de la Patagonia argentina ocupan aproximadamente el 5% de la superficie total de esta región y se localizan desde la cordillera de los Andes hasta la costa atlántica a lo largo de un gradiente de precipitación oeste-este (3000 a 200 mm de media anual). Agrupan ambientes de diversas características como lagunas, mallines y turberas; los lagos y lagunas están asociados a valles fluviales o pertenecen a cuencas endorreicas (Perotti et al., 2005).

Teniendo en cuenta que los humedales constituyen ecotonos de transición entre ambientes puramente terrestres y aquellos otros eminentemente acuáticos, las particularidades concretas que conlleva su presencia en un territorio dado (interacción entre el medio terrestre, el acuático y la radiación solar) hacen que en su superficie se desarrolle un ecosistema con características propias y bien distintas a las del entorno circundante (Paracuellos et al., 2007), lo que lleva a que sean considerados uno de los ecosistemas biológicamente más diversos. Las peculiaridades del entorno hacen que la fauna presente sea por lo general endémica y netamente diferenciada de las zonas adyacentes; grandes familias de aves y reptiles están exclusivamente adaptadas a este tipo de entorno. Una de las funciones más importantes de los humedales es que actúan como filtradores naturales de agua, esto se debe a que los tejidos de las plantas hidrófitas (vegetación específicamente adaptada a estas condiciones) almacenan y liberan agua, realizando un proceso de filtración (RAMSAR, 2016).

En las zonas áridas, como es el caso de la ciudad de Neuquén, los humedales constituyen el hábitat crítico de comunidades acuáticas complejas integradas por especies de invertebrados, peces, anfibios y aves. Esto se halla mejor documentado para los peces y anfibios en relación a otra fauna, destacándose su gran riqueza específica y su importancia desde el punto de vista de la conservación de la fauna autóctona patagónica (Perotti et al., 2005).



A pesar de su importancia, las tierras húmedas en todo el mundo se encuentran amenazadas. Estos peligros provienen del desarrollo inmobiliario, turístico e industrial, de la conversión intensiva a la agricultura o acuicultura, de cambios hidrológicos artificiales o de la degradación por medio de la explotación excesiva [2].

### Laguna San Lorenzo

La laguna San Lorenzo se encuentra dentro del paleocauce del río Limay, pero nace producto de la extracción no racional de material pétreo utilizado en la construcción del Aeropuerto Internacional de Neuquén Juan Domingo Perón (1959). Este espacio recolecta agua de la cuenca aluvional que baja del barrio Hipódromo y que, por rebalse, cae al canal Rodhe. Con el paso de los años se convirtió en el hábitat de muchas especies de aves, tales como el chimango (*Milvago chimango*), el tero (*Vanellus chilensis*), las garzas (*Ardea alba*, *Nycticorax nycticorax*, *Egretta thula*), el tordo renegrado (*Molothrus bonarensis*), el pato overo (*Anas sibilatrix*), el pato maicero (*Anas georgica*), entre otros.

La laguna San Lorenzo se encuentra dentro del Parque Ecológico Recreativo Irma Alarcón ubicado en el barrio San Lorenzo Norte de la ciudad de Neuquén. Dicho parque fue declarado por el Consejo Deliberante (Ordenanza N° 10113/04) como patrimonio cultural y ecológico de la ciudad el 28 de octubre del año 2004. Esta área natural urbana posee características singulares de valor cultural, natural y es hábitat de especies de avifauna, categorizando a este espacio como uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad de la ciudad.

Este espacio geográfico seleccionado para su preservación posee ciertas características ambientales relevantes como lo son su riqueza hídrica y biológica (flora y fauna), belleza paisajística, valores históricos y culturales [3]. Estas mismas características son claros beneficios que los ciudadanos pueden disfrutar por lo cual es imperioso jerarquizarlas en las agendas gubernamentales, sea como parte de estrategias ambientales, sociales, educativas, económicas o de adaptación al cambio climático.

Tal vez estos sitios, a escala planetaria, no tengan un impacto directo sobre el mantenimiento de la diversidad de especies. Sin embargo, se consideran como sitios óptimos para la conservación de especies a nivel local y a su vez se consigue un impacto indirecto muy significativo sobre la población. Se logra un disfrute popular de la naturaleza cercana y esto es clave para optimizar la calidad de vida de la gente y concientizarla sobre la temática ambiental [3].

## Aves acuáticas y palustres

Las aves son vertebrados ovíparos, de fecundación interna, con plumas, de sangre caliente y de respiración pulmonar. Su medio de locomoción para el vuelo son las alas (salvo algunas pocas excepciones, ya que no todas las aves vuelan), que son sus extremidades anteriores. Poseen un pico que utilizan como instrumento de aprehensión, el cual carece de dientes. Su esqueleto se halla totalmente osificado. Su tamaño puede oscilar entre los 6,5 cm hasta los 2,74 m (Ares, 2007).

Debido a la alta capacidad de desplazamiento, las aves son consideradas un grupo faunístico muy importante en lo que respecta a la colonización de nuevos ambientes. Es por ello que representan un recurso natural de gran valor intrínseco y ecológico, que necesita ser protegido a través de un manejo apropiado (Echeverría et al., 2008). Además, por su óptima adaptación para el rápido aprovechamiento de los recursos, es la taxocenosis que mejor capacidad de uso tiene de los humedales, constituyéndose por tanto como uno de los principales grupos asociados a los mismos (Paracuellos et al., 2007).

Las aves acuáticas constituyen uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita los humedales. Justamente las aves acuáticas son generalmente reseñadas como aves que dependen ecológicamente de zonas húmedas (Paracuellos et al., 2007). Muchas especies de aves acuáticas han desarrollado diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales. Otras, como muchas paseriformes, no exhiben adaptaciones particulares al medio acuático y utilizan estos ambientes en forma temporal, por ejemplo, durante el período de nidificación y cría (Blanco, 1999).

Más allá del grado de dependencia al medio acuático, en la Argentina unas 253 especies de aves (alrededor del 25% del total) tienen algún tipo de relación con los ambientes acuáticos continentales. En éstos las aves acuáticas cumplen importantes roles como ser el de consumidores, aportadores de materia orgánica (aproximadamente el 30% de la energía consumida por las aves se libera al ambiente como desperdicios) y modificadores del ambiente circundante, muchas veces aventajando a los peces (Martínez, 1993).

La riqueza y abundancia de aves acuáticas que habitan un humedal dependen de diversos factores, como el régimen hidrológico, tamaño y heterogeneidad del sitio, y estructura de la vegetación (Blanco, 1999).

El concepto de aves palustres no existe científicamente, solo es utilizado como referencia para aves que utilizan hábitats acuáticos continentales, es decir que utilizan

los recursos de un humedal para su supervivencia (por ejemplo, las aves usan la vegetación de la ribera de los cursos de agua para alimentarse y nidificar). Los humedales llamados palustres son aquellos ecosistemas dominados por árboles, arbustos, emergentes persistentes, musgos o líquenes, y todos los humedales que ocurran en áreas de marea donde la salinidad proveniente del océano sea menor de 0,5‰ (Berlanga-Robles y Ruiz Luna, 2004).

Por todo lo mencionado anteriormente resulta importante destacar el valor intrínseco, ecológico y carismático que poseen las aves acuáticas y palustres, al punto tal que los planes de conservación que se lleven a cabo para la avifauna pueden ayudar a su vez, a preservar el territorio que las acoge.

## Seguridad aeroportuaria

En lo concerniente a la seguridad aérea es conveniente distinguir entre dos conceptos. Uno es la seguridad desde el punto de vista policial o de orden público (security) que afecta a las instalaciones relacionadas con el tráfico de mercancías y pasajeros; y el otro concepto es el de seguridad en el transporte y la navegación (safety) que afecta, principalmente, a la organización del trabajo de las personas relacionadas con la navegación aérea y al mantenimiento de las aeronaves y los aeropuertos [5].

Otras cuestiones relacionadas a la seguridad en los aeropuertos incluyen el área de aproximación de aterrizaje de aeronaves, no siempre libre de obstáculos, o la relación entre el número de operaciones de aterrizajes y despegues en un aeropuerto dado y el tamaño de su pista. Otro factor importante en la seguridad operacional es el llamado control del peligro aviario y fauna. Control del peligro aviario y fauna se denomina al control que se realiza en las pistas y áreas de maniobras antes que aterrice o despegue una aeronave evitando que las turbinas u otra parte del avión succione o sea impactada por aves u otra fauna poniendo en peligro la fase del vuelo. Sobre esta materia existen métodos y asociaciones internacionales ya que los incidentes y accidentes causados por aves y todo tipo de fauna han costado a las industrias pérdidas en vidas humanas e importantes daños materiales [5].

La seguridad aeroportuaria comprende el control e inspección sobre las siguientes áreas, sectores, personas y bienes de un aeropuerto (Ley N° 26102/06):

1. El área pública: comprende las áreas del aeropuerto y las instalaciones en ellas existentes a las que tiene libre acceso el público no-pasajero, y que abarca las áreas de terreno con el complejo de edificios aeroportuarios constituidos por las terminales, edificios de servicio y auxiliares, sistema terrestre de accesos, área de circulación —de personas y vehicular—, estacionamientos e instalaciones de los servicios que resulten

de libre acceso al público no-pasajero y todo otro espacio no comprendido en la parte aeronáutica en el cual para el ingreso y circulación no se requiere credencial identificatoria o autorización otorgada por la autoridad competente.

2. El área de seguridad restringida: comprende los puntos y las áreas del aeropuerto que pueden ser traspasados o en los que pueden ingresar exclusivamente aquellas personas y/o vehículos que posean autorización otorgada por la autoridad competente.

3. La instalación aeroportuaria: comprende todo bien mueble o inmueble existente o en construcción ubicado dentro del perímetro aeroportuario destinado al uso de personas y cosas, relacionados directa o indirectamente con la actividad aeroportuaria, y que puede formar parte del área pública o del área restringida del aeropuerto.

4. El perímetro aeroportuario: abarca el límite de la superficie total del terreno sobre el cual se asienta el aeropuerto, y que puede formar parte del área pública o del área restringida del aeropuerto.

5. La aeronave: es toda máquina, aparato o mecanismo que pueda circular en el espacio aéreo y que sea apto para transportar personas o cosas.

6. La tripulación: es el personal dispuesto por la empresa aerocomercial explotadora para prestar a bordo de la aeronave el conjunto de los servicios de vuelo.

7. Los pasajeros: son los usuarios del aeropuerto que utilizan las instalaciones aeroportuarias y/o servicios del aeropuerto con motivo del inicio, escala o finalización de un vuelo.

8. Los usuarios: son aquellas personas físicas o jurídicas que hacen uso de las instalaciones y servicios de los aeropuertos.

9. Los empleados: son los dependientes de las personas físicas o jurídicas que desarrollan actividades y/o prestan servicios en los aeropuertos.

10. Los prestadores de servicios: son las personas físicas o jurídicas que desarrollan actividades y/o prestan servicios en los aeropuertos.

11. La carga: son los bienes o mercancías transportadas en la aeronave, excepto el correo, las provisiones y suministros y el equipaje.

12. El correo: son los despachos de correspondencia y otros objetos entregados por los prestadores de servicios postales para ser trasladados por medio aéreo.

13. Provisions y suministros: son los artículos de uso y consumo que se utilizan o venden a bordo de las aeronaves durante el vuelo, incluso las comidas y otros artículos afines.

14. El equipaje: son los artículos de propiedad personal de los pasajeros y tripulantes que transportan en la bodega de la aeronave o junto al pasajero o tripulante.

La aeronáutica, como toda actividad humana, interactúa con peligros. No obstante, para que esta actividad pueda llevarse a cabo en forma segura, estos peligros deben estar identificados y los riesgos de lesiones a las personas y daños a la propiedad asociados a ellos deben mitigarse para mantenerlos en un nivel aceptable.

## Riesgo Aviar

El término riesgo se utiliza en general para situaciones que involucran incertidumbre, en el sentido de que el rango de posibles resultados para una determinada acción es en cierta medida significativo (UCEMA, 2016).

Natenzon (1995) identifica cuatro dimensiones básicas del riesgo:

- La peligrosidad se refiere al potencial peligroso que tienen los fenómenos (espontáneos o manipulados técnicamente), potencial inherente al fenómeno mismo, sea cual sea su grado de artificialidad. Una forma de manejar la peligrosidad es conocerla.
- La vulnerabilidad está definida por las condiciones socioeconómicas previas a la ocurrencia del evento catastrófico en tanto “capacidad diferenciada” de hacerle frente. Los niveles de organización e institucionalización de los planes de mitigación (preparación, prevención, recuperación) también son un componente central de la vulnerabilidad. Desde este punto de vista, la vulnerabilidad está directamente asociada al desarrollo.
- La exposición se refiere a la distribución de lo que es “potencialmente” afectable, la población y los bienes materiales “expuestos” al fenómeno peligroso. Es una consecuencia de la interrelación entre peligrosidad y vulnerabilidad, y -a la vez- incide sobre ambas.
- La incertidumbre se relaciona con las limitaciones en el estado del conocimiento (incertidumbre técnica) y las indeterminaciones en cuanto a competencias institucionales y aspectos normativos (incertidumbre social); al mismo tiempo, estas limitaciones y la complejidad del fenómeno en cuestión impiden el manejo de la totalidad

de las variables involucradas, impregnando de incertidumbre los procesos de toma de decisiones.

### Riesgo aviar

El peligro aviario es el riesgo que supone para las aeronaves y su operación la presencia de aves silvestres en inmediaciones de los aeropuertos (Allan, 2000; Matijaca, 2000), cuando las rutas aéreas se diseñaron sin considerar las rutas de distribución y migración de las aves (Moreno-Opo & Margalida, 2017). Las aves y otros animales han representado un riesgo para las aeronaves desde el inicio de la aviación. La presencia de poblaciones de aves y otra fauna que temporal o permanentemente se encuentren dentro de las áreas operativas de un aeródromo o aeropuerto responden a diferentes factores, generalmente suelen ser atraídas por condiciones tan esenciales como el alimento, el agua, un lugar de abrigo y/o descanso (ANAC, 2012).

Desde hace décadas, la presencia de grandes bandadas de aves dentro y en la vecindad de los aeropuertos ha contribuido al incremento de accidentes aeronáuticos alrededor del mundo. Los aeropuertos son áreas atractivas para algunas especies de aves porque poseen grandes espacios abiertos con pastizales, rodeados por edificios y arboledas de diversa altura, que proveen recursos como alimento, sitios de nidificación y/o resguardo y sitios de descanso. Cerca del 54% de las colisiones de aviones con aves en la aviación militar y 90% en la aviación civil ocurren en la pista de aterrizaje o en sus inmediaciones (Marateo et al., 2012), resultando en al menos 286 muertes en todo el mundo (Moreno-Opo & Margalida, 2017).

## ANTECEDENTES

En cuanto a los antecedentes relacionados con el presente proyecto de investigación, los mismos se remiten a zonas artificiales que fueron decretadas como áreas protegidas y tesis de grado de la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental (Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud). Dentro de las tesis podemos encontrar la de la estudiante Selva Angélica Meriño (2013) llevada a cabo en el Lago Pellegrini (Cinco Saltos, Río Negro). Este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el estado de conservación de las aves acuáticas y palustres de la ribera del Lago Pellegrini como aporte de investigación para la creación de un área protegida. También podemos encontrar la tesis de la estudiante Nadia Bustillo (2014). Este trabajo de investigación evaluó los riesgos asociados a la calidad ambiental en la zona de la Laguna San Lorenzo, más precisamente el área próxima al barrio La Paz, en el oeste de la ciudad de Neuquén.

Por último, otros antecedentes pertenecen a relevamientos de aves realizados por el biólogo Jorge Tolosa y por grupos de observadores de aves COA Ñacurutu (General Roca) en zonas del Alto Valle de Neuquén y Río Negro. Entre los lugares observados se encuentran el Lago Pellegrini (Cinco Saltos, Río Negro), Isla Jordan (Cipolletti, Río Negro), Isla 16 (Allen, Río Negro), Isla 132 (Neuquén), La Herradura (Plottier, Neuquén), entre otros (Tolosa, 2008)

En lo que respecta a antecedentes legales, el 28 de octubre de año 2004 el Consejo Deliberante de la ciudad de Neuquén sanciona la Ordenanza N° 10113 la cual declara “Patrimonio Natural Ecológico” a la Laguna San Lorenzo, ubicada en el barrio del mismo nombre. A su vez la Legislatura de la provincia del Neuquén sanciona la Ley N° 2594 “Sistema Provincial de Áreas Protegidas” y a partir de esta misma el Consejo Deliberante sanciona la ordenanza N° 11874, la cual establece el Sistema Municipal de Áreas Protegidas -SIMAP– cuyo objetivo consiste en implementar programas que garanticen la conservación y defensa de áreas protegidas existentes y las que puedan incorporarse en el futuro, siempre que conserven muestras representativas de todos los ecosistemas presentes.

Referido al escenario aviario del Aeropuerto Internacional de la ciudad de Neuquén “Juan D. Perón”, como antecedentes nacionales, se encuentra la situación que padeció el aeropuerto de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa, en julio del año 2004, situación que se volvió a repetir once años más tarde. Debido a la presencia de gaviotas en bandadas en el área de movimiento del aeropuerto de dicha ciudad, la torre de control tuvo la obligación de desviar y cancelar varios vuelos comerciales. Los expertos determinaron que una eclosión de insectos (órdenes Hymenoptera y Formicidae) fue la causa que atrajo las aves al aeropuerto. A su vez, la existencia de un basural con un manejo desprolijo en la disposición de basura, ubicado a menor distancia del aeropuerto que la recomendada por Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que alberga a una población importante de gaviotas, más la existencia de lagunas y humedales cercanos, y una mayor penetración continental de la especie, fueron por entonces factores que contribuyeron a la crisis aviaria. En esa oportunidad, se recurrió a la fumigación del predio para mitigar el peligro aviario [11].

En la situación vivida en el año 2015, el grupo del concesionario del aeropuerto de Santa Rosa, a cargo de la redacción y ejecución del plan de peligro aviario y fauna en aquel entonces, utilizó como método de dispersión los multidisparos pirotécnicos y cañones de gas butano instalados tanto a bordo del móvil del Equipo de Control Aviario y Fauna (ECAAF), como en distintos puntos fijos cercanos al área de maniobras [11].

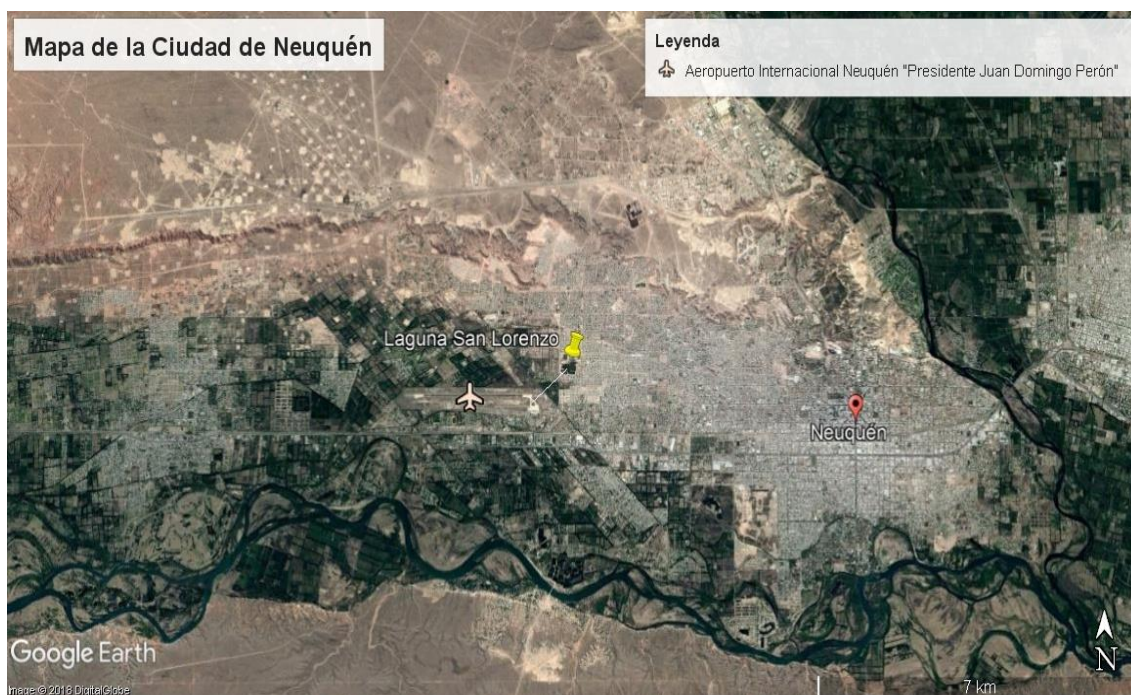
A sí mismo, los aeropuertos nacionales cuentan con una Reglamentación de “Control de Peligro Aviario y Fauna” desarrollado por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC). Este escrito está conformado por una serie de normas que tiene como objetivo incrementar la eficacia del sistema de control de aves/fauna en los aeródromos públicos del territorio nacional, mejorando los niveles de seguridad operacional, perfeccionando la regularidad y la eficacia de la operación de las aeronaves [8]

Como antecedente internacional podemos encontrar el estudio sobre peligro aviario llevado a cabo en Nicaragua, por un grupo de docentes de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, FARENA/UNA y por ingenieros en Recursos Naturales Renovables de ese país. Este trabajo analizó el riesgo de impactos entre aves y aeronaves en el aeropuerto internacional Augusto C. Sandin, Managua, Nicaragua (Garmendia-Zapata et al., 2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La laguna San Lorenzo está ubicada dentro de la ciudad de Neuquén, al oeste de esta, en el barrio San Lorenzo Norte (Figuras N° 1 y 2). Se encuentra a unos 1500 metros al noreste, en línea recta, del Aeropuerto Internacional de la ciudad “Juan Domingo Perón”, con una latitud  $38^{\circ}56'39.21''$  sur y una longitud de  $68^{\circ}7'53.56''$  oeste.



**Figura N° 1: Ubicación del aeropuerto y laguna San Lorenzo en el ejido de la ciudad de Neuquén.  
Fuente: Google Earth (versión 2017).**





Figura N° 2: Ubicación Aeropuerto internacional de la ciudad de Neuquén y laguna San Lorenzo.

Fuente: Google Earth (versión 2017).

## Clima

El clima, según la calificación de Köppen, es BWk (Seco desértico frío). Este clima está determinado fuertemente por la cordillera de los Andes y su orientación norte-sur, que funciona como una barrera para las masas de aire húmedo provenientes del Pacífico, lo que provoca un fuerte gradiente de precipitaciones de oeste a este (Pérez González, 2010). Como resultado, la zona centro de la Patagonia tiene escasas precipitaciones, con un promedio anual de lluvias que oscila entre los 150 a 300 mm.

Algunas características (Pérez González, 2010):

- ✓ Posee una fuerte amplitud térmica anual acompañada de una gran amplitud diurna, ambas propias de los climas áridos.
- ✓ Como en toda zona árida las precipitaciones son escasas. Además, no presentan un ciclo anual definido. En este sentido, el área está dentro de la región de transición entre el régimen de precipitación estival subtropical argentino y el de dominancia otoño–invernal del clima de los Andes patagónicos.
- ✓ Se está manifestando un notable aumento de las precipitaciones totales y de la probabilidad de ocurrencia de lluvias intensas de 100 mm. Esta últimas se daban, en promedio, cada 150 años y últimamente se dan a un ritmo de cada 10 años (Lässig et al., 1994).
- ✓ Los vientos son moderados a fuertes, lo que constituye un factor adicional de aridez. Las direcciones prevaletentes son del oeste y sudoeste, que en conjunto suman entre el 40 y 50% del tiempo.

- ✓ El porcentaje medio de cielo cubierto es de un 50%. Siendo ésta es mayor en invierno, cuando alcanza cerca del 60% y menor en verano, donde se reduce a alrededor del 35% (Secretaría de Minería de la Nación, 2012).
- ✓ Las nevadas son raras pero las heladas son típicas. Comienzan en abril y pueden darse hasta octubre.

### Geomorfología y geología

El territorio del ejido puede dividirse en dos grandes unidades ambientales: la meseta y el valle.

La meseta propiamente dicha es una planicie ubicada entre los 300 y los 350 msnm. Constituye el remanente de planicies aluviales antiguas elevadas y está compuesta de gravas con cementación calcárea. La altura máxima del ejido alcanza 374 msnm. El borde de esta meseta se encuentra parcialmente disectada por cauces secos, llamados locamente cañadones, por donde escurre el agua durante las eventuales lluvias intensas (Laurencena et al., 2009).

La segunda unidad es el valle de los ríos compuesto por depósitos fluviales, que a su vez se puede dividir en dos unidades. La llanura aluvial sub-reciente, que es una amplia faja central con la red de espiras de meandros colmados, con muy pocos cauces con nula funcionalidad y alta acción antrópica de nivelación. La llanura aluvial reciente la zona más cercana al río constituida por bancos, islas, riberas inundables y depósitos de albardones estabilizados tras la regulación de los caudales de los ríos. El punto más bajo del ejido es la rivera de la confluencia con cota 257 msnm (Fabro, 2011).

### Hidrología

La ciudad está ubicada en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén, ambos pertenecientes a la cuenca del río Negro. Naturalmente, ambos ríos tienen un régimen pluvio-nival, con doble onda de crecida. La primera se produce en invierno, coincidente con la época de mayores precipitaciones en la cordillera; y la segunda, a fines de la primavera cuando se produce el deshielo de la nieve acumulada en las altas cumbres. Los estiajes se producen en el comienzo del otoño. El Limay tiene un caudal medio de 650 m<sup>3</sup>/s y se caracteriza por tener su régimen atenuado por los lagos naturales en su nacimiento y en la de casi todos sus tributarios importantes. El Neuquén, con un caudal medio de 280 m<sup>3</sup>/s, se distingue por tener un pico de crecida de gran magnitud comparado con su volumen medio. En ambos ríos se han construido obras de regulación que han modificado sustancialmente los regímenes hídricos naturales [12].

## Fitogeografía

Según la clasificación fitogeográfica de Cabrera, la ciudad de Neuquén se encuentra dentro de la Provincia fitogeográfica del Monte, distrito de llanuras y mesetas la cual está definida por una estepa arbustiva con varios estratos y muy poca cobertura donde son muy frecuentes las jarillas (*Larrea cuneifolia* y *Larrea divaricata*). El estrato superior llega los 200 cm y la cobertura máxima del estrato medio al 40%. Los ríos poseen una galería arbórea de sauce criollo (*Salix humboldtiana*) (León et al., 1998).

## Técnica de muestreo

La metodología elegida para el relevamiento de aves fue el método de conteo por puntos. Esta técnica es uno de los métodos más comunes para obtener información sobre composición, abundancia relativa y densidad de las especies detectadas de forma visual y auditiva. El observador debe llegar al punto donde comenzará a contar, evitando toda clase de perturbación mayor. Una vez establecido en el punto de conteo, se permanece ahí, observando en todas direcciones y anotando a todos los individuos (de las diferentes especies) vistos o escuchados en un área circular, cuyo diámetro variará dependiendo del hábitat y de la capacidad de observación. La observación se extiende por un lapso entre 5 a 10 minutos.

Se utilizó esta metodología considerando lo expresado por Bibby et al. (1998), a saber:

- ✓ Puede utilizarse en todos los tipos de hábitat.
- ✓ El observador puede concentrarse totalmente en las aves y el hábitat, sin tener que estar prestando atención al sitio por el que camina. Otorga tiempo incluso de revisar la guía para la identificación de especies observadas.
- ✓ El observador tiene un mayor tiempo para la identificación de las especies.
- ✓ Facilita asociar la ocurrencia de aves con las características de un hábitat.
- ✓ El observador tiene una mayor facilidad para encontrar especies poco conspicuas.

## Diseño de muestreo

Se relevaron aves acuáticas y palustres en 4 puntos diferentes de la laguna San Lorenzo, ubicadas considerando la distribución de la vegetación y la claridad visual (Figura N° 3).



Figura N° 3. Puntos de relevamiento de aves en la laguna San Lorenzo. Fuente: Google Earth (versión 2017).

Se realizaron dos tipos de relevamientos en esta investigación. El primero se llevó a cabo con el objetivo de determinar la riqueza y diversidad de aves, en donde se utilizó la técnica de conteo por puntos, en los cuatro lugares especificados, durante los horarios de 16 a 17:30 hs. El número total de estos relevamientos fue de 11 y los mismos se realizaron durante las cuatro estaciones del año (otoño, invierno, primavera y verano). El segundo tipo de relevamiento se realizó al amanecer, durante la época de mayor actividad de las aves, es decir primavera-verano, que abarco los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. El objetivo de este relevamiento fue determinar los horarios y direcciones de vuelo de las aves al momento de su migración diaria, es decir al alejarse de la laguna y dirigirse hacia las zonas de alimentación. Los horarios de estos relevamientos oscilaron debido a las variaciones del amanecer que se dan entre primavera y verano. Los horarios de primavera para el amanecer fueron entre las 5:45 y 6 am, con una duración de observación de una hora. Durante el verano los horarios fueron entre las 5:10 y 5:20 am con una duración de observación de una hora. Este relevamiento se realizó en periodos de entre cinco a seis días consecutivos cada mes, con la única condición de que abarcara fines de semana y días de semana. Se consideró este requisito con el objetivo de abarcar la mayor variabilidad posible de condiciones humanas (frecuencia de transporte público, tránsito, recreación en el Parque del Oeste, etc.). Los datos obtenidos en este relevamiento fueron utilizados para determinar el riesgo aviar de las especies involucradas.

En el caso del Aeropuerto Internacional Juan Domingo Perón, se ejecutó la misma técnica de relevamiento que se utilizó en la laguna. Se aplicó la técnica de conteo

por puntos para determinar la riqueza de aves en este sector y los relevamientos se realizaron al amanecer, al mismo tiempo que se estaban realizando en la laguna, es decir durante los mismos días y en los mismos horarios, para lo que había un segundo relevador en ese punto con el que se mantenía comunicación constante. El objetivo de este avistamiento fue cuantificar los individuos de las distintas especies de aves que se encontraban en el aeropuerto y aquellas aves que ingresaba al mismo provenientes de la laguna.

Para la observación de campo se utilizaron binoculares con aumento de 16x50, lo que nos permitió tener un campo de visión de 114 metros y guías de aves específicas: Narosky & Yzurieta (2010) y Povedano (2016).

### Análisis de datos

Los datos fueron ordenados con la finalidad de:

- ✓ Determinar riqueza
- ✓ Determinar diversidad
- ✓ Determinar riesgo aviar

### Determinación de riqueza

La riqueza es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad (Moreno, 2001).

### Determinación de diversidad

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno, 2001).

En el presente proyecto de investigación sólo se determinó la diversidad alfa para la comunidad de aves acuáticas y palustres de la laguna San Lorenzo. Para ello, se utilizó el índice de Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i) * (\log_2 P_i)$$

Donde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

**$P_i$**  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ,  $n_i/N$ )

**$n_i$**  = Número de individuos de la especie  $i$

**$N$**  = Número de todos los individuos de todas las especies

**$\text{Log}_2$**  = Logaritmo en base dos

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes, el primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad (riqueza de especies). El segundo componente es la equitatividad, y describe cómo se distribuye la abundancia (e.g., el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) entre las especies que integran la comunidad (Begon et al., 1999).

El índice de Shannon-Wiener será mínimo a medida que la comunidad tenga una distribución de abundancia inicua y será máximo a medida que la distribución de las especies sea equitativa.

Del mismo modo, si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería ser mínimo a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Smith y Smith, 2006).

El índice de equitatividad utilizado para este caso en particular es el de Smith y Smith:

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

**$H'$**  = índice de Shannon-Wiener

**$\ln S$**  = es la diversidad máxima ( $H'$ max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuese perfectamente equitativas.

**$\ln$**  = Logaritmo neperiano.

**$S$**  = número de especies.

### Análisis de riesgo aviar

La energía de colisión de un objeto con una aeronave se ve intensificada principalmente por la variable peso. Los criterios de certificación imponen la norma de que los grandes motores deben soportar un impacto con un ave mayor de 3,5 kg sin que ningún residuo peligrosamente rápido y afilado se desprenda del avión [10].

Volar a 463 kilómetros por hora, la velocidad máxima permitida en Estados Unidos por debajo de los 10000 pies (3050 metros de altura), donde se agolpan la

mayoría de los pájaros, y chocar contra un ganso de tamaño medio sometería al avión a una fuerza de impacto de más de 23000 kilos [10].

Por este motivo se realizó una preselección de las especies presentes en la laguna según el gramaje de estas, teniendo en consideración aquellas que posean un peso superior a los 300 gr. Se utiliza este criterio como base entendiendo que a partir de este valor el riesgo aviar aumenta significativamente, es decir que, a partir de este peso, la colisión puede generar daños en el fuselaje, afectando los mecanismos que accionan las superficies de control o a las antenas destinadas a la navegación y las comunicaciones [8].

Seguidamente se seleccionaron aquellas especies con mayor presencia de individuos en el aeropuerto.

Por último, se elaboró un índice de riesgo aviar específico para las condiciones estudiadas, para obtener una cuantificación del peligro de colisión de la/s aves seleccionadas. El índice considera tres factores de riesgo, los cuales son:

- Población promedio mensual (de la/s ave/s seleccionada/s) que se encuentran en la laguna San Lorenzo.

- Población promedio (de la/s ave/s seleccionada/s) que pasan o que se encuentran en el aeropuerto por mes.

- Momento de mayor actividad (de la/s ave/s seleccionada/s) en relación con los horarios de despegue/aterrizaje de los aviones. Se tienen en consideración estos momentos ya que estudios realizados revelan que 3/4 partes de los impactos con aves se producen por debajo de los 150 m, cuando la aeronave se encuentra en las fases iniciales del despegue o en las últimas fases del aterrizaje. La velocidad del avión en ese momento es más baja de lo que sería en altitud, y el tren de aterrizaje podría estar bajado, de modo que es difícil efectuar maniobras evasivas rápidas (Dolbeer, 2006).

De esta forma, considerando estos factores, el índice toma la forma:

$$RA = P(r) * Mo$$

Donde:

**RA**= Riesgo Aviar

**P(r)**= Probabilidad asociada al riesgo de colisión: Probabilidad de encontrar un individuo (de la especie seleccionada) de la laguna que también se encuentra en el aeropuerto. Es decir: Promedio mensual de población de la/s especie/s seleccionada/s en el aeropuerto/ Promedio mensual de población de la/s especie/s seleccionada/s en la laguna

**Mo:** Factor asociado a los horarios de mayor actividad de la/s ave/s seleccionada/s en función de los horarios de arribo y despegue de aviones.

Los meses relevados fueron noviembre y diciembre del año 2017, y enero y febrero del año 2018.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de riqueza de aves

Los relevamientos de avifauna de la laguna San Lorenzo se pueden separar entre aquellos del periodo migratorio otoñal y aquellos del periodo estival. Durante el ciclo otoñal se obtuvo como resultado una riqueza total de 44 especies. Durante el ciclo estival la riqueza total fue de 43 especies.

Los resultados confirman una diferencia mínima de riqueza entre los dos períodos relevados, sin embargo, se identificó un recambio de especies en las dos estaciones. Es decir, especies como *Spatula platalea*, *Theristicus melanopis*, *Notiochelidon cyanoleuca* o *Tringa melanoleuca* no fueron observadas en el periodo migratorio otoñal, pero sí en el periodo migratorio estival, y especies como *Leistes loyca*, *Mimus saturninus* o *Molothrus rufoaxillaris* no fueron observadas en el periodo migratorio estival, pero sí en el periodo migratorio otoñal. Varias de estas especies se alejaron del ecosistema de la laguna en ciertos periodos del año, pero permanecieron en la periferia de esta, mientras que otras llevaron adelante migraciones y eligieron este hábitat como ecosistema de descanso y/o de reproducción.

No obstante, existe un número importante de especies estables que hacen uso del ecosistema de la laguna San Lorenzo durante todo el año. Entre estas se encuentran *Nycticorax nycticorax*, *Ardea alba*, *Rollandia rolland*, *Anas flavirostris*, *Anas georgica*, *Fulica armillata*, *Molothrus bonariensis*, *Plegadis chihí*, *Milvago chimango*, etc.

Especie			Periodo	
Familia	Nombre científico	Nombre común	Otoñal	Estival
Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato maicero	si	si
Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	si	si
Anatidae	<i>Oxyura vittata</i>	Pato sambullidor	si	si
Anatidae	<i>Anas Flavirostris</i>	Pato barcino	si	si
Anatidae	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato overo	si	si
Anatidae	<i>Spatula platalea</i>	Pato cuchara	no	si



Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax Brasilianus</i>	Bigua	si	si
Ploceidae	<i>Agelasticus thilius</i>	Varillero ala amarila	si	si
Recurvirostridae	<i>Vanellus chilensis</i>	Tero	si	si
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Tero real	si	si
Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	Macacito	si	si
Podicipedidae	<i>Podiceps major</i>	Maca grande/Huala	si	si
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Maca pico grueso	si	si
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Ratona comun	si	no
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	si	si
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	si	si
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	si	si
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza bruja	si	si
Rallidae	<i>Fulica rufifrons</i>	Gallareta escudete rojo	si	si
Rallidae	<i>Porphyriops melanops</i>	Pollona pintada	si	si
Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Gallareta ligas rojas	si	si
Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Gallineta comun	si	si
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	Hornero	si	si
Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i>	Junquero	si	si
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Benteveo	si	si
Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Tachuri siete colores	si	si
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i>	Picabuey	no	si
Tyrannidae	<i>Hymenops perspicillatus</i>	Pico de plata	no	si
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta	no	si
Icteridae	<i>Agelaioides badius</i>	Tordo musico	si	si
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo renegrado	si	si
Icteridae	<i>Molothrus rufaxillaris</i>	Tordo pico corto	si	no
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halconcito colorado	si	no
Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Chimango	si	si
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco/Gavilan mixto	si	si
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervillo de cañada	si	si
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria austral	no	si
Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina patagonica	si	si
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Barranquera	no	si
Hirundinidae	<i>Progne modesta</i>	Golondrina negra	no	si
Turdidae	<i>Turdus Falcklandii</i>	Zorsal patagonico	si	no
Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i>	Paloma picazuró	si	si
Columbidae	<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma manchada	si	no
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcasa	si	si
Columbidae	<i>Culumbina picui</i>	Torcacita	si	si
Mimidae	<i>Mimus patagonicus</i>	Calandria grande	si	si
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Calandria mora	si	no
Icteridae	<i>Leistes loyca</i>	Loica común	si	no
Tytonidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechucita de las vizcacheras	si	no

Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	si	no
Picidae	<i>Colaptes melanochloros</i>	Carpintero real común	si	no
Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal negro	no	si
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoi grande	no	si

## Análisis de diversidad de aves

Durante el período migratorio otoñal el resultado del índice de diversidad fue de 2,3. El período migratorio estival otorgó un valor de diversidad de 4,1.

Para analizar los valores de diversidad obtenidos en esta investigación se debe tener en consideración la existencia de especies dominantes dentro de la comunidad de la laguna San Lorenzo. Esta situación establece una disparidad entre los valores obtenidos en ambos períodos.

Se pudo establecer, con los relevamientos realizados en la laguna, la presencia de siete especies dominantes en el período migratorio otoñal (Figura N° 11): *Egretta thula* (Figura N° 4), *Milvago chimango* (Figura N° 5), *Molothrus bonariensis* (Figura N° 6), *Agelasticus thilius* (Figura N° 7), *Rollandia rolland* (Figura N° 8), *Plegadis chihi* (Figura N° 9) y *Molothrus rufaxillaris* (Figura N° 10).



**Figura N° 4:** *Egretta thula*



**Figura N° 5:** *Milvago chimango*



**Figura N° 6:** *Molothrus bonariensis*



**Figura N° 7:** *Agelasticus thilius*



Figura N° 8: *Rollandia rolland*

Figura N° 9: *Plegadis chihi*



Figura N°10: *Molothrus rufaxillaris*

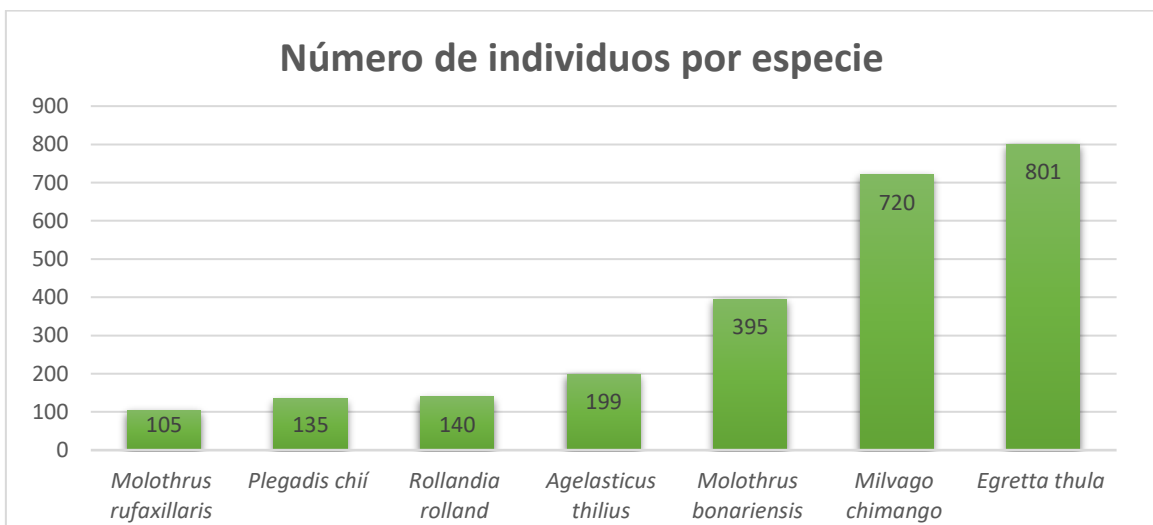
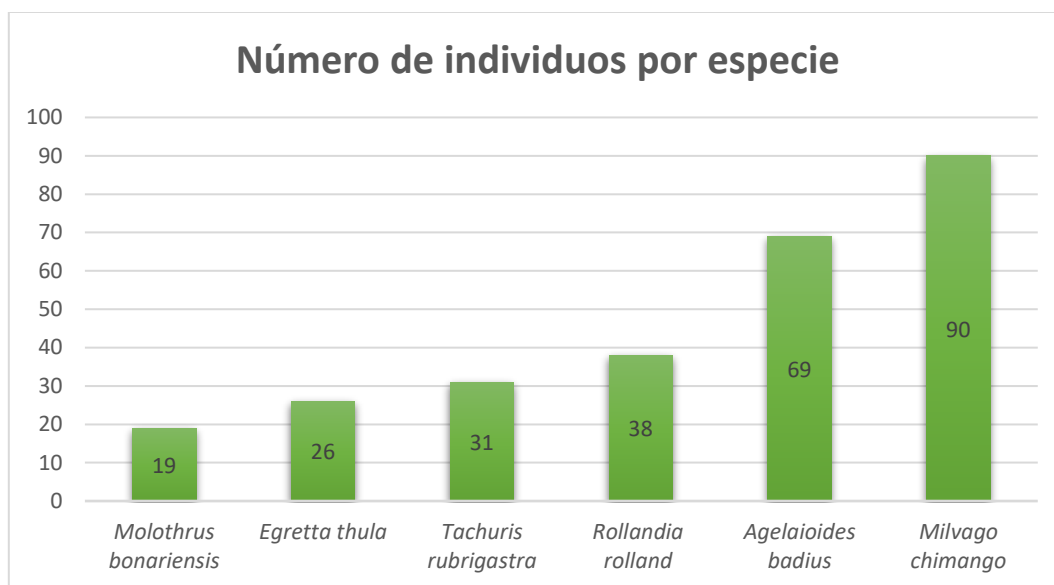


Figura N° 11: Abundancia de especies dominantes en el ciclo migratorio otoñal

Por consiguiente, el valor del índice de Shannon-Wiener obtenido en este periodo de 2,3 confirmaría, en una primera instancia, una distribución de abundancia menos equitativa en el ecosistema de la laguna San Lorenzo.

El relevamiento realizado en el periodo migratorio estival manifestó una comunidad con una distribución más equitativa (Figura N° 12). Esto se vio reflejado en el resultado del índice de Shannon-Wiener obtenido para este período, el cual fue de 4,1.



**Figura N° 12:** Abundancia de especies dominantes en el ciclo migratorio estival

Sin embargo, para poder interpretar adecuadamente los resultados en ambos casos fue necesario calcular el índice de equitatividad de Smith y Smith (Tabla I).

**Tabla I:** valores del índice de Equitatividad (J) por periodo considerado

Ciclo	Equitatividad (J)
Otoñal	0,61
Estival	1,07

Estos resultados confirman que el período migratorio estival posee una distribución más equilibrada de las abundancias de las poblaciones de aves presentes en la laguna San Lorenzo que la del período migratorio otoñal.

Smith y Smith (2006) establecen que, si la diversidad es baja, la seguridad de tomar una determinada especie al azar es alta (situación del ciclo otoñal). En cambio, si la diversidad es elevada (situación del ciclo estival), entonces es difícil predecir a qué

especie pertenecerá un individuo tomado al azar. En conclusión, una elevada diversidad significa una alta impredecibilidad, es decir una comunidad más heterogénea, y, a medida que aumenta la complejidad (diversidad) de las comunidades, aumenta su estabilidad. La estabilidad es una propiedad del espacio dinámico en el cual el sistema está evolucionando. Por lo tanto, si existe un punto en equilibrio no significa necesariamente que la comunidad permanecerá constante en ese punto ya que, dadas las perturbaciones aleatorias ambientales, el estado del sistema se encuentra en flujo constante, por lo que la estabilidad es reconocida en sentido dinámico (Fariña et al., 1997).

### Análisis de riesgo aviar

En primera instancia, se realizó la preselección de las especies presentes en la laguna según la variable peso (Tabla II), teniendo en consideración solo aquellas con un gramaje igual o mayor a 300 gr, entendiendo que a partir de este valor el riesgo aviar aumenta significativamente. Luego se agruparon las especies según su peso (Figura N° 13) para reconocer en qué peso se encuentra la mayor cantidad de especies. Seguidamente se seleccionaron las especies con mayor población media presente en el aeropuerto (Figura N° 14).

**Tabla II:** Especies de aves de la laguna San Lorenzo con peso mayor o igual a 300 gr.

Especie con peso $\geq$ a 300gr	Peso
Garcita Blanca ( <i>Egretta thula</i> )	300gr
Maca Común ( <i>Rollandia rolland</i> )	330gr
Chimango ( <i>Milvago chimango</i> )	350gr
Paloma Manchada ( <i>Patagioenas maculosa</i> )	350gr
Lechuza de Campanario ( <i>Tyto alba</i> )	350gr
Pato Colorado ( <i>Spatula cyanoptera</i> )	400gr
Pato Barcino ( <i>Anas flavirostris</i> )	400gr
Garza Bueyera ( <i>Bubulcus ibis</i> )	400gr
Tero ( <i>Vanellus chilensis</i> )	420gr
Paloma Picazuro ( <i>Patagioenas picazuro</i> )	450gr
Macá Pico Grueso ( <i>Podilymbus podiceps</i> )	500gr
Cuervillo de Cañada ( <i>Plegadis chihi</i> )	520gr
Pato Cuchara ( <i>Spatula platalea</i> )	600gr
Gallareta Escudete Rojo ( <i>Fulica rufifrons</i> )	600gr
Garza Bruja ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	800gr
Pato Maicero ( <i>Anas georgica</i> )	800gr
Peuco ( <i>Parabuteo unicinctus</i> )	900gr
Pato overo ( <i>Mareca sibilatrix</i> )	900gr
Pollona Pintada ( <i>Gallinula melanops</i> )	950gr

Gallareta ligas Rojas ( <i>Fulica armillata</i> )	1000gr
Macá Grande ( <i>Podiceps major</i> )	1500gr
Biguá ( <i>Phalacrocorax brasilianus</i> )	1500gr
Bandurria austral ( <i>Theristicus melanopis</i> )	1700gr

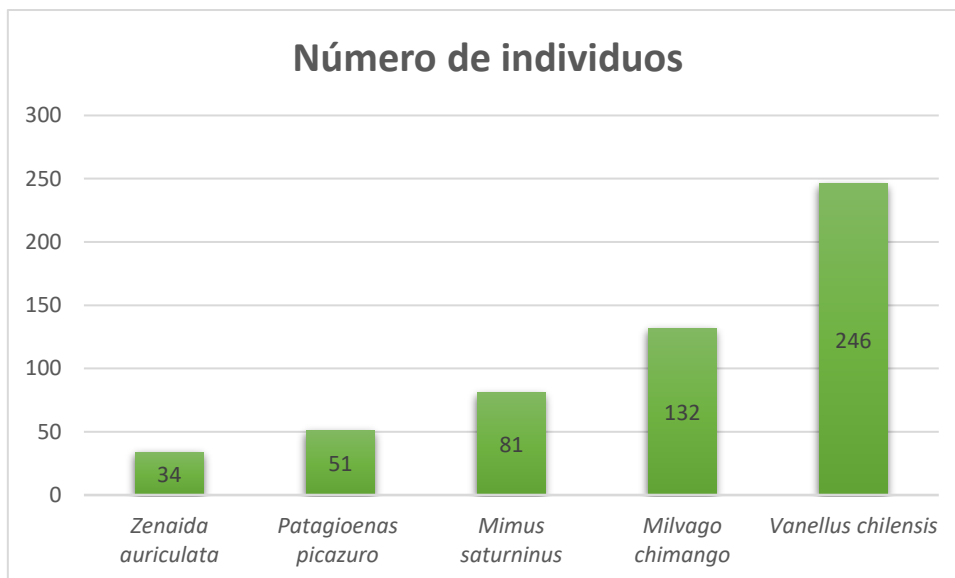


**Figura N°13:** Cantidad de especies por peso de sus individuos

A partir de la Figura N° 13 se determina que la mayor cantidad de especies, entre las que presentan mayor riesgo asociado a la variable peso, tienen un gramaje entre los 350 y 400. De esta forma el listado se resume a las especies: *Milvago chimango*, *Patagioenas maculosa*, *Tyto alba*, *Spatula cyanoptera*, *Anas flavirostris* y *Bubulcus ibis*.

Como se mencionó en la metodología, se realizaron paralelamente avistamientos en el aeropuerto de la ciudad de Neuquén. Los mismos revelaron que existen cinco especies dominantes dentro de esta zona: *Zenaida ariculata*, *Patagioenas picazuro*, *Mimus saturninus*, *Milvago chimango*, *Vanellus chilensis*.

*Milvago chimango* además de encontrarse entre las especies que más abundan en el aeropuerto (Figura N° 14), es la única ave que presenta un comportamiento migrador diario, mientras que el resto posee una población estable.



**Figura N° 14:** Abundancia de especies dominantes en el aeropuerto de la ciudad de Neuquén. Período de febrero a marzo del 2018.

Por lo tanto, luego de estas dos clasificaciones, se concluye que la especie que se encuentra en la laguna San Lorenzo, con mayor relevancia para el análisis del riesgo aviar del aeropuerto de la ciudad de Neuquén es *Milvago chimango*.

Una vez definida la especie que implica mayor riesgo aviar se procedió a cuantificar el mismo, para lo cual se utilizó el índice de riesgo aviar adaptando las variables a las condiciones estudiadas.

**Factor de riesgo 1:** Población promedio mensual de *Milvago chimango* en el ecosistema de la laguna San Lorenzo (Tabla III).

**Tabla III:** Población de *Milvago chimango* en laguna.

Día	Mes	N° de individuos de <i>Milvago chimango</i>	Promedio
7	Noviembre	365	309,33
8	Noviembre	329	
9	Noviembre	290	
10	Noviembre	273	
11	Noviembre	280	
12	Noviembre	319	
15	Diciembre	1073	1212,6
16	Diciembre	1002	
17	Diciembre	1343	
18	Diciembre	1126	
19	Diciembre	1210	
20	Diciembre	1522	

24	Enero	969	980,5
25	Enero	1148	
26	Enero	799	
27	Enero	902	
28	Enero	1236	
29	Enero	829	
16	Febrero	1776	2114,5
17	Febrero	1435	
18	Febrero	2014	
19	Febrero	2301	
20	Febrero	2902	
21	Febrero	2259	

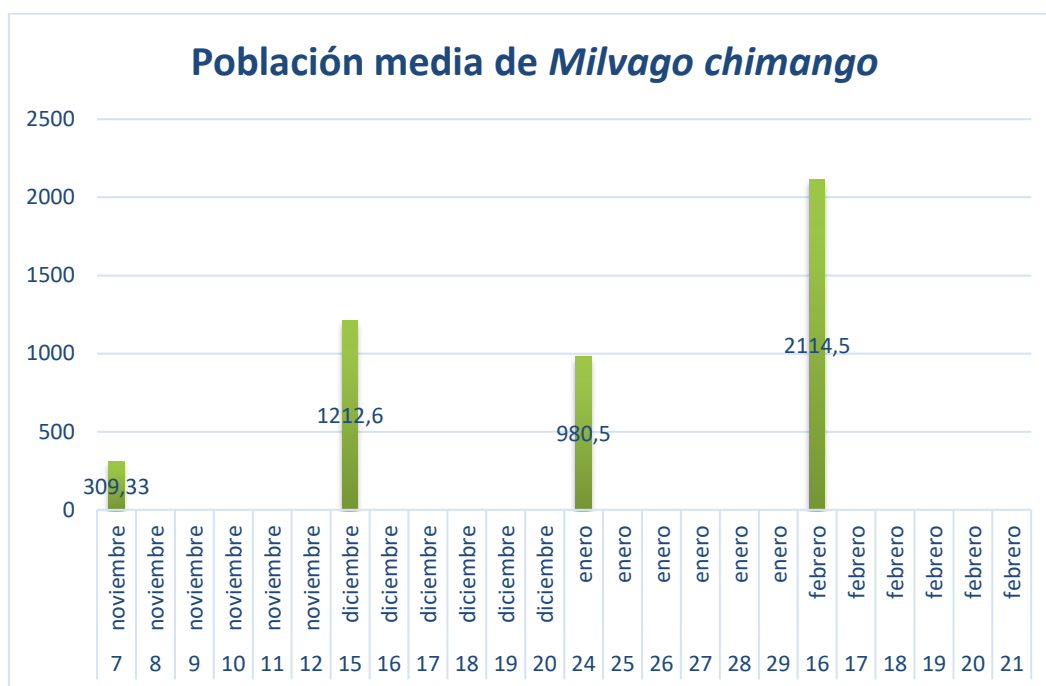


Figura N° 15 Tamaño promedio mensual de la población de *Milvago chimango* en laguna San Lorenzo.

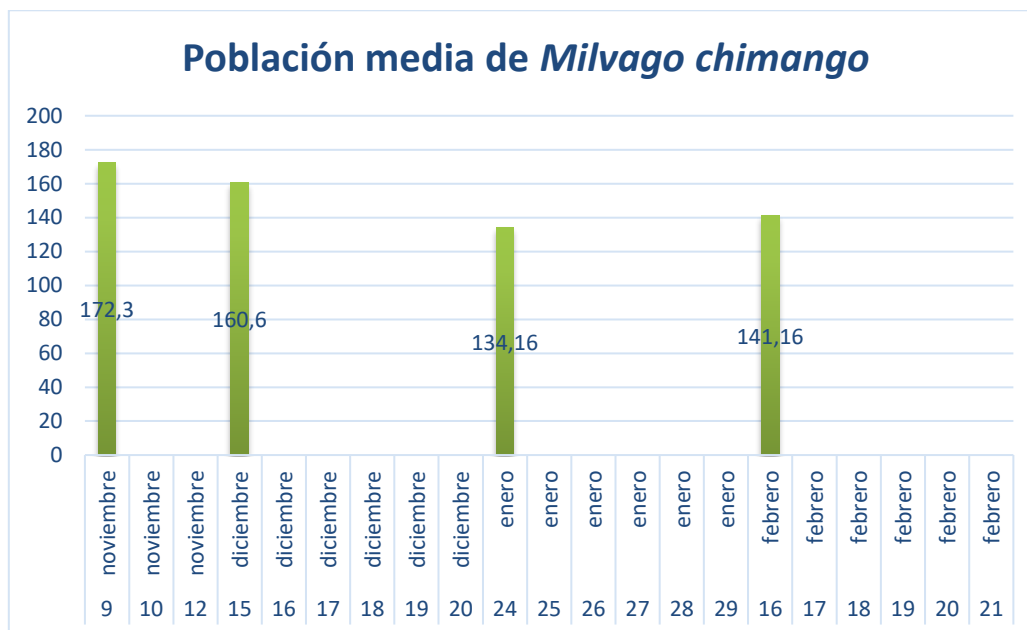
**Factor de riesgo 2:** Población promedio de *Milvago chimango* que pasa o que se encuentra en el aeropuerto por mes (Tabla IV).

**Tabla IV:** Población de *Milvago chimango* en Aeropuerto.

Día	Mes	Número de individuos de <i>Milvago chimango</i>	Promedio
9	Noviembre	177	141



10	Noviembre	137	160,6
12	Noviembre	203	
15	Diciembre	89	
16	Diciembre	204	
17	Diciembre	109	
18	Diciembre	120	
19	Diciembre	235	
20	Diciembre	207	134,16
24	Enero	122	
25	Enero	135	
26	Enero	147	
27	Enero	122	
28	Enero	134	
29	Enero	145	141,16
16	Febrero	132	
17	Febrero	105	
18	Febrero	152	
19	Febrero	132	
20	Febrero	147	
21	Febrero	179	



**Figura N° 16:** Tamaño promedio mensual de la población de *Milvago chimango* en Aeropuerto.

### Factor de riesgo 3: Momento de mayor actividad

A continuación, se analizaron los horarios del amanecer y los horarios de despegue de los aviones, de los cuatro meses relevados. Se evaluó su coincidencia y se ponderaron los momentos en función del nivel de riesgo.

Se consideró solo aquellas partidas que se encuentran dentro del rango del momento de mayor actividad de los chimangos (Tabla VI), es decir del horario del amanecer de los meses noviembre, diciembre, enero y febrero (Tabla V). En el caso de los arribos, los horarios no se encuentran dentro de este rango, por lo cual no fueron considerados.

**Tabla V:** Horario del amanecer y de mayor actividad de *Milvago chimango*.

Meses	Amanecer (horario)
Noviembre	5:50 a. m.
Diciembre	5:20 a. m.
Enero	6:00 a. m.
Febrero	6:40 a. m.

**Tabla VI:** Horarios de despegue de aviones por la mañana.

Partidas	Horario
LASA Argentina	6:00 a. m.
Aerolíneas Argentina	6:05 a. m.
Gol	6:05 a. m.
Alitalia	6:05 a. m.
Aerolíneas Argentina	7:00 a. m.

Por lo tanto, se definen los siguientes valores para la variable "momento":

**Mo=2** cuando hay coincidencia total entre el horario de mayor actividad del chimango y el horario de despegue de aviones. Significa que el riesgo de colisión se duplica.

**Mo=1,5** cuando hay coincidencia parcial dentro de un rango de 30 min entre el horario de mayor actividad del chimango y el horario de despegue de aviones. Significa que el riesgo de colisión aumenta en un 50%.

**Mo=1** cuando no hay ninguna coincidencia entre el horario de mayor actividad del chimango y el horario de despegue de aviones. Significa que no aumenta el riesgo.

**Tabla VII:** Valores que asume la variable Momento (Mo) según el mes del año.

Partidas	Meses	Momento (Mo)
7:00 a. m.	Noviembre	1
6:05 a. m.		2
6:00 a. m.		2
7:00 a. m.	Diciembre	1
6:05 a. m.		1,5
6:00 a. m.		1,5
7:00 a. m.	Enero	1
6:05 a. m.		2
6:00 a. m.		2
7:00 a. m.	Febrero	1
6:05 a. m.		1,5
6:00 a. m.		1,5

### Riesgo Aviar

Se consideraron para el cálculo de riesgo por mes solo los valores de Momento (Mo) más desfavorables (Tabla VII), es decir la peor escena.

**Tabla VIII:** Valor de Riesgo aviar (RA)

Mes	P(r)	Mo	Riesgo aviar
Noviembre	0,45	2	0,9
Diciembre	0,13	1,5	0,195
Enero	0,13	2	0,26
Febrero	0,066	1,5	0,099

Una vez definidos los dos factores, se pudieron determinar los valores de riesgo aviar para los meses evaluados (Tabla VIII), observándose lo siguiente.

- Noviembre posee un valor de momento (Mo) muy elevado y una probabilidad de colisión muy elevada, ya que la posibilidad de encontrar un individuo de *Milvago*

*chimango* de la laguna en el aeropuerto es de 0,45. Esto coloca a este mes como el de mayor riesgo aviar, con un valor de 0,9 respectivamente.

- En los meses siguientes la probabilidad de colisión va disminuyendo, acompañado de momentos de coincidencia parcial y total (1,5 y 2).
- Finalmente, se observó en febrero el valor mínimo de riesgo aviar (0,099). Esto se debió, principalmente, a que este mes posee una probabilidad de colisión muy baja (0,066), con un momento de coincidencia parcial.

### Ecoetología de *Milvago chimango*

El chimango presenta una alta capacidad de adaptarse a ambientes innovadores, lo que le permitiría verse poco afectado por la actividad humana y desarrollarse normalmente en una matriz de hábitats altamente perturbados antrópicamente (Solaro, 2008).

La especie es conocida por exhibir una conducta oportunista, por ocupar una amplia variedad de hábitats y consumir un amplio espectro de tipos de alimento que incluyen presas vivas, carroña y desperdicios de origen humano. Durante la estación no reproductiva los chimangos tienden a congregarse en grupos numerosos en sus sitios de descanso y alimentación (Figueroa, 2015). En los meses de otoño se alimentan también de hormigas coloradas, que para esta época salen de sus hormigueros. En los meses de calor suele deambular por zonas pantanosas e incipientes charcas, sumergidos por las patas comparten alimento con otras aves del medio (zancudas) (Romero, s.f.).

Como ave rapaz acecha a sus presas desde el aire. Estas presas suelen ser pequeñas, como culebras, reptiles, roedores, anfibios. Su método de caza no radica en lanzarse en picada, como los halcones, sino que varía entre perseguir a la presa por el suelo y vuelos casi a ras de este. También suelen alimentarse de huevos y pichones de otras aves, principalmente acuáticas, a los que buscan para este cometido (Romero, s.f.).

Entre setiembre y diciembre, e incluso enero, se da el periodo reproductivo del chimango. En general el chimango es un nidificante solitario, raramente grupal, aunque puede haber colonias de 25 a 30 nidos. Hace nidos en árboles de poco porte, con nidos que coloca a no más de dos o tres metros de altura. Los árboles utilizados pueden ser talas, álamos, eucaliptos, etc. Incluso puede utilizar árboles de mayor altura, o arbustos, pastos de cierta envergadura, pudiendo también nidificar en el suelo. Puede nidificar entre juncos y espadañas. El nido construido es relativamente grande, poco elaborado,

con ramitas con o sin espinas entrelazadas entre sí, de unos 30 cm aproximadamente (Romero, s.f).

Conociendo el comportamiento del chimango en su medio natural, se puede comprender la capacidad que posee la laguna San Lorenzo como ecosistema de atracción, ya que es un área natural urbana que ofrece una diversidad de condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de esta especie.

## Discusión

### Riqueza

Los relevamientos realizados en el área de estudio mostraron la capacidad de la laguna San Lorenzo de albergar una importante comunidad de avifauna. Se evidenciaron especies dominantes en ambos periodos. En el ciclo otoñal se observaron siete aves dominantes: *Egretta thula* (801), *Milvago chimango* (720), *Molothrus bonariensis* (395), *Agelasticus thilius* (199), *Rollandia rolland* (140), *Plegadis chihi* (135) y *Molothrus rufaxillaris* (105). En el ciclo estival las especies dominantes fueron *Milvago chimango* (90), *Agelaioides badius* (69), *Rollandia rolland* (38), *Tachuris rubrigastra* (31), *Egretta thula* (26) y *Molothrus bonariensis* (19).

Es importante tener en consideración que, de las nueve especies citadas anteriormente, seis son carácter urbano (Matarasso, 2006) y el resto son estrictamente acuáticas (Narosky & Yzurieta, 2004). Por ende, este análisis revela que en el ecosistema de la laguna San Lorenzo predominan las aves de carácter urbano.

Esta situación se revierte a medida que nos acercamos al ecosistema del río Limay. Un estudio realizado en la zona del balneario La Herradura revela que de cada cinco especies de aves dominantes tres son de carácter estrictamente acuáticas (Farinaccio, 2008). Sin embargo, ambos estudios revelaron que, tanto en el ecosistema de la laguna San Lorenzo como el de La Herradura, ecosistema acuático con características semejantes a la laguna San Lorenzo, ubicado en la rivera el río Limay, a 4,5 km en dirección suroeste, el *Milvago chimango* es la especie de mayor predominancia poblacional.

### Anidación

Entre los meses de octubre y noviembre se observaron en el área de estudio nidificaciones de distintas especies, camuflados en la vegetación de la laguna, principalmente de aves palustres como *Rollandia rolland*, *Anas flavirostris*, *Nycticorax nycticorax*, *Fulica rufifrons*, *Fulica armillata*, entre otras. Esto indicaría que la laguna es un ecosistema apto para la anidación y alimentación de los polluelos de especies acuáticas y/o palustres. Con respecto al *Milvago chimango*, el periodo de reproducción

se extiende desde el mes de octubre hasta diciembre, coincidiendo con los datos que arrojaron Solaro (2008) en ambientes peri-urbanos de la provincia de La Pampa y los datos de Romero (entre 1987 y 1989) en la ciudad de Berazategui, provincia de Buenos Aires. Sin embargo, se visualizaron solo algunos nidos dispersos en las luminarias de la laguna y del Parque del Oeste. La escasa presencia de nidos de esta ave en la laguna indicaría que la especie busca otros lugares para la etapa de anidación, teniendo en consideración que su éxito reproductivo se basa principalmente en la adopción del hábito colonial en la construcción de los nidos y la preferencia de esta especie por construirlos en altura (Solaro, 2008).

Este tipo de comportamiento animal se vio reconocido también en los resultados obtenidos del trabajo de investigación realizado por Farinaccio (2008), que reveló la presencia de nidos en distintos puntos del área de estudio. Los mismos pertenecían a las especies *Furnarius rufus*, *Vanellus chilensis*, *Athene cunicularia*, *Milvago chimango*, *Mimus saturninus* y *Pitangus sulphuratus*. En cuanto a los nidos de chimango, estos estaban dispersos en álamos de gran porte y a gran altura.

Este comportamiento no fue coincidente con lo reportado por Romero (s.f.) donde señala que en general el chimango es un nidificante solitario, raramente grupal, y que hace nidos en árboles de poco porte, construyéndolo a no más de dos o tres metros de altura.

Esto ayudaría a confirmar que el chimango es un ave altamente adaptable a las modificaciones antrópicas, y que, en esta zona de estudio, elige nidificar fuera de la laguna, en grupo y sobre especies arbóreas de gran porte y altura.

## Migración

En la primavera aparecen las aves migradoras, que, de manera cíclica y previsible, en época otoñal, se desplazan hacia lugares más cálidos de manera vertical, horizontal o latitudinal (Martínez et al., 2004). En La Herradura, las migraciones generaron un aumento en la abundancia porcentual y riqueza del lugar de muestreo y pertenecieron a las familias Threskiornithidae (Bandurrias), Charadriidae (Chorlitos), Scolopacidae (Pitotoy), Laridae (Gaviotas), algunos Tyrannidae como el Sobrepuesto, el Suirirí Real, el Pico de plata, etc. y, por último, especies de la familia Hirundinidae (Golondrinas) (Farinaccio, 2008).

Este comportamiento migratorio coincide con el observado en la laguna San Lorenzo. Sin embargo, en esta área de estudio se registró un recambio de especies entre el periodo otoñal y estival. Es decir, especies como *Spatula platalea*, *Theristicus melanopis*, *Pygochelidon cyanoleuca* o *Tringa melanoleuca* no fueron observadas en el

periodo migratorio otoñal, pero sí en el periodo migratorio estival y especies como *Leistes Sturnella loyca*, *Mimus saturninus* o *Molothrus rufaxillaris* no fueron observadas en el periodo migratorio estival, pero sí en el periodo migratorio otoñal. Esto dio como resultado una diferencia mínima de riqueza entre ambos periodos, pero un aumento en el porcentaje de abundancia, principalmente en aquellas especies estables que permanecían todo el año en la laguna, como *Milvago chimango*, *Rollandia rolland* y *Plegadis chihi*.

## CONCLUSIÓN

Considerando que el objetivo de este estudio fue realizar una aproximación sobre la composición de especies de aves en la laguna San Lorenzo y el riesgo del uso por las aves de este espacio asociado a las actividades del Aeropuerto de la ciudad de Neuquén “Juan Domingo Perón”, resulta ser un aporte al conocimiento y da pie a la formulación de estrategias que puedan generar la reducción del riesgo de colisiones de las aves con las aeronaves.

La presente investigación reveló, por un lado, la capacidad que posee la laguna San Lorenzo como ecosistema atractor de aves. La riqueza observada en ambos periodos evaluados confirmó la existencia de una comunidad prácticamente estable en el área evaluada. Por otro lado, el estudio de esta comunidad dio como resultado que el *Milvago chimango* es la especie que mayor riesgo aviar presenta para el Aeropuerto Internacional de Neuquén. Los valores de riesgo de impacto de esta especie con una aeronave se ven incrementados los meses más cálidos del año, debido a la coincidencia de los primeros despegues con los horarios de mayor actividad de los chimangos. Los cálculos manifestaron que, dentro del periodo de mayor actividad, noviembre y enero son los meses de mayor riesgo de impacto.

Por último, es importante entender que el riesgo aviar que presenta el aeropuerto internacional de Neuquén Juan Domingo Perón se encuentra incrementado principalmente por su ubicación geográfica, considerando la cercanía del aeropuerto con barrios residenciales, zonas rurales y otros ecosistemas acuáticos.

Por lo tanto, debido a la zona de peligro en la cual se encuentra el aeropuerto y la cercanía a ecosistemas que favorecen la presencia de aves en el lugar, resulta significativo comprender que más allá toda estrategia o metodología de reducción de riesgo aviar, que pueda surgir a partir de esta u otras investigaciones pertinentes al tema, es necesario desarrollar una medida que permita eliminar la causante principal del problema. De esta manera parece acertado pensar en la posibilidad de una

reubicación, a futuro, del aeropuerto internacional de Neuquén, teniendo en cuenta a su vez la próxima creación de nuevos barrios residenciales en las inmediaciones del mismo.

Por otro lado, las áreas y comunidades situadas en las proximidades del aeropuerto Juan Domingo Perón padecen la polución sonora producto del ruido aeronáutico por las operaciones de aterrizaje, despegue, rodaje, circulación y prueba de motores. La OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) establece la restricción del uso del suelo en las áreas adyacentes a los aeropuertos, como una forma de control del crecimiento urbanístico. Plantea que la planificación del uso del suelo es una forma eficaz para impedir que el problema aumente y prevenir que las construcciones legales e ilegales se intensifiquen en áreas no permitidas. Esto deja en claro que estas dificultades pueden ser minimizadas en la medida en que haya una planificación urbanística acorde a la situación, por parte de las respectivas autoridades municipales de la ciudad de Neuquén.



## BIBLIOGRAFÍA

ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil, Argentina), 2012. Reglamentación. "Control de Peligro Aviario y Fauna"

Allan, J.R.; 2000. Los costos de huelgas de aves y prevención de huelgas de aves. Conflictos humanos con la vida silvestre: consideraciones económicas. Simposios del Centro Nacional de Investigación de la Vida Silvestre del USDA, artículo 18.

Ares, R.; 2007. Aves: vida y conducta. – 1ª ed. – Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores.

Babinger, F.; 2002. La creciente importancia medioambiental de los humedales a modo de recensión bibliográfica. Observatorio Medioambiental, Vol.- 5 (2002): 333-347. ISSN: 1139-1987.

Begon, M.; Harper, J.; Townsend, C.; 1999. Ecología. Individuos, población y comunidades. Editorial Omega. -3ra ed.-

Berlanga Robles, C. & Ruiz Luna, A.; 2004. Análisis comparativo de los sistemas clasificatorios de humedales. Instituto Nacional de Ecología Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Mazatlán, México.

Bibby, C.; Jones, M.; and Marsden, S.; 1998. Bird Surveys. Expedition Field Techniques. Expedition Advisory Centre Royal Geographical Society. 134 pp.

Blanco, D.; 1999. Humedales como hábitat de aves acuáticas. Humedales Internacional-Américas, Monroe 2142 (1428). Buenos Aires, Argentina.

Botana, M. I.; Benítez, M.; Pohl Sschnake, V.; Scarpati, O. E.; 2008. Actualización del conocimiento climático en el Noroeste patagónico. Evolución de las precipitaciones 1960 - 2007 p. 12. En X JORNADAS DE INVESTIGACIÓN Centro de Investigaciones Geográficas - Departamento de Geografía – La Plata ISSN 1850-0862

Burkart, R.; Bárbaro, N. O.; Sánchez, R. O.; Gómez, D. A.; 1999. Eco-regiones de Argentina. APN- PRODIA. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 21pp.

Burry, L. S.; D'Antoni H. L.; Frangi J. L.; 2005. Polen y vegetación en la Patagonia extra andina argentina a 45° S p. 145 En Anales del Jardín Botánico de 62(2): 143-152.

Bustillo, N.; 2014. Para optar por el título de grado: "Aproximación a riegos asociados a la calidad ambiental en la zona de la laguna San Lorenzo, ubicada en el

oeste de la ciudad de Neuquén en el período 2014”. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. Universidad Nacional del Comahue.

Dirección Provincial de Estadística y Censos. Provincia de Neuquén. Resultados del censo 2010 por áreas geográfica. Mapa 11 p. 23.

Dolbeer, R. A; 2006, "Distribución de altura de aves registradas por colisiones con aeronaves civiles". USDA National Wildlife. Centro de investigación - Publicaciones del personal. 500.

Echeverría, A.; Marano, C; Chani, J.; y Cocimano, M.; 2008. Composición de la comunidad de aves del Embalse La Angostura, Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. Acta zoológica lilloana 52 (1–2): 98–105.

Fiorito, F.; 2006. La Simulación como una herramienta para el manejo de la incertidumbre. Universidad de CEMA. Master en Finanzas 2006.

FABRO, S.; 2011. Estudio de impacto urbano ambiental y prefiguración urbana. Loteo Social Las Huertas Barrio Ciudad Industrial Jaime de Nevares. Inciso 6.1.6 p. 21 y 22.

Farinaccio, F.; 2008. Para optar por el título de grado: “Determinación de la estructura del ensamble de aves de un sector de humedal periurbano de la ciudad de Plottier, Provincia de Neuquén”. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. Universidad Nacional del Comahue.

Fariña J. M., Castilla J. C.; Camus P. A.; 1997. Los conceptos de equilibrio y no-equilibrio en ecología de comunidades. Revista Chilena de Historia Natural 70: 321-339

FIGUEROA, R. A.; 2015. El Rapaz olvidado- ¿Por qué hay tan pocos estudios sobre la historia natural y ecología básica del Tiuque (*Milvago chimango*) en Chile?. Boletín Chileno de Ornitología 21 (1-2): 103-118. Unión de Ornitólogos de Chile. Edición Especial: Aves rapaces del Bosque Templado Austral.

Garmendia-Zapata, M.; Lopez, A. A.; Muños, P.; 2011.: Estudio sobre Peligro Aviario: Análisis del riesgo de impactos entre aves y aeronaves en el Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua, Nicaragua. La Calera, Vol. 11, N° 16: 33-42/junio 2011.

Lässig, J.; Marizza, M.; Palese, C.; Cogliati, M.; Rapacioli, R.; Bastanski, M.; 1994. Lluvias intensas en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, y su riesgo hídrico. Universidad Nacional del Comahue. Argentina

LAURENCENA, P.; Kruse, E.; Deluchi, M.; 2009. Caracterización hidrogeológica y modelación preliminar del flujo subterráneo en la cuenca baja del río Limay, provincia de Neuquén (Argentina) p. 193 En MAS-PLA, J. y ZUPPI, G. (eds) Gestión ambiental integral de áreas costeras. Rubes.

LEÓN, R.; Bran, D.; Collantes, M.; Paruelo, J.; Soriano, A.; 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina Pág. 135. En Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral: 8:125-144,

Ley Nº 26102. Ley de Seguridad Aeroportuaria. Sancionada 31 de mayo de 2006.

Marateo G.; Grilli P. G.; Soave G. E.; Ferretti V.; Bouzas N. M; Almagro R.; 2012. Aves y aeropuertos: control no letal de chimangos (*Milvago chimango*). Gestión y Ambiente 15(3): 89-98

Matarasso, H.; 2006. Curso de Observación de Aves. Auspiciado por la Subsecretaría de Turismo de Neuquén y CORDINEU, Sociedad de Estado.

MATIJACA, A.; 2000. Seguridad del tráfico aéreo en relación con la amenaza de colisión de aves y aeronaves, con respecto a la situación en la República de Croacia. Actas del Comité Internacional de Huelga de Aves 25: 195-204

Martinez, M. M; 1993. Las aves y la limnología. Departamento de biología (Lab. Vertebrados). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Martínez, I. et al; 2004. Manual para el monitoreo de aves migratorias. Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la sociedad civil. Asociación para el estudio y la conservación de las aves acuáticas en Colombia– Calidris.

Meriño, S. A.; 2013. Para optar por el título de grado: “Determinación del estado de conservación de las aves acuáticas y palustres de la ribera del Lago Pellegrini (Cinco Saltos, Río Negro). Un aporte de investigación para la creación de un área protegida”. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. Universidad Nacional del Comahue.

Moreno, C. E.; 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.

Municipalidad de Neuquén. Observatorio socioeconómico y laboral. Información municipal básica 1998/2010. Características geopoblacionales 1.4. Población total estimada, superficie y densidad de población. Años 1998 / 2010

Narosky, T.; Izurieta, D.; 2004. Aves de Patagonia y Antártica. Asociación Ornitológica del Plata y BirdLife Internacional. 1ra edición, Vázquez Mazzini Editores.

Natenzon, C.; 1995. Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre. FLACSO, Serie de Documentos e Informes de Investigación nº 197.

Paracuellos M.; Fernández Cardenete J. R.; Robledano F.; 2007. Ecología y conservación de los humedales litorales y sus aves en el sudeste Ibérico. Paralelo 37º 19

PÉREZ, R.; s.f. Segregación espacial y exclusión social en políticas públicas implícitas de desarrollo urbano ambiental. El caso de expansiones urbanas sobre medio natural de baja aptitud relativa. Inciso 3.4 p. 8 a 11 En XXV Jornadas de Investigación VII Encuentro Regional de Investigación SI + amb Proyecto y Ambiente.

PEREZ GONZALEZ, M. E.; 2010. Temperatura superficial en Argentina durante el período instrumental (mediados del s. XIX hasta 2009) p. 150. En Boletín de la real sociedad geográfica Tomo CXLVI. Madrid. ISSN 0210-8757.

Perotti M. G., Diéguez M. C.; Jara F. G.; 2005. Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. Revista Chilena de Historia Natural 78:723-737

Povedano, H. E; 2016. Aves de la provincia de Rio Negro: identificación, distribución, estatus; editado por Hernán Emilio Povedano. -1ra ed.- La Plata. 304p.

Primack, R.; 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal, México. 797 pp.

Ramsar; 2016. Manual de la conservación de Ramsar 5ª edición. Introducción a la convención sobre las humedades. Subserie 1: Manual 1. Cooperación internacional sobre los humedales.

Romero, C. A.; s.f. Aproximación al estudio eco-etológico del chimango (*Milvago chimango chimango*)

Romo, L.C.; Oliveras de Ita, A.; 2011. Conceptos ecológicos, métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento de aves canoras, de ornato y psitácidos. De Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México

Secretaría de Infraestructura Planeamiento y Servicios públicos. Provincia de Chubut. Plan estratégico de infraestructura 2006-2016 > Características del plan > Marco regional 3 de junio de 2008 p. 9

Secretaría de Minería de la Nación. Medio ambiente. 2012. Estudios ambientales base. Programa de asistencia técnica para el desarrollo del sector minero argentino. Inventario de Recursos Naturales. Provincia de Neuquén. Condiciones geotécnicas. Área de estudio: Ciudad de Neuquén. Fisiogeografía de la zona y Geomorfología.

Shepard E. L. C.; Williamsin C.; Windsor S. P.; 2016. Fine-scale flight strategies of gulls in urban airflows indicate risk and reward in city living. Phil Trans R Soc 371: 20150394. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0394>

Smith, R. L.; Smith, T. M.; 2006. Ecología. Editorial Pearson Addison Wesley. - 4ta ed.-

Solaro, C.; 2008. Para optar por el título de grado: “Ecología y biología reproductiva del chimango (*Milvago chimango*) en ambientes peri-urbanos de la Provincia de La Pampa”. Facultad de Ciencias del Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa.

Soldatini C.; Georgalas V.; Torricelli P.; Albores-Barajas Y. V.; 2010. An ecological approach to birdstrike risk analysis. Eur J Wild Res 56: 623-632

Tolosa, J.; 2008. Listado de especies de la avifauna del Lago Pellegrini. Inédito.

#### Páginas de internet

- (1) <http://ingenieriaaeroportuaria.blogs.upv.es/2013/04/23/aves-en-los-aeropuertos/>
- (2) <http://www.ramsar.org>
- (3) <http://www.avesargentinas.org.ar/reservas-urbanas>
- (4) <tps://cedaeonline.com.ar/2013/07/05/peligro-aviario>
- (5) [http://www.simbolicodecaza.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=150:aeropuerto&catid=55&Itemid=194](http://www.simbolicodecaza.org/index.php?option=com_content&view=article&id=150:aeropuerto&catid=55&Itemid=194)
- (6) <https://cedaeonline.com.ar/2013/07/05/peligro-aviario/>
- (7) Google Earth, version 2017.

- (8) <http://www.anac.gov.ar/anac/web/index.php/1/182/infraestructura-y-aerodromos/peligro-aviario>
- (9) <http://www.mineria.gov.ar/estudios/irn/neuquen/n-2.asp>
- (10) <http://ieta.edu.co/ocurre-cuando-pajaro-impacta-avion/> (5/12/18)
- (11) <http://peligroaviarioyfauna.blogspot.com/>
- (12) <http://www.aic.gob.ar/sitio/home>