

## Informe sobre la medida de compensación “Pérdida del proceso de nidificación de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*)”

Guillermo Luna Jorquera

### RESUMEN

El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) es una especie endémica de la corriente de Humboldt, cuyas principales colonias de nidificación se encuentran en Chile, entre las regiones de Atacama y Coquimbo. Esta especie actualmente se encuentra dentro de la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) calificada como vulnerable, y sus principales amenazas son la sobrepesca, la destrucción de hábitat y la pesca incidental.

La construcción y operación del proyecto minero-portuario Dominga afectará a esta especie a través del impacto identificado como “Pérdida del proceso de nidificación de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*)” en el islote Totalillo Norte, para lo cual proponen como medida de compensación la desratización del islote Pájaros 1, ya que se sabe que las ratas depredan sobre los huevos de pingüino.

Sin embargo, esta medida se propuso en base a información científica parcializada, que no considera todas las particularidades de la situación experimental, así como tampoco aspectos ecológicos relativos a la interacción que se da entre los pingüinos y otros depredadores.

Es por esto que la medida no cumple con los requisitos y estándares básicos establecidos para la compensación, tanto a nivel nacional como internacional, y por lo tanto no garantiza que generará una pérdida neta cero o ganancia de biodiversidad. Considerando que una de las principales amenazas para el pingüino de Humboldt es la destrucción de hábitat, es inaceptable que no se entreguen las garantías mínimas del éxito de una medida pensada para compensar la pérdida total de nidificación del pingüino de Humboldt en el islote Totalillo Norte.

### INTRODUCCIÓN

El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) es una especie endémica de la costa oeste de Sudamérica asociada al área de influencia de la corriente de Humboldt. Específicamente, se distribuye entre la Isla La Foca, en Perú, hasta la Isla Puñihuil, en Chile (Hays 1984; Araya y Todd 1987; Wilson *et al.* 1995; Simeone y Huccke-Gaete 1997; Wallace y Araya 2014).

Esta especie alcanza un tamaño entre 67 y 72 centímetros, y un peso de entre 4,2 y 5 kg. Su periodo reproductivo comienza después de la muda y se reproducen durante casi todo el año mientras que tengan alimento. En Chile, hay dos peaks reproductivos que ocurren en mayo y octubre. La selección y ocupación de nidos comienza cuando los pingüinos regresan a las colonias de reproducción, después de un largo periodo de búsqueda de alimento y recuperación post muda (De la Puente *et al.* 2013)

En los últimos años, la población de esta especie ha decaído por motivos tanto naturales, como la influencia del fenómeno de “El Niño”, como por factores antropogénicos (Wallace & Araya, 2014). Sus mayores amenazas son (a) la sobrepesca, ya que esta conlleva una disminución de la probabilidad de encuentro depredador-presa entre los pingüinos y los peces de los que suelen alimentarse, lo que implica un mayor gasto energético para los pingüinos; (b) el bycatch o pesca incidental, ya que muchos pingüinos se enredan en las redes de enmalle, y (c) la destrucción de hábitat como consecuencia del desarrollo costero. En el último caso, el desarrollo costero reduce las zonas de reproducción y, además, al ser esta especie la más tímida entre todas las especies de pingüinos, cuando perciben la presencia de humanos en sus sitios de nidificación, aumenta el ritmo cardíaco y estos abandonan sus nidos, imposibilitando así el desarrollo de los huevos y polluelos (Ellenberg *et al.* 2006, De la Puente *et al.* 2013).

Estas problemáticas han colocado al pingüino de Humboldt en la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2013), considerándolo como especie vulnerable, dada la gran fluctuación que sufre su población. Esta clasificación implica que se encuentra frente a un riesgo alto de caer en estado de peligro de extinción si no se toman medidas para protegerla.

La construcción de obras marítimas asociadas al proyecto “Dominga” de Andes Iron, generará un grave impacto en la población de pingüino de Humboldt a través de la pérdida de hábitat, más concretamente producirá el impacto identificado como la alteración del proceso de nidificación y crianza de polluelos de pingüinos de Humboldt debido a la construcción y operación del puerto, que implica diferentes intervenciones antropogénicas como el hincado de pilotes, el uso de maquinaria pesada, y un aumento del tránsito de naves y personas, entre otros. Específicamente, este impacto producirá la pérdida anual de 28 huevos de pingüino de Humboldt en el islote Totoralillo Norte. La calificación entregada por el Titular sobre el impacto es Media – Significativo.

Considerando el impacto asociado a la pérdida de hábitat de nidificación en la zona costera, el representante del proyecto propone como medida de compensación disminuir las poblaciones de ratas (*Rattus rattus*) del islote Pájaros I, lo que conllevaría una disminución de la depredación sobre huevos y polluelos de pingüinos. Esta es la única medida que el Titular propone para este impacto, dado que establecen que no es posible mitigar o reparar el daño que provocaría la intervención del proyecto en la zona costera. La medida se establece en el Adenda 3 y se desarrolla en el documento “Control de la población de rata negra (*Rattus rattus*) en islote Pájaros I”.

La medida de compensación se basó en el estudio “Estimating rat predation on Humboldt Penguin colonies in north-central Chile” (Estimando la depredación de las ratas sobre las colonias de pingüino de Humboldt en el norte-centro Chile) (el “Estudio”) escrito por quien suscribe el presente informe junto a Alejandro Simeone. El objetivo principal del estudio fue identificar a los depredadores de huevos que quedan desatendidos por parte de los padres durante la incubación. Para ello se trabajó con nidos experimentales ubicados tanto en el Islote Pajaros 1 como en el Islote Algarrobo. Durante la incubación los huevos pueden quedar desatendidos por razones de tipo ambiental (e.g. falta de alimento) y principalmente por perturbación humana en las colonias. El propósito del Informe apuntó a mejorar las condiciones actuales de hábitat del pingüino de Humboldt, con el propósito de conservar esta especie, considerando su estado de vulnerabilidad y las principales amenazas a las que se enfrenta



No obstante, el Informe presenta una metodología y contexto que difiere de la situación real a la que el islote se enfrenta, por lo que no se puede garantizar que efectivamente se compensará la pérdida de hábitat que se generaría con la construcción de obras marítimas en la zona costera. A continuación, se especifican los detalles por lo que esta medida no es suficiente para compensar el daño generado.

### **LA MEDIDA PROPUESTA NO CUMPLE CON LOS REQUISITOS Y LÍMITES ESTABLECIDOS PARA LA COMPENSACIÓN.**

#### **1. La tasa de depredación calculada no entrega con certeza la magnitud de la amenaza.**

La medida de compensación propuesta por el Titular se basa en el Estudio en el que se calcula la tasa de depredación de huevos de pingüino de Humboldt en el islote Pájaros 1. En el Estudio utilizan huevos de gallina cocidos como una alternativa ética para calcular la tasa de depredación, pero precisan que no se puede garantizar que los huevos cocidos de gallina no hayan provocado una atracción diferenciada por parte de los depredadores ya que son más fáciles de mover, y por su olor, mezclado con el olor de los humanos que los manipularon. Por lo tanto, tampoco se puede garantizar que las tasas de depredación calculadas sean correctas, sino que son más bien una primera aproximación, por lo que recomiendan que el Estudio se use con prudencia. Señalan que:

“Dado que tanto la rata noruega como la rata negra son considerablemente más grandes (320 y 158 g, respectivamente; Jaksic y Marti 1984) que los huevos de gallina utilizados en este experimento, estos huevos pueden haber sido depredados más frecuentemente debido a la facilidad de moverlos y acarrearlos en comparación con los huevos de pingüinos.”

“Otro aspecto a considerar es que los olores de humanos y del huevo hervido de gallina pueden haber resultado en tasas sesgadas de depredación, ya que los depredadores que buscan olfativamente su alimento, pueden seguir estos olores para ubicar los nidos y huevos experimentales”

Además, en el Estudio se caracterizan a las ratas como depredadores que dependen del olfato para localizar su alimento, por lo que efectivamente los olores contenidos en los huevos experimentales pueden haber generado una mayor atracción que los huevos naturales de pingüinos.

“Las ratas, como muchos otros mamíferos nocturnos, dependen mayoritariamente de señales olfativas para detectar a su comida (Whelan et al. 1994; Rangen et al. 2000), y eso les puede permitir detectar nidos más escondidos, como los utilizados en este estudio;”

Lo anterior implica que la tasa de depredación calculada en el Estudio no necesariamente es la tasa real de depredación de huevos de pingüinos de Humboldt. Probablemente la tasa real de depredación de huevos de pingüino de Humboldt sea de menor magnitud que la calculada, debido a la mayor dificultad de manipular estos huevos que los de gallina. Por lo tanto, no se puede afirmar con certeza que los cálculos en los que se basó esta medida sean correctos y que, consecuentemente, la medida propuesta garantice una pérdida neta cero o ganancia de biodiversidad.

**2. No se garantiza una pérdida neta cero o ganancia de biodiversidad.**

Por otro lado, en el Estudio se señala que los huevos de pingüino de Humboldt no solo son depredados por ratas negras (*Rattus rattus*), sino que también por gaviotas (*Larus dominicanus*). A pesar de que recomiendan la erradicación de ratas para mejorar el éxito reproductivo de los pingüinos, no hay certeza de que la medida sea efectiva, debido al potencial aumento en la depredación de huevos de pingüino de Humboldt por parte de las gaviotas. Señalan que:

“Tanto la tasa como la magnitud de la depredación de huevos fue mayor por parte de las ratas que de las gaviotas, pero **no está claro si las gaviotas podrían tener un mayor impacto si las ratas no estuviesen presentes.**” (énfasis añadido)

La remoción de competidores fuertes o dominantes puede causar un aumento en la abundancia de especies subordinadas (Paine 1966), en este caso las ratas serían competidores dominantes sobre las gaviotas en el consumo de huevos de pingüino. Además, como se mencionó anteriormente si bien las ratas son depredadores que se guían principalmente por el olfato para encontrar su presa, las gaviotas son depredadores visuales, por lo que la tasa de depredación calculada para las gaviotas, en proporción a la tasa de depredación calculada para las ratas, puede ser mayor que la identificada, ya que se estableció que el olor de los huevos experimentales pudo generar una mayor atracción por parte de las ratas.

Por lo anterior, nuevamente no se puede garantizar que la medida propuesta por el Titular efectivamente produzca un efecto positivo alternativo y equivalente al impacto que el proyecto provocará. En la ausencia de las ratas, las gaviotas pueden aumentar su depredación sobre los huevos de pingüino, invalidando el potencial efecto positivo que tendría esta medida. Es esencial determinar la real eficacia de la medida, al considerar que estamos en presencia de una especie que se encuentra en estado vulnerable.

En el Estudio citado señalan que:

“A pesar de todas las potenciales limitaciones de nuestro diseño experimental, y de las críticas sobre el uso de huevos y nidos artificiales para estimar la depredación, consideramos que esta contribución es una herramienta útil (preferible a la falta de conocimiento) que **debería ser usada con prudencia.**”

Lo expresado anteriormente demuestra que el Titular, realizó una interpretación selectiva del Estudio y no un análisis global de éste, que considerara todos los aspectos discutidos por sus autores.

Sabiendo que lo calculado en el Estudio no necesariamente se ajusta a la realidad, no es prudente compensar la pérdida total de un sitio de nidificación del pingüino de Humboldt, basándose en este cálculo, considerando que se trata de una especie en estado vulnerable de acuerdo a la UICN, y que una de sus principales amenazas es la destrucción de hábitat (De la Puente *et al.* 2013).

Es necesario considerar además, que la pérdida o ‘sacrificio’ de un islote en el Sistema Costero de Coquimbo, no es en forma alguna aceptable. Existe un estudio (Luna-Jorquera *et al.* 2012) en el cual se analizó la importancia de las islas e islotes de Coquimbo para la existencia y mantención de la diversidad



de plantas, aves terrestres y marinas y mamíferos terrestres nativos que habitan en el sistema de islas Costeras. En este estudio se utilizaron herramientas estadísticas robustas para analizar la importancia de cada una de las islas en comparación a las demás y su contribución específica a la riqueza de especies que hace el conjunto de islas. El estudio consideró diversos aspectos geográficos (tamaño islas, distancia de las islas al continente, altura, etc) y la existencia de perturbaciones y amenazas. La principal conclusión del estudio es que para proteger la riqueza y composición de especies que contienen las islas e islotes, es necesario incluirlas a todas en un área de conservación mayor a la que brinda hoy la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. Este resultado, que integra observaciones realizadas por más de 10 años, se contrapone a la “idea” de sacrificar algunos islotes y también cuestiona en su base la propuesta de compensación en otras islas. Para mayor claridad y a modo de ejemplo, considerese la situación del Islote Tilgo, único islote en el cual se ha detectado la nidificación de la Golondrina de mar chica (Hertel *et al.* 2005) y que quedaría irremediablemente expuesto a los efectos de las operaciones de construcción primero y luego de operación del Puerto de Dominga debido a su cercanía con las actividades industriales. Estos efectos ocasionarán la pérdida de este sitio de nidificación único -y también de las parejas de Pingüinos y de las otras aves marinas que allí nidifican- con la consecuente pérdida de un componente único de la riqueza de especies de las islas costeras de Coquimbo. Para un caso como este no existe medida de compensación posible. En consecuencia, son dos los islotes que se verían irremediablemente dañados por el proyecto, a saber, Totalillo y Chungungo.

Por otro lado, debido a que la medida propuesta no garantiza que se hará cargo del impacto generado en su totalidad, no cumple con uno de los principios más importantes de la compensación: generar una pérdida neta cero o una ganancia de biodiversidad. Tal requisito está establecido por el Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), en el que señalan:

“Pérdida neta cero: se debe diseñar e implementar una compensación de biodiversidad para lograr resultados de conservación medibles in situ, de los que razonablemente se puede esperar que resulten en una pérdida neta cero de biodiversidad y preferentemente en una ganancia neta de biodiversidad.”<sup>1</sup>

A la vez, en la Guía de para la Compensación de biodiversidad del SEA, se señala que:

**“La pérdida neta cero de biodiversidad constituye el principio central de la compensación óptima de biodiversidad.** Se refiere a que el efecto adverso identificado (pérdida de biodiversidad) sea equivalente al efecto positivo (ganancia de biodiversidad), tal como señala el artículo 100 del Reglamento del SEIA, promoviendo una pérdida neta nula en biodiversidad producto de la implementación de proyectos o actividades de desarrollo.”<sup>2</sup>

### 3. No se respetó la jerarquía de las medidas de mitigación, reparación y compensación.

---

<sup>1</sup> BBOP, Standard on Biodiversity Offsets [http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3078.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3078.pdf)

<sup>2</sup> [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/reportes/2016/guia\\_compensacion\\_biodiversidad.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/reportes/2016/guia_compensacion_biodiversidad.pdf)

Durante la evaluación ambiental el Titular señala que no es posible establecer medidas de mitigación y/o de reparación, y solo ofrece esta medida de compensación, señalando en el Adenda 3 que:

“Durante la etapa de construcción, se determinó que no es factible implementar medidas de mitigación, dado que no se podrá evitar los ruidos y actividades en el lugar de construcción. Además se consideró que cualquier actividad o medida que implique alguna acción sobre el islote, repercutirá aún más sobre las parejas anidando. Esto significa que el impacto descrito no puede ser mitigado in situ. En la lógica de la jerarquía de medidas, el impacto residual sigue siendo el total del impacto estimado durante la construcción.”

Por lo tanto, la medida no cumple con lo establecido en el primer principio del Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), que se refiere a la jerarquía de las medidas de mitigación, reparación y compensación:

“Una compensación de biodiversidad es un compromiso para compensar los impactos significativos adversos residuales sobre la biodiversidad identificados **después de haber tomado medidas apropiadas de evitación, minimización y rehabilitación de acuerdo a la jerarquía de mitigación.**”<sup>3</sup> (énfasis añadido)

Este punto también es profundizado en la Guía para la Compensación de Biodiversidad del SEA, en la que señalan que:

“La compensación de impactos ambientales es una herramienta que está incorporada en el SEIA, cuando éstos no sean posibles de ser mitigados o reparados. Es decir, **las medidas de compensación se aplican solo a los impactos residuales o remanentes luego de que se han aplicado medidas para mitigar (evitar, minimizar) o reparar los impactos** (Figura 1). Esta aplicación secuencial de medidas es conocida en la literatura como jerarquía de mitigación (Figura 2).”<sup>4</sup> (énfasis añadido)

Por lo tanto, la medida propuesta no se ajusta a los principios y lineamientos mínimos para la compensación, establecidos por entidades internacionales y nacionales. No es aceptable que se proponga compensar la pérdida total de un sitio de nidificación de una especie endémica de la corriente de Humboldt, que además se encuentra en estado vulnerable, y que es conocido que una de sus principales amenazas es la destrucción de hábitat, con una medida que no cumple con los requisitos básicos para la compensación.

#### 4. No se cumplió con el requisito de equivalencia.

Como se mencionó anteriormente, la medida de compensación consiste en la desratización del islote Pájaros 1. Este islote no fue parte de la línea de base levantada por el titular, y por lo tanto no fue

---

<sup>3</sup> BBOP, Standard on Biodiversity Offsets [http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3078.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3078.pdf)

<sup>4</sup> [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/reportes/2016/guia\\_compensacion\\_biodiversidad.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/reportes/2016/guia_compensacion_biodiversidad.pdf)



caracterizado en términos de clase, función y naturaleza. Esto es especialmente relevante cuando se considera que la Guía para la Compensación de biodiversidad del SEA establece que:

“El sustento de lo anterior en la regulación nacional se encuentra en el artículo 100 del Reglamento del SEIA, en el cual se indica que la compensación tiene como finalidad generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado (referente a los efectos detallados en el artículo 11 de la Ley N° 19.300). Lo indicado expresa la exigencia de generar un efecto positivo alternativo y al mismo tiempo requiere que tal efecto sea equivalente, lo que implica una pérdida neta cero. El mismo artículo del Reglamento señala que **debe hacerse la sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de similares características, clase, naturaleza, calidad y función, los que representan requisitos de equivalencia.**” (énfasis añadido)

Al no caracterizar este islote, no se puede garantizar que se cumpla con el requisito de equivalencia y que la compensación de la biodiversidad propuesta sea apropiada. Este punto es especialmente grave si se considera que el impacto fue calificado por el titular como “Medio-Significativo” ya que afectará completamente la nidificación del pingüino de Humboldt en el islote Totoralillo Norte. La medida propuesta no puede ser considerada como una medida seria, ya que no se entregan garantías de que el sitio escogido para compensar cumpla con los requisitos de equivalencia en cuanto a clase, naturaleza y función, debido a que no fue caracterizado como parte de la línea de base. Es más, esta medida intenta compensar el impacto que generará el proyecto en un área de alto valor ambiental - el islote Totoralillo Norte, en el cual actualmente no hay intervención antrópica - con un área que se encuentra degradada - el islote Pájaros 1, en el que hay una plaga de ratas y donde se realiza extracción de guano.

#### **5. No se respeta el límite para la compensación dado por la vulnerabilidad.**

Además, no se respeta el límite para la compensación establecido por la vulnerabilidad de acuerdo al Business and Biodiversity Offset Programme (BBOP), cuyo segundo principio son los límites para lo que puede ser compensado:

“Hay situaciones en la que los impactos residuales no pueden ser completamente compensados por una medida de compensación debido a la irremplazabilidad o vulnerabilidad de la biodiversidad afectada.”

Además, la Guía para la Compensación de Biodiversidad del SEA señala que:

“Existen límites para lo que puede ser compensado, lo que ocurre cuando la compensación de un impacto no cumple con el requisito de equivalencia. Los límites para la compensación de biodiversidad están influenciados por las condiciones de irremplazabilidad y vulnerabilidad.

(...) Por su parte, la vulnerabilidad se entiende como la probabilidad de pérdida de biodiversidad dada las amenazas actuales o inminentes. El método más reconocido y utilizado para determinar vulnerabilidad es la clasificación de especies según su estado de conservación.”

Como fue mencionado anteriormente el pingüino de Humboldt es una especie clasificada como vulnerable según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y de acuerdo a la nómina de especies del Ministerio del Medio Ambiente.

De acuerdo a este límite para la compensación, se debería haber tomado en consideración este aspecto al establecer solo una medida de compensación para la pérdida total de la nidificación de esta especie en el islote Totalillo Norte, ya que al ser una especie vulnerable no sería posible establecer este tipo de medidas.

**6. La medida de compensación propuesta no se encuentra justificada por el Estudio (Simeone & Luna-Jorquera, 2012).**

Finalmente, cabe mencionar que el Estudio apunta a mejorar las condiciones actuales de hábitat del pingüino de Humboldt, con el propósito de conservar esta especie, considerando su estado de vulnerabilidad y las principales amenazas a las que se enfrenta. Por lo tanto, no puede ser utilizado para diseñar una medida de compensación frente a un impacto que implica la destrucción de uno de los sitios de nidificación de esta especie, lo que empeoraría con creces las condiciones actuales de hábitat del pingüino de Humboldt. Y más aun considerando que en el Estudio se señala que los resultados que exponen deben ser utilizados con prudencia, de acuerdo a los aspectos discutidos anteriormente.

Si bien la desratización del islote Pájaros 1 potencialmente mejorará las condiciones de hábitat para el pingüino de Humboldt en este islote en particular, no garantiza la magnitud de esta mejoría y por lo tanto no puede ser considerada, al menos como la única medida que se ofrece al respecto.

## **CONCLUSIÓN**

La medida propuesta para compensar la pérdida total de la nidificación en el islote Totalillo Norte no garantiza una pérdida neta cero o ganancia de biodiversidad, ya que no toma en cuenta aspectos propios del experimento en que se basaron para proponer esta medida, como el hecho de que se utilizaron huevos cocidos de gallina en vez de huevos naturales de pingüino, lo que puede haber causado que la tasa de depredación calculada no se ajuste a la tasa real de depredación.

Por otro lado, tampoco consideran el hecho de que no solo las ratas depredan sobre los huevos de pingüino, sino que también las gaviotas. En el Estudio se establece claramente que no se sabe qué ocurrirá con la depredación por parte de las gaviotas en la ausencia de las ratas. Al existir esta incerteza no se puede considerar que la medida propuesta sea suficiente para compensar la pérdida total de nidificación en el islote Totalillo Norte, más aún considerando que una de las principales amenazas para esta especie es la destrucción de hábitat y que este impacto fue calificado por el titular como "Significativo-Medio".

La medida no cumple con los estándares y requisitos mínimos para la compensación. Por ejemplo, no cumple con garantizar una pérdida neta cero o ganancia de biodiversidad; tampoco se ajusta a la jerarquía de las medidas de mitigación, reparación y compensación, principal principio establecido por el BBOP y la Guía para la Compensación de Biodiversidad del SEA. Por otro lado, no cumple con los límites para la compensación establecidos por la irremplazabilidad y vulnerabilidad, ya que no se analizó la equivalencia



del sitio en el que se propone la medida de compensación, en cuanto a clase, función y naturaleza; y tampoco se respetó el hecho de que el pingüino de Humboldt se encuentra clasificado como una especie vulnerable tanto por el Ministerio del Medio Ambiente como por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Dados los antecedentes mencionados anteriormente, la medida de compensación propuesta no cumple con los requisitos mínimos para ser aceptada como una buena alternativa frente a la completa destrucción de un sitio de nidificación del pingüino de Humboldt, especie vulnerable y amenazada por la destrucción de hábitat. Por lo tanto, no puede ser contemplada como una solución efectiva frente al impacto identificado, y como consecuencia, la pérdida de hábitat en el islote Totoralillo Norte debe ser considerado como un impacto que no cuenta de medidas de mitigación, reparación y compensación.



**Guillermo Luna Jorquera**

Profesor de Estado en Biología y Ciencias, Doctor en Ciencias Naturales

RUT: 8.816.131-9

## REFERENCIAS

- DE LA PUENTE S, A BUSSALLEU, M CARDEÑA, A VALDÉS-VELÁSQUEZ, P MAJLUF & A SIMEONE (2013) humboldt penguin (*Spheniscus humboldti*)
- ELLENBERG U, MATTERN T, SEDDON P, & LUNA-JORQUERA G. (2006) Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management. *Biol. Conserv.* 133:95–106
- HERTEL F, MARTINEZ D, LEMUS M, TORRES-MURA J (2005) Birds from Chungungo, Tilgo, and Pájaros Islands in North-central. *J Field Ornithol* 76:197-203.
- HAYS C (1984) The Humboldt penguin in Peru. *Oryx* 18: 92-95
- JAKSIC F, MARTI CD (1984) Comparative food habits of Bubo owls in Mediterranean-type ecosystems. *Condor* 86:288–296
- LUNA-JORQUERA G, FERNÁNDEZ CE & RIVADENEIRA MM (2012). Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. *Biodivers. Conserv.* 21:13–32
- PAINE RT (1966) Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist* 100: 65-75
- RANGEN SA, CLARK RG & HOBSON KA (2000) Visual and olfactory attributes of artificial nests. *Auk* 117: 136-146
- SIMEONE A & HUCKE-GAETE R (1997) Presencia de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) en Isla Metalqui Parque Nacional Chiloé, sur de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* 4: 34-36
- SIMEONE A & G LUNA-JORQUERA (2012) Estimating rat predation on Humboldt Penguin colonies in north-central Chile. *Journal of Ornithology* 153: 1079-1085
- WALLACE RS & B ARAYA (2014) Humboldt penguin *Spheniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999-2008. *Marine Ornithology* 43: 107-112
- WHELAN CJ, DILGER ML, ROBSON D, HALLYN H & DILGER S (1994) Effects of olfactory cues on artificial-nest experiments. *Auk* 111: 945-952
- WILSON RP, DC DUFFY, M-P WILSON & B ARAYA (1995) Aspects of the ecology of species replacement in Humboldt and Magellanic penguins in Chile. *Le grufaut* 85: 49-61