

**PRIMER INFORME DE IMPLEMENTACIÓN
“ESTUDIO DE POBLACIONES DE REPTILES ANTES Y
DESPUES DE ESTABLECIDO EL PROYECTO
(MCFAU-1)”**

JUNIO 2023

RES. EX. N°172/2016: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TAMARICO



Elaborado por

















 TEBAL <small>GESTIÓN - MEDIO AMBIENTE</small>	ESTUDIOS O REPORTE	TEBAL-DOC-001-TAM I
		VER 02
		Noviembre 2022
ÁREA: GERENCIA ESTUDIOS	RESPONSABLE: GERENTE GENERAL	FECHA ACTUALIZACIÓN: 21-07-2023



Documento preparado por: TEBAL, Estudios e Ingeniería Ambiental Ltda.
 Andrés de Fuenzalida 17, Oficina 34, Providencia, Santiago de Chile

Teléfono +56 2 2222 7059
 Email info@tebal.cl
 Website www.tebal.cl

REGISTRO DE CONTROL DE DOCUMENTO

"ESTUDIO DE POBLACIONES DE REPTILES ANTES Y DESPUES DE ESTABLECIDO EL PROYECTO (MCFAU-1)"								
Versión	Elaboración y fecha	Firma	Revisión y Fecha	Firma	Aprobación TEBAL y Fecha	Firma	Aprobación Cliente y Fecha	Firma
B	OH 20-10-2022		SM 24.10.2022		NRT 24.10.2022			
C	OH 27-10-2022		SM 03.11.2022					
D	OH 17-01-2023		SM 23-01-2023		PS 31-01-2023			
E	CVJ 27-06-2023		SM 06-07-2023		SM 21-08-2023			
0	CVJ 01-09-2023		SM 01-09-2023		SM 01-09-2023		CEC 01-09-2023	

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos específicos	6
3. ALCANCE	6
4. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1. Área de estudio	7
4.2. Revisión bibliográfica	8
4.3. Levantamiento de terreno	8
4.3.1. Esfuerzo de muestreo y equipo	8
4.3.2. Estaciones de muestreo	8
4.3.3. Metodología para Clase taxonómica Reptiles	9
4.4. Análisis de datos	10
4.4.1. Riqueza, Abundancia, Densidad y Diversidad	10
4.4.2. Clasificación de especies	11
4.4.3. Especies registradas v/s especies potenciales	11
4.5. Indicador de cumplimiento	12
5. RESULTADOS	12
5.1. Revisión bibliográfica	12
5.1.1. Contexto regional	12
5.1.2. Especies potenciales	12
5.2. Levantamiento pre instalación del Proyecto	13
5.2.1. Estaciones de muestreo	13
5.2.2. Reptiles registrados	16
5.3. Análisis de datos	18
5.3.1. Riqueza, Abundancia, Densidad y Diversidad	18
5.3.2. Clasificación de especies	19
5.3.3. Especies Registradas v/s Potenciales	21
5.4. Indicador de cumplimiento	21
6. DISCUSIÓN	22
7. CONCLUSIONES	22

8. BIBLIOGRAFÍA.....	24
----------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio para “Estudio poblacional de reptiles”	7
Figura 2. Imagen de referencia del muestreo al azar estratificado	9
Figura 3. Ilustración del método utilizado para el cálculo de densidad.....	10
Figura 4. Área de estudio y ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.....	15
Figura 5. Reptiles identificados dentro del Área de estudio del Proyecto.....	17
Figura 6. Riqueza y abundancia de especies registradas.	18
Figura 7. Especies con presencia potencial versus especies registradas en el área de estudio del Proyecto.	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bibliografía principal por Clase taxonómica	8
Tabla 2. Esfuerzo de muestreo por temporada y campaña.	8
Tabla 3. Especies potenciales en Área de estudio según proyectos presentados en cercanías del proyecto.	13
Tabla 4. Estaciones de muestreo de fauna silvestre, sus coordenadas y tipo de ambiente.....	14
Tabla 5. Taxonomía y origen de los reptiles identificados en el Área de estudio del Proyecto.....	16
Tabla 6. Abundancia y densidad de las especies registradas en el Área de estudio del Proyecto ...	19
Tabla 7. Índice de diversidad de Shannon.....	19
Tabla 8. Categoría de conservación de las especies identificadas en el AI del Proyecto.....	19

RESUMEN

En el marco del cumplimiento de la Res. Exenta N°172 de 2016 del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante, el Proyecto) y su Plan de Medidas Ambientales (Capítulo VII, letra b) del ICE) se reportó el estudio de la población de reptiles en la etapa previa del establecimiento del Proyecto de la medida “Estudio de poblaciones de reptiles antes y después de establecido el proyecto (MCFAU-1)”.

El levantamiento de información en el área de estudio se hizo mediante la realización de una campaña de terreno en la época de primavera los días 25 y 26 de septiembre del 2022. La campaña contó con un trabajo promedio de 10 horas diarias por persona y participaron 4 profesionales especialistas en herpetofauna, totalizando un esfuerzo de muestreo de 80 horas/profesional.

Se definieron un total de 17 transectos pedestres (T) de 200 metros de longitud por un ancho de 8 metros siguiendo las recomendaciones de visibilidad de Rabinowitz (2003), SEA (2015) y De la Maza y Bonacic (2013), en diferentes sectores del área de intervención que se inserta dentro del cierre perimetral del Proyecto.

A través de los 17 transectos monitoreados se un total de 3 especies de vertebrados terrestres. Estos corresponden *Tachymenis chilensis*, *Liolaemus nigromaculatus* y *Callopistes maculatus*. En relación con la abundancia, la especie que registró una mayor abundancia fue *Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha negra) con 115 registros y una abundancia relativa de 82,14%, seguido de *Callopistes maculatus* (Iguana Chilena) con 24 registros y una abundancia relativa de 17,14%, y para *Tachymenis chilensis* (Culebra de cola corta) sólo se registró un individuo representando una abundancia relativa de 0,71%. Respecto a la densidad, la Lagartija de mancha negra presentó la mayor densidad con 42,28 ind/ha, seguido de la Iguana chilena con 8,82 ind/ha y la culebra de cola corta obtuvo una densidad de 0,37 ind/ha.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido en la letra e) del artículo 12 de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante, la Ley), y el artículo 18 letra i) del Decreto Supremo N°40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, RSEIA); y en virtud del cumplimiento del Plan de Medidas Ambientales del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, se reporta la implementación de la medida de compensación “Estudio de poblaciones de reptiles antes y después de establecido el Proyecto” (MCFau-1), para la componente Fauna, según se indica en Res. Ex. N°172 de 2016 en su numeral 7.2 Fauna.

El proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante “Proyecto original”) calificado ambientalmente favorable mediante la Resolución Exenta N°172 del 12 de septiembre del 2016 (en adelante RCA N°172/2016) emitida por el Servicio de Evaluación Ambiental de la región de Atacama, consiste en la instalación y operación de un parque solar fotovoltaico, formado por 496.512 paneles solares, de 300 Watts peak (Wp) o similar para el bloque Tamarico I y de 310 Wp o similar para el bloque Tamarico II, los cuales suman una potencia peak de 152,98 MWp. La evacuación de la energía se realizará mediante una única línea de transmisión de 220 kV de aproximadamente 13,37 km de longitud que unirá la subestación elevadora del Proyecto (S/E Elevadora PSFV Tamarico 23/220kV) y la nueva subestación seccionadora (S/E Seccionadora Tamarico-Caserones 220 kV) que forma parte del Proyecto, la cual seccionará un circuito de la LAT existente 2x220kV Maitencillo-Caserones, lugar donde se inyectará la energía al SIC.

Posteriormente, específicamente en julio de 2021, se presentó el documento “Ajuste tecnológico al Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” a través de una Consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2021-14652), el que actualiza la capacidad de los paneles a ser utilizados, disminuyendo el área de afectación (no se utilizará el Bloque denominado Tamarico I), redefine la configuración del “layout”, caminos, distribución de centros de inversión y transformación. Mediante la Resolución Exenta N°202103101201 del 22/09/2021 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Asimismo, en julio de 2022 el titular presentó un nuevo documento denominado “Optimizaciones Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, a través de una Consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2022-11702), que consiste principalmente en la optimización del proyecto a través de la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía basado en baterías, denominada Parque de Baterías BESS Tamarico y cuyo objetivo es aumentar la confiabilidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a través de la prestación de servicios complementarios, como, por ejemplo: regulación de frecuencia. Esto es producto de los recientes avances tecnológicos desarrollados para la administración de la generación eléctrica fotovoltaica. Mediante la Resolución

Exenta N°202203101194 del 03/10/2022 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Algunas de las especies registradas en el Proyecto presentan “Baja Movilidad” (Reptiles), lo cual implica que poseen rangos de desplazamiento reducidos. Tal condición se traduce en que frente a las obras y/o actividades programadas, individuos de estas especies registradas eventualmente no podrían desplazarse por sus propios medios, por lo que no podrían evitar los impactos de las obras de construcción del proyecto. Dado lo anterior, se desarrolla la medida “Estudio de poblaciones de reptiles antes y después de establecido el Proyecto” (MCFau-1, Anexo 5 del Adenda 2 al EIA “Parque Fotovoltaico Tamarico”), en la que se busca dar cuenta del efecto en las abundancias de las poblaciones de reptiles en los ambientes identificados en el área de estudio, y sus cambios asociados a la operación del Proyecto.

El lugar de implementación corresponde al interior del área de intervención del Proyecto. La forma de implementación corresponde a; la realización de campañas pre y post instalación y puesta en marcha del Proyecto, etapa de redacción y análisis de datos, elaboración del estudio y publicación del estudio en revista científica. La oportunidad de implementación es antes del inicio de obras y después de la normalización y puesta en marcha del parque solar.

El levantamiento de terreno se realizó a través de la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de reptiles que componen los ecosistemas existentes.

El presente reporte cumple con lo establecido en la “Guía para el reporte de datos de biodiversidad a la SMA (Res. Ex. N°343/2022)” e “Instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental” (Res. Ex. N°223/2015). La implementación de la medida fue realizada por el equipo de especialistas del área biológica de Tebal Estudios e Ingeniería Ambiental Limitada.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Elaborar información relevante que permita la conservación de las especies objetivo.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio poblacional de los reptiles existentes en el área de estudio.
- Determinar la riqueza, abundancia y densidad de especies de reptiles el área de estudio.
- Describir las especies presentes en el área de estudio y su origen.

3. ALCANCE

El presente informe da cuenta del primer informe de la medida de compensación MCFau-1 “Estudio de poblaciones de reptiles antes y después de establecido el Proyecto” asociado a la etapa previa a la construcción del Proyecto, y está limitado al área de intervención del Proyecto.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza administrativamente en la comuna de Vallenar, Provincia de Huasco, Región de Atacama y está definida por el área dentro del polígono que define el proyecto, donde se emplazarán los paneles solares y caminos internos (Figura 1).

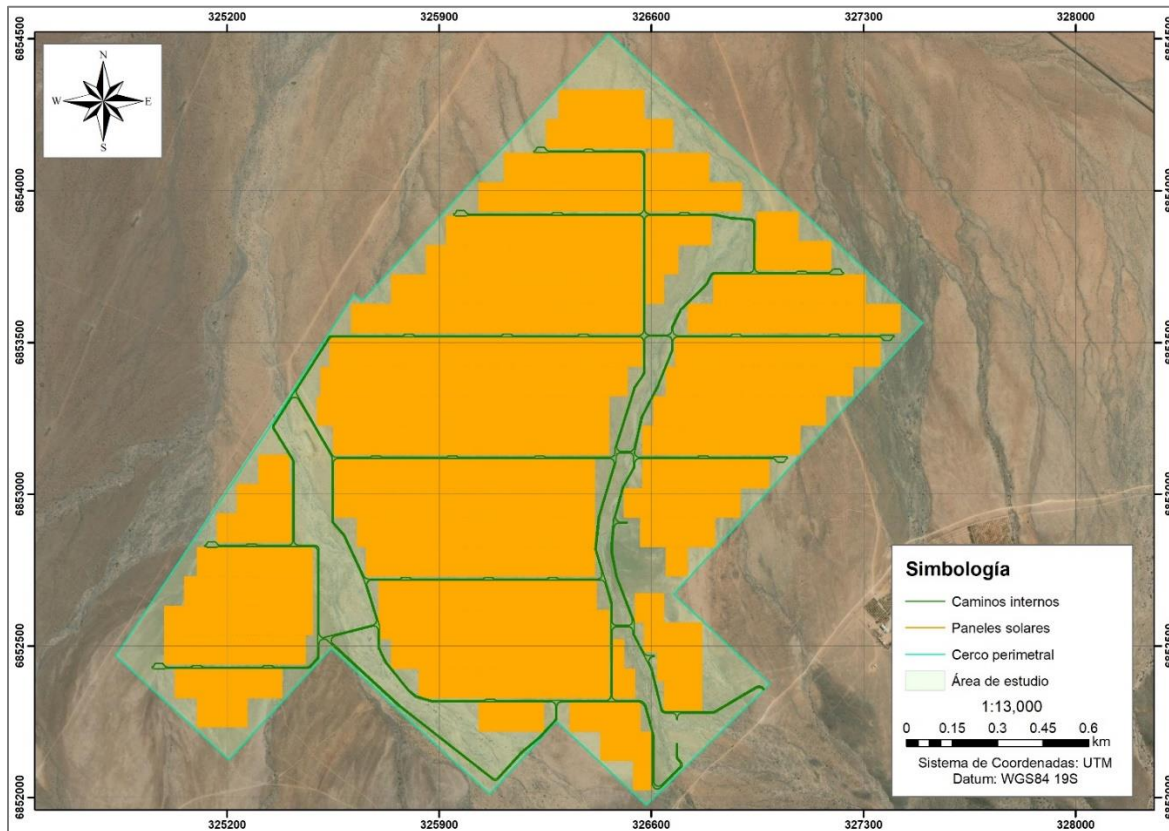


Figura 1. Área de estudio para “Estudio poblacional de reptiles”.

Fuente: Tebal, 2023.

4.2. Revisión bibliográfica

Se realizó una recopilación de antecedentes bibliográficos con la finalidad de describir el contexto regional en el que se enmarca el Proyecto, para posteriormente generar un listado de las especies potenciales que pudiesen estar presentes en el área de estudio. Para lo anterior, se utilizó bibliografía específica para la clase taxonómica objetivo (Tabla 1), e información proveniente de proyectos en la zona que se encuentran con RCA aprobada o en calificación. Con esta misma información, de forma posterior, se realizó un análisis de las singularidades de las principales especies encontradas en terreno. Cabe destacar que el catastro de especies incluye solamente especies nativas y/o endémicas.

Tabla 1. Bibliografía principal por Clase taxonómica

CLASE TAXONÓMICA	LITERATURA
Reptiles	Donoso-Barros (1966), Nuñez y col. (1997), Ortíz-Zapata (1980), Veloso y Navarro (1988), Vidal y Labra (2008), Mella (2005), Pincheira-Donoso (2005) y Demangel (2016), Mella (2017).

Fuente: Tebal, 2023.

Posteriormente se elaboró una metodología de muestreo para el componente fauna basada en: Ralph *et al.* (1996), Sutherland (2006), SAG (2012), SEA (2015), De la Maza y Bonacic (2013).

4.3. Levantamiento de terreno

4.3.1. Esfuerzo de muestreo y equipo

El levantamiento de información en el área de estudio se hizo mediante la realización de una campaña de terreno en la época de primavera los días 25 y 26 de septiembre del 2022. La campaña contó con un trabajo promedio de 10 horas diarias por persona y participaron 4 profesionales especialistas en herpetofauna, según se observa en Tabla 2; a saber, Francisco Vidal, Ingrid Cisternas, Claudio Reyes, biólogos y Pedro Álvarez; médico veterinario.

Tabla 2. Esfuerzo de muestreo por temporada y campaña.

TEMPORADA	CAMPAÑA	N° DE PROFESIONALES	TIPO DE MUESTREO	ESFUERZO DE MUESTREO (horas/hombre)
Primavera	25 y 26 de septiembre	4	Transectos pedestres (FA-01)	80
Total				80

Fuente: Tebal, 2023.

4.3.2. Estaciones de muestreo

Para analizar el componente fauna se utilizó un muestreo al azar estratificado (Figura 2), el que consiste en establecer estaciones de muestreos ubicadas aleatoriamente (unidades muestrales)

dentro de cada tipo de ambiente que se encuentre en el área de estudio (Martella *et al.*, 2012). Ésta última, fue subdividida en hábitats con características homogéneas con el objeto de aumentar la eficacia y la probabilidad de detectar individuos de especies diferentes. Todos los puntos de muestreo se distribuyeron proporcionalmente al tamaño de cada uno de esos hábitats, con el objeto de que cada punto tenga una probabilidad similar de ser elegido.

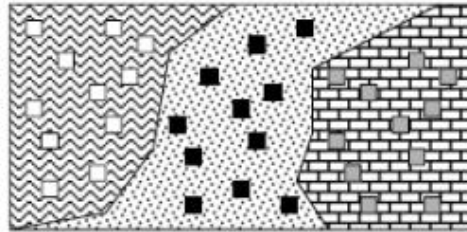


Figura 2. Imagen de referencia del muestreo al azar estratificado

Fuente: Martella *et al.*, 2012.

4.3.3. Metodología para Clase taxonómica Reptiles

Para estimar la abundancia de reptiles, se realizaron transectos (FA-01) de 200 metros de longitud por un ancho de 8 metros siguiendo las recomendaciones de visibilidad de Rabinowitz (2003), SEA (2015) y De la Maza y Bonacic (2013). De este modo se registraron todos los individuos detectados a lo largo del transecto en una libreta de campo. Como complemento se realizó una búsqueda no sistemática en lugares propicios para la presencia de reptiles tales como bajo rocas, troncos, entre la vegetación, etc. Los transectos se realizaron en horario diurno (temprano entre las 9:00 y las 13:00 h y por la tarde entre las 15:00 hasta las 18:00 h) y en áreas con mayor radiación solar, contexto en donde los reptiles alcanzan su mayor grado de actividad producto de la termorregulación (Vidal y Labra, 2008). De manera complementaria se realizó un registro de las evidencias indirectas a lo largo de los transectos como restos de mudas de piel y huellas, las cuales no se incluyeron en los cálculos de abundancia y densidad.

Observaciones puntuales

Durante las campañas, adicionalmente a las estaciones de muestreo definidas, se realizaron observaciones puntuales de reptiles, esto es, observación de reptiles fuera de transecto, pero al interior del área de estudio; estas observaciones se incluyen en la riqueza de fauna presente en el área, pero por su naturaleza no sistemática no permiten definir densidades ni índices de diversidad.

4.4. Análisis de datos

4.4.1. Riqueza, Abundancia, Densidad y Diversidad

- La riqueza específica se entiende como el número total de especies encontradas en un área determinada (Martella *et al.*, 2012).
- La abundancia absoluta, para efectos de la evaluación de proyectos, se refiere al número de individuos contados durante el muestreo, y no representa el total de individuo pertenecientes a una población de un área dada (SEA, 2015).
- La densidad corresponde al número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o volumen, y se considera una aproximación indirecta que permite estimar la abundancia (Martella *et al.*, 2012).

Para el cálculo de la densidad se utilizó el siguiente índice:

$$\text{Densidad (ind/ha)} = \frac{\text{Abundancia absoluta por ambiente}}{\text{Largo} * \text{ancho (m2)} * N^{\circ} \text{ puntos} \div 10.000(\text{m2/ha})}$$

Para determinar densidad poblacional para reptiles se estimó un área de 1600 m² por transecto (calculado en base a una línea recta de 200 m y ancho de 8 m). Los resultados de densidad se expresaron en individuos por hectárea (Figura 3).

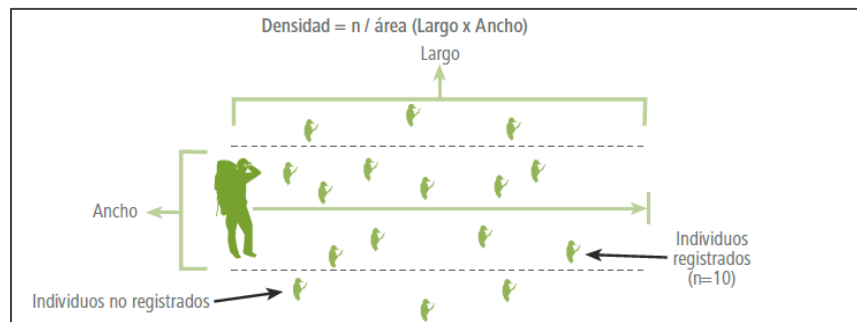


Figura 3. Ilustración del método utilizado para el cálculo de densidad

Fuente: De la Maza y Bonacic, 2013.

Para el cálculo de la diversidad específica se utilizó el Índice de Shannon, el cual se define de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S: Número total de especies.

P_i: Proporción de individuos de una especie respecto al total de individuos.

Este índice permite entender si los ambientes son heterogéneos u homogéneos entre sí con respecto al número de especies obtenido. Valores de H' cercanos a 0 indican que existe solo una especie en la muestra, en cambios valores cercanos al 5 corresponden a ambientes muy ricos en especies (Villarreal *et al.*, 2004). También se puede dar el caso de que valores cercanos al 0 son bastante homogéneos, porque existe claramente una especie dominante. Este índice asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar.

4.4.2. Clasificación de especies

Las especies observadas durante la campaña de terreno se clasificaron según origen, endemismo y categoría de conservación.

Se entiende para este estudio como especies endémicas (E), a aquellas cuyo rango de distribución incluye exclusivamente el territorio nacional. Para su clasificación, se utilizó la información entregada en el inventario generado por el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y la Guía de campo de reptiles de Chile zona central (Mella, 2005) y Reptiles en Chile (Demangel, 2016). Las especies nativas (N) corresponden a especies autóctonas de un territorio, pero que son compartidas con países vecinos y finalmente las especies introducidas (I) son especies cuya distribución no corresponde al territorio nacional.

Para los estados de conservación de las especies se consideran aquellos establecidos por el Reglamento de Clasificación de las Especies Silvestres (RCE) (D.S. N° 75/05 del MINSEGPRES) de la Ley 19.300 y sus modificaciones, mediante los Decretos Supremos: D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09 del MINSEGPRES y D.S. N° 33/11, D.S. N° 41/11, D.S. N° 42/11, D. S. N° 19/2012 D.S. N° 13/2013, D.S. N° 52/14, D.S. N° 38/2015, D.S N° 16/2016, D.S N° 6/2017 del MMA, D.S N° 79/2018 del MMA, D.S N° 23/2019 del MMA, D.S N° 16/2020 del MMA, el D.S N° 44/2021 y aquellas establecidas en el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 05/98 de MINAGRI modificado por D.S N° 53/2004 y D.S N° 65/2015) respetando entre estas clasificaciones el orden de prelación establecido por el Ministerio de Medio Ambiente.

Todas las especies se clasificaron según su origen en: nativas, endémicas o introducidas y según su clasificación como monumento natural por lo establecido en el D.S. N° 02/06 del Ministerio de Agricultura.

4.4.3. Especies registradas v/s especies potenciales

Por su parte, con el objeto de analizar la cantidad de especies registradas versus aquellas potenciales se incluye un análisis de este ítem. En este punto solamente se consideraron especies de origen nativo o endémico.

4.5. Indicador de cumplimiento

En la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) (Res. Ex. N°172/2016 Atacama) del Proyecto se señala como indicador de cumplimiento de la medida la elaboración del documento con las conclusiones de los reportes.

5. RESULTADOS

5.1. Revisión bibliográfica

5.1.1. Contexto regional

La tercera región de Atacama se encuentra entre los 25° 17' y 29° 11' de latitud Sur y los 68° 17' de longitud Oeste y el Océano Pacífico. La capital regional es la ciudad de Copiapó. De acuerdo a mediciones realizadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), esta región cuenta con una superficie de 75.176,2 km², que representa el 9,94% de Chile Americano e Insular.

En ella es posible distinguir cuatro tipos de climas de Oeste a Este: Desértico costero con nubosidad abundante, desértico transicional, desértico frío de montaña y tundra de alta montaña.

Los ríos de mayor importancia son el Copiapó y Huasco, siendo este último el más cercano a el área de estudio (a 13 Km. Aproximadamente).

Se encuentran 13 áreas protegidas en la Región, las cuales en su conjunto representan un 5% del área regional, cifra muy inferior a la tendencia nacional registrada (Squeo et al. 2008).

En particular, el grupo objetivo del presente estudio (Reptiles) se encuentran, en mayor o menor medida, adaptados a las condiciones extremas del desierto de atacama, como lo son aridez y amplios periodos desprovistos de pluviosidad. Lo anterior limita las comunidades faunísticas tanto en diversidad como abundancia.

De las 121 especies de reptiles que habitarían el territorio nacional, Vidal y Labra (2008) y Veloso et al. (1995) mencionan diez especies presentes para la región de Atacama, con cuatro de ellas endémicas, siendo una región con una intensidad de exploración regular.

5.1.2. Especies potenciales

Considerando la ubicación del Proyecto, se estableció un total de 6 especies potenciales para el área de estudio, a partir de las fuentes bibliográficas consultadas. Las especies potenciales consideradas fueron solamente los vertebrados terrestres de origen nativo o endémico. El listado completo se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Especies potenciales en Área de estudio según proyectos presentados en cercanías del proyecto.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN
Squamata	Colubridae	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Endémica
Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Endémica
Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha negra	Endémica
Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	Endémica
Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	Endémica
Squamata	Teiidae	<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana chilena	Endémica
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Garthia gaudichaudii</i>	Salamanqueja del norte chico	Endémica

Fuente: Tebal, 2023.

5.2. Levantamiento pre instalación del Proyecto

5.2.1. Estaciones de muestreo

Se definieron un total de 17 transectos pedestres (T) de 200 metros de longitud por un ancho de 8 metros siguiendo las recomendaciones de visibilidad de Rabinowitz (2003), SEA (2015) y De la Maza y Bonacic (2013), en diferentes sectores del área de intervención que se inserta dentro del cierre perimetral del Proyecto. Estos, se distribuyeron de tal manera de abarcar diferentes áreas, tales como: área con intervención, quebrada con intervención y quebrada sin intervención. Con intervención se entiende las partes del proyecto que requerirán de la modificación del hábitat de reptiles.

De este modo, se registraron todos los individuos detectados a lo largo del transecto en una libreta de campo. Los transectos se realizaron en horario diurno (temprano entre las 9:00 y las 13:00 h y por la tarde entre las 15:00 hasta las 18:00 h), contexto en donde los reptiles alcanzan su mayor grado de actividad producto de la termorregulación (Vidal y Labra, 2008).

Según lo establecido en la “Guía para el reporte de datos de biodiversidad a la SMA (Res. Ex. N°343/2022)” e “Instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental” (Res. Ex. N°223/2015), se reporta el presente levantamiento en Apéndice A.

En la Tabla 4 se informan las coordenadas de las estaciones de muestreo y objetivo, mientras que en la Figura 4 se muestra su ubicación geográfica.

Tabla 4. Estaciones de muestreo de fauna silvestre, sus coordenadas y tipo de ambiente.

ESTACIÓN	METODOLOGÍA	FAUNA OBJETIVO	COORDENADAS (WGS 1984, HUSO 19S)		OBJETIVO
			ESTE	NORTE	
T01	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.645	6.852.177	Quebrada sin intervención
T02	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.497	6.853.018	Quebrada sin intervención
T03	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.748	6.853.692	Quebrada sin intervención
T04	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.692	6.852.576	Área con intervención
T05	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.435	6.852.177	Área con intervención
T06	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.746	6.853.063	Área con intervención
T07	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.337	6.853.429	Área con intervención
T08	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.281	6.854.051	Quebrada con intervención
T09	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	325.712	6.853.445	Quebrada con intervención
T10	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	325.545	6.852.786	Quebrada sin intervención
T11	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	325.826	6.852.309	Quebrada sin intervención
T12	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	325.180	6.852.369	Área con intervención
T13	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.117	6.853.061	Área con intervención
T14	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.161	6.852.507	Área con intervención
T15	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	327.008	6.853.571	Quebrada con intervención
T16	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	326.671	6.854.258	Quebrada sin intervención
T17	Transecto pedestre (FA-01)	Reptiles	325.207	6.852.689	Quebrada sin intervención

Fuente: Tebal, 2023.

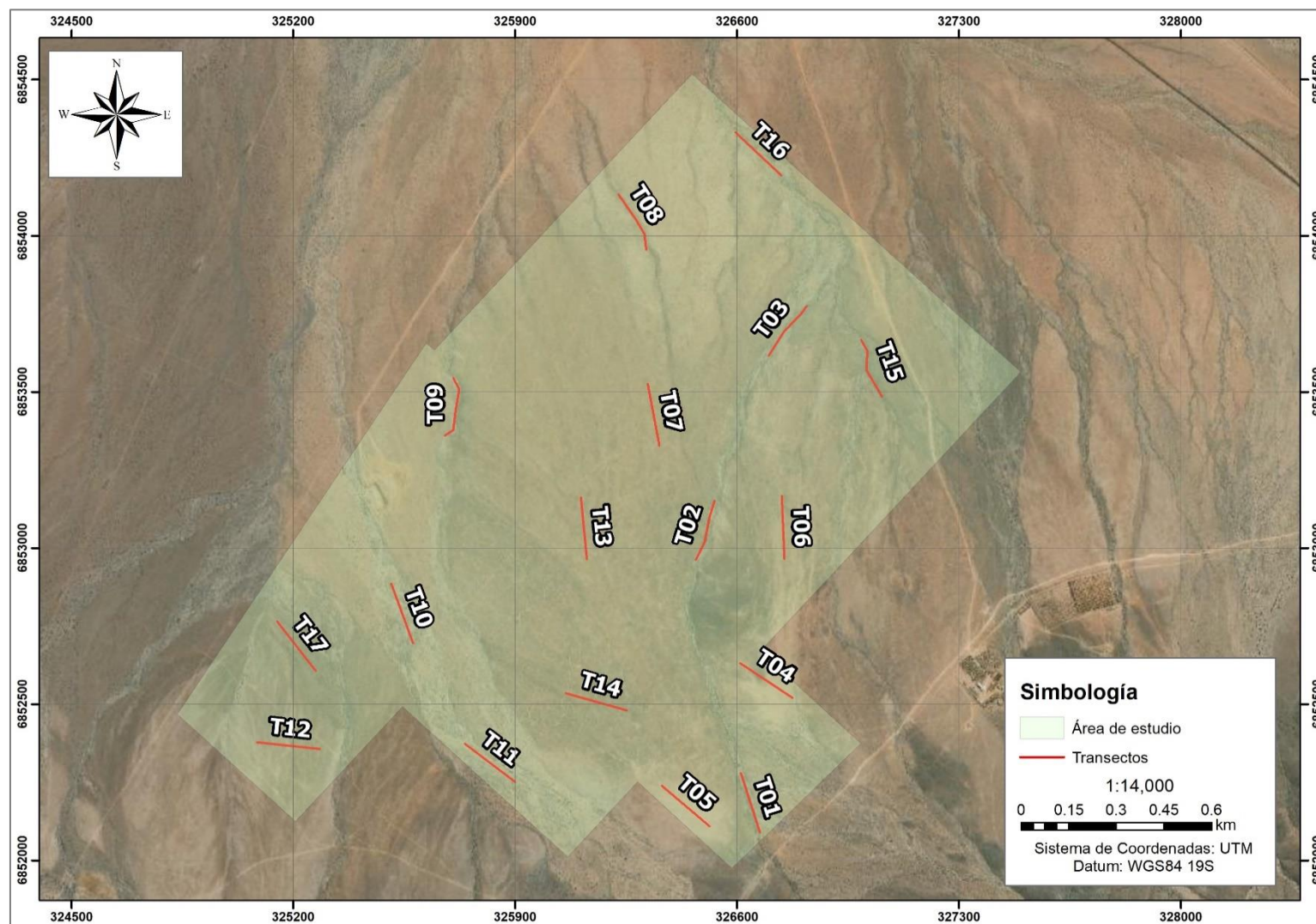


Figura 4. Área de estudio y ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

Fuente: Tebal, 2023.

5.2.2. Reptiles registrados

Durante la campaña de terreno se logró identificar un total de 3 especies de reptiles, distribuidos en 3 familias. Estos corresponden a: *Tachymenis chilensis* (Culebra de cola corta), *Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha negra) y *Callopistes maculatus* (Iguana chilena). Respecto de su origen geográfico, se cuenta con que todas son de origen endémico.

Tabla 5. Taxonomía y origen de los reptiles identificados en el Área de estudio del Proyecto.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN
Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Endémico
Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha negra	Endémico
Squamata	Teiidae	<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana chilena	Endémico

Fuente: Tebal, 2023.



Figura 5. Reptiles identificados dentro del Área de estudio del Proyecto.

Fuente: Colección fotográfica Tebal. a) *Tachymenis chilensis*, b) *Liolaemus nigromaculatus*
c) *Callopistes maculatus*.

5.3. Análisis de datos

5.3.1. Riqueza, Abundancia, Densidad y Diversidad

Durante la campaña de terreno se registró dentro del Área de estudio un total de 3 especies de vertebrados terrestres. Estos corresponden *Tachymenis chilensis*, *Liolaemus nigromaculatus* y *Callopistes maculatus*. En relación con la abundancia, la especie que registró una mayor abundancia fue *Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha negra) con 115 registros y una abundancia relativa de 82,14%, seguido de *Callopistes maculatus* (Iguana Chilena) con 24 registros y una abundancia relativa de 17,14%, y para *Tachymenis chilensis* (Culebra de cola corta) sólo se registró un individuo representando una abundancia relativa de 0,71%.

Respecto a la densidad, la Lagartija de mancha negra presentó la mayor densidad con 42,28 ind/ha, seguido de la Iguana chilena con 8,82 ind/ha y la culebra de cola corta obtuvo una densidad de 0,37 ind/ha.

En relación con la diversidad, se obtuvo un 0,72 en el área de estudio. Siendo un valor relativamente bajo para este parámetro. Este resultado se justifica en que el grupo objetivo del levantamiento de información es acotado a la clase Reptilia, de lo que hubo registro de solamente 3 especies. Además, de estas 3 especies se observó una dominante, factor que reduce el valor del índice de diversidad. Por lo tanto, este valor es relativo, y más que indicar una baja diversidad sirve como base para comparar en la campaña posterior a la construcción del Proyecto.

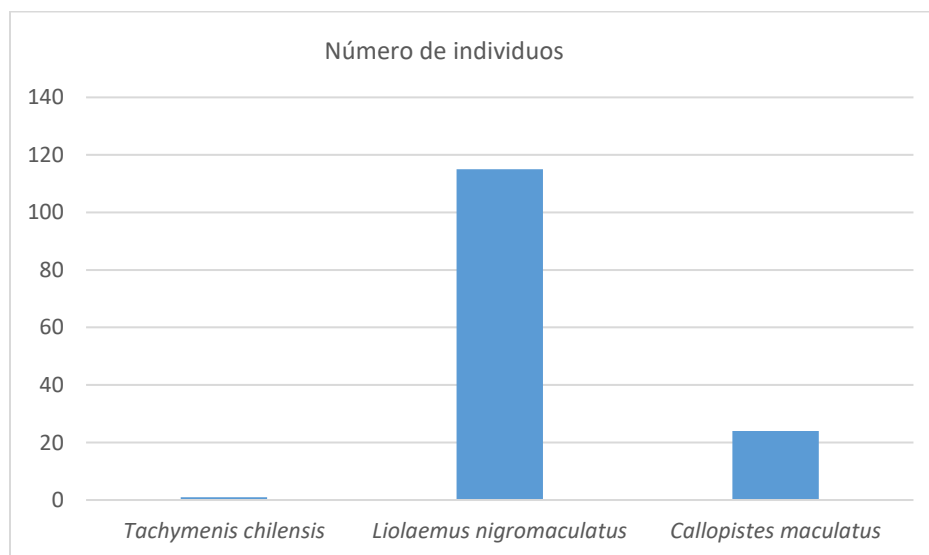


Figura 6. Riqueza y abundancia de especies registradas.

Fuente: Tebal, 2023.

Tabla 6. Abundancia y densidad de las especies registradas en el Área de estudio del Proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	A	D	Abundancia relativa
<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	1,00	0,37	0,71%
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha negra	115,00	42,28	82,14%
<i>Callopiastes maculatus</i>	Iguana chilena	24,00	8,82	17,14%

A: Abundancia absoluta; D: densidad (individuos por hectárea).
Fuente: Tebal, 2023.

Tabla 7. Índice de diversidad de Shannon.

ÍNDICE DE SHANNON	ÁREA DE ESTUDIO
	0,72

Fuente: Tebal, 2023. Valor mínimo: 0. Valor máximo: 5.

5.3.2. Clasificación de especies

En relación con la categoría de conservación de los reptiles identificados en el área de estudio, estos se presentan en la Tabla 8, y corresponden a uno “Preocupación menor” y dos en “Casi amenazadas”

Tabla 8. Categoría de conservación de las especies identificadas en el AI del Proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN	REFERENCIA
REPTILES				
<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Endémico	LC	DS 16/2016 MMA
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha negra	Endémico	NT	DS 16/2016 MMA
<i>Callopiastes maculatus</i>	Iguana chilena	Endémico	NT	DS 16/2016 MMA

Fuente: Tebal, 2023 según el MMA (Ministerio del Medio Ambiente) y la Ley de Caza. LC: Preocupación menor. NT: Casi amenazado.
VU: Vulnerable. RCE: Reglamento de Clasificación de Especies

A continuación, se describen las especies registradas que se encuentran en categoría de amenaza (incluyendo Casi amenazadas):

- *Callopiastes maculatus* (Gravenhorst, 1838) – Iguana chilena (NT):

Reptil endémico, que se distribuye desde Paposo (Región de Antofagasta) hasta Cauquenes (Región del Maule), aunque Tamayo (1991) considera su límite de distribución hasta Codegua (Región de O’Higgins), debido a que sus hábitats hacia el sur han sido eliminados. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2.200 m.s.n.m (Mella, 2005).

Se encuentra principalmente en lugares rocosos con vegetación de matorral (Ortiz, 1981). A lo cual Mella (2005) agrega que esta especie prefiere hábitats terrícolas sobre el rocoso, lo cual es muy

notorio en el sector de Algarrobal (Región de Atacama), donde se desarrolla el fenómeno del desierto florido.

No hay datos acerca de la biología poblacional de la especie. Sin embargo, Fitzgerald & Ortiz (1994) provee algunos datos sobre abundancias relativas de comunidades de reptiles en tres diferentes hábitats en Chile. De acuerdo con esto se establece que al ser un depredador tope sus densidades son bajas.

La especie es más abundante en los hábitats de rocas con matorral alrededor de Caleta Hornos al norte de la Serena, donde Ortiz (1981) reporta una abundancia relativa de 5.68% del total de reptiles de dicha comunidad. En río Clarillo, Mella (2005) indica una frecuencia relativa de 0,7%. En hábitat de arena, como en la costa de Huasco la abundancia es baja a 0.06%, aumentando su abundancia en hábitat de interiores de Huasco (4.47%) (Ortiz, 1981). Fitzgerald & Ortiz (1994) estiman, además, un efecto del “desierto florido” sobre las abundancias de la especie, sin que esto haya sido evaluado.

A la luz de los antecedentes existentes sobre la caza indiscriminada para mascotas que sufrió esta especie entre 1986 y 1992, se podría señalar que existieron bajas en sus densidades poblacionales en aquellas localidades en las cuales la bibliografía indicaba su presencia. En la actualidad, observaciones personales permitirían señalar que las poblaciones de esta especie se están recuperando en aquellas localidades donde quedó un remanente poblacional, no así en aquellas localidades donde se produjo extinciones locales.

- *Lioalemus nigromaculatus* (Wiegmann 1834) – Lagartija de mancha negra (NT):

Endémico de Chile, sólo registrado en la Región de Atacama (Müller & Hellmich 1933b, Ortiz 1981, Pincheira-Donoso & Núñez 2005, Núñez 1992, Troncoso & Ortiz 1987, Troncoso-Palacios & Garín 2013), entre Pan de Azúcar y Llanos de Challe por la costa y entre Copiapó y el norte de Vallenar por el sur.

Propia de los ecosistemas costeros e interiores de los desiertos atacameños. Se le encuentra en biotopos de arenales, ocultándose ágilmente en las dunas en situaciones de peligro. Sus hábitos cavadores se advierten igualmente al ocultarse en cuevas que construye (Pincheira-Donoso & Núñez 2005:398). Con frecuencia, se le observa cerca de arbustos, en la base de los cuales cava una cueva.

No se cuenta con un estudio que evalúe específicamente los riesgos y amenazas que enfrenta esta especie, pero la distribución conocida de la especie incluye varias localidades que se encuentran en o cerca de zonas altamente urbanizadas (Pincheira-Donoso & Núñez 2005, Troncoso-Palacios & Garín 2013). Podría verse afectada por contaminación, animales domésticos, muerte accidental (atropellos) y pérdida de hábitat. Uso de motos sobre dunas y Rally Dakar (E. Riveros, coment. pers.). Amenazada por centrales termoeléctricas (C. Garín, coment. pers.).

5.3.3. Especies Registradas v/s Potenciales

Al comparar el catastro de especies potenciales de reptiles para el área de estudio con los resultados obtenidos en las campañas de terreno se tiene que estos últimos representan el 42,85% de dichas especies potenciales (Figura 7). Cabe destacar que, al igual que para las especies potenciales, en este análisis solamente se consideraron las especies registradas de origen nativo o endémico.

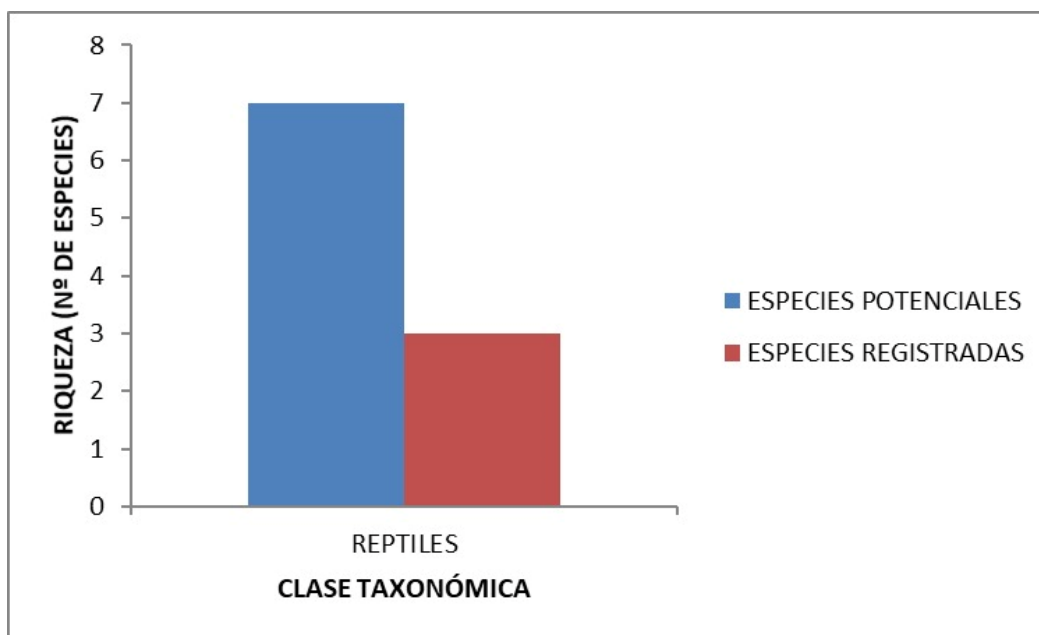


Figura 7. Especies con presencia potencial versus especies registradas en el área de estudio del Proyecto.

Fuente: Tebal, 2023.

5.4. Indicador de cumplimiento

El indicador de cumplimiento corresponde a la elaboración de un informe con sus respectivas conclusiones, aspecto que es presentado a través del actual informe, por lo tanto, se cumple con el indicador de éxito de la medida.

6. DISCUSIÓN

El presente informe da cuenta del estado basal de las poblaciones de reptiles en el área de intervención del Proyecto. En la etapa posterior a la construcción del proyecto se podrá realizar un análisis cualitativo y cuantitativo, evaluando la evolución de los parámetros en el tiempo.

La metodología utilizada para el presente estudio permitió estimar la abundancia y densidad de reptiles, ante lo cual con el siguiente estudio será posible determinar cambios asociados a la operación del Proyecto.

No se presentaron desviaciones en la aplicación de la medida, dado que el primer resultado esperado de la medida corresponde al estudio poblacional antes de la construcción del Proyecto y este informe presenta sus resultados y conclusiones.

7. CONCLUSIONES

Considerando la ubicación del Proyecto, se estableció un total de especies 6 potenciales para el área de estudio a partir de las fuentes bibliográficas consultadas.

Durante la campaña de terreno, pre instalación del proyecto, se registró dentro del área de estudio, -área de intervención-, un total de 3 especies de reptiles distribuidos en 3 familias. Estos corresponden a: *Tachymenis chilensis* (Culebra de cola corta), *Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha negra) y *Callopistes maculatus* (Iguana chilena). Respecto de su origen geográfico, se cuenta con que todas son de origen endémico.

En relación con la abundancia, la especie que registró una mayor abundancia fue *Liolaemus nigromaculatus* (Lagartija de mancha negra) con 115 registros y una abundancia relativa de 82,14%, seguido de *Callopistes maculatus* (Iguana Chilena) con 24 registros y una abundancia relativa de 17,14%, y para *Tachymenis chilensis* (Culebra de cola corta) sólo se registró un individuo representando una abundancia relativa de 0,71%.

Respecto a la densidad, la Lagartija de mancha negra presentó la mayor densidad con 42,28 ind/ha, seguido de la Iguana Chilena con 8,82 ind/ha y la culebra de cola corta obtuvo una densidad de 0,37 ind/ha.

Al comparar el catastro de especies potenciales para el área de intervención con los resultados obtenidos en las campañas de terreno, se tiene que estos últimos representan el 42,85% de dichas especies potenciales.

Las categorías de conservación en las que se encuentran las 3 especies identificadas durante la campaña de terreno corresponden a 1 "Preocupación menor" y 2 "Casi amenazadas".

En relación con la diversidad, se obtuvo un 0,72 en el área de estudio, siendo un valor relativamente bajo para este parámetro. Este resultado se justifica en que el grupo objetivo del levantamiento de información es acotado a la clase Reptilia, de lo que hubo registro de solamente 3 especies. Además, de estas 3 especies se observó una dominante (*L. nigromaculatus*), factor que reduce el valor del índice de diversidad. Por lo tanto, este valor es relativo, y más que indicar una baja diversidad sirve como base para comparar en la campaña posterior a la construcción del Proyecto.

La información levantada en terreno y analizada en el presente informe es relevante de las especies objetivo, y sería información clara y concisa que podría utilizarse para futuros planes de conservación de los reptiles estudiados.

8. BIBLIOGRAFÍA

Chester, C. 2016. Flora y fauna de Chile: guía de identificación. Lynx Edicions. 390 pp.

De la Maza M. & C. Bonacic (Eds.). 2013. Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 194pp.

Decreto Supremo Nº 05/1998. Reglamento de la Ley de Caza. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

Decreto Supremo Nº 151/2007. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile.

Decreto Supremo Nº 33/2012. Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de las especies según su estado de conservación. Ministerio de Medio Ambiente, Santiago, Chile.

Decreto Supremo Nº 50/2008. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de las especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile.

Demangel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones. 619 pp.

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Universidad de Chile. 458 pp.

Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A., Rabanal, F., Díaz, S. y C. Tala. 2013. Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago. 104 pp.

Martella, M., Trumper, E., Bellis, M., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y R. Gleiser. 2012. Manual de ecología poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Raduca (Biología) 5(1):1-31.

Mella J.E. 2005. Guía de campo. Reptiles de Chile, Zona Central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. Chile. 147 pp.

Mella J.E. 2017. Guía de campo. Reptiles de Chile. Tomo 2: Zona norte.

Ortiz-Zapata, J. 1980. Revisión taxonómica del género *Tropidurus* en Chile: Reunión iberoam. Zool. Vertebr 1: 355-377.

Pincheira-Donoso y Núñez. 2005. "Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae): Taxonomía, Sistemática y evolución". Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia natural, Chile Nº 59: 7-486.

Rabinowitz, A. 2003. Manual de capacitación para la investigación de campo y la conservación de la vida silvestre. Wildlife Conservation Society, USA. Editorial FAN, Bolivia. 327 pp.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2012. Documento General Guía para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre D-PR-GA-009. 50 pp.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2012. Guía de evaluación ambiental: Componente fauna silvestre DPR-GA-03.22p.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).2015. Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Ministerio de medio ambiente, Santiago, Chile. 96 pp.

Squeo, F., Letelier L., Estévez R., Cavieres, L., Mihoc, M., López, D. & Arancio, G. (2008) Definición de los sitios prioritarios para conservación de la flora nativa de la Región de Atacama. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds) Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama: 137-163. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile

Sutherland, W. J. (Ed.). 2006. Ecological census techniques: a handbook. Cambridge University Press. 432 pp.

Vidal, M.A. y A. Labra. (Eds.) 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlag, Santiago, Chile. 593 pp.