

**INFORME ANUAL N°1 DE MOVIMIENTO DE GUANACOS
“SEGUIMIENTO CON DISPOSITIVOS GPS A EJEMPLARES DE
LAMA GUANICOE (MCFAU2-B)”**

**JUNIO 2023 – JULIO 2024
RES. EX. N°172/2016: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TAMARICO**



Elaborado por



 GESTIÓN - MEDIOAMBIENTE	INFORME	TEBAL-DOC-032
		VER 01
		Julio 2022
AREA: GERENCIA ESTUDIOS	RESPONSABLE: GERENTE GENERAL	FECHA ACTUALIZACION: 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

INFORME ANUAL 1 "SEGUIMIENTO CON DISPOSITIVOS GPS A EJEMPLARES DE <i>Lama guanicoe</i> (MCFAU2-B)"								
Versión	Elaboración y fecha	Firma	Revisión y Fecha	Firma	Aprobación TEBAL y Fecha	Firma	Aprobación Cliente y Fecha	Firma
B	BG 15.07.2024		SM 15.07.2024		SM 06.08.2024		-	-
C	BG 29.09.2024		SM 29.09.2024		SM 07.12.2024		MA 10-12-2025	
D	BG 29.09.2024		SM 16.12.2024		SM 30.12.2024		MA 2-1-2025	

CONTENIDO

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo general.....	7
2.2 Objetivo específico	7
3. ALCANCE.....	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Lugar de implementación.....	8
4.1.1 Área de estudio	8
4.2 Forma de implementación.....	9
4.3 Campañas realizadas.....	9
4.4 Equipo profesional	12
4.5 Materiales y equipos	12
4.6 Metodología específica	13
4.6.1 Población de guanacos	13
4.6.2 Captura de los animales	14
4.6.3 Seguimiento y análisis de movimiento.....	15
4.7 Telemetría satelital.....	16
4.8 Informes	16
5. OPORTUNIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.....	17
6. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO.....	17
7. MEDIO DE VERIFICACIÓN.....	17
8. RESULTADOS.....	18
8.1 Captura y localizaciones	18
8.2 Rutas de movimiento	21
8.3 Área de ocupación individual	23
8.4 Análisis de muestras.....	31

9. DISCUSIÓN	32
10. CONCLUSIONES	33
11. REFERENCIAS	34
12. APÉNDICES.....	36
12.1 Apéndice A. Registro satelital de ejemplares capturados (adjunto en archivos *.xls)	36
12.2 Apéndice B. Reportabilidad en estándar Darwin Core (adjunto en archivos *.xls)	36
12.3 Apéndice C. Considerando 7 de la Res. Ex. N°172 de la Comisión Evaluación Ambiental Atacama, Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.	36
12.4 Apéndice D. Autorizaciones de Captura de Mamífero con Fines de Investigación (Proyecto con Resolución de Calificación Ambiental (RCA))	37
12.4.1 A.2 Resolución Exenta N°69/2023 SAG	37
12.4.2 A.3 Resolución Exenta N°617/2023 SAG	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Campañas realizadas según resolución de captura en periodo año 1 de implementación.	9
.....
Tabla 4-2. Equipo de profesionales por campaña realizada	12
Tabla 4-3. Equipo elaboración de informe	12
Tabla 4-4. Materiales utilizados en campañas de captura.....	12
Tabla 8-1. Fechas de inicio y fin del registro y número de puntos considerados en el análisis.....	18
Tabla 8-2. Distancias totales recorridas y promedio recorrido por día.	21
Tabla 8-3. Superficies total y estacional, y solapamiento de áreas entre estaciones consecutivas por individuo.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Área de captura (Resuelvo N°2 Res. Ex. N°69/2023, Copiapó y Res. Ex. N°617/2023 SAG).	8
.....
Figura 8-1. Localizaciones GPS cada una hora de los guanacos 054370 y 054373 con relación al área de captura.	19

Figura 8-2. Localización GPS cada una hora del guanaco 054370 entre junio de 2023 y mayo de 2024.	20
Figura 8-3. Localización GPS cada una hora del guanaco 054373 entre septiembre de 2023 y mayo de 2024.....	21
Figura 8-4. Trayectoria entre localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054370.	22
Figura 8-5. Trayectoria entre localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054373.	23
Figura 8-6. Mínimo Polígono Convexo mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054370.....	25
Figura 8-7. Mínimo Polígono Convexo mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054373.....	26
Figura 8-8. Mínimo Polígono Convexo estacional mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054370.....	27
Figura 8-9. Mínimo Polígono Convexo estacional mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054373.....	28
Figura 8-10. Áreas de BBMM total mostrando áreas de intensidad de uso en base a las localizaciones cada una hora del guanaco 054370.	29
Figura 8-11. Áreas de BBMM total mostrando áreas de intensidad de uso en base a las localizaciones cada una hora del guanaco 054373.	30

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ejemplar capturado y bajo seguimiento con collar GPS N°054370.....	10
Fotografía 2. Ejemplar capturado y bajo seguimiento con collar GPS N°054373.....	11

RESUMEN

En el marco de la implementación de medidas ambientales asociado al proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico, de Res. Ex. N°172/2016 CE Atacama, en fase construcción; para la medida de compensación “MCFau2-b Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*”, se reporta el informe anual (estacionalidad completa), con la información de rango de hogar y desplazamiento, entregada por el equipo de telemetría satelital (collar satelital tipo GPS) instalado en los dos ejemplares de la especie *Lama guanicoe* identificados bajo los collares GPS N°054370 y N°054373.

Los ejemplares fueron capturados y marcados durante cuatro campañas autorizadas bajo Res. Ex. N°69/2023 SAG y Res. Ex. N°617/2023 SAG, con los investigadores científicos a cargo, Benito González, ingeniero agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile, Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile; y Hugo Castillo, médico veterinario, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Perú, Máster en Biología Aplicada por la Universidad de Liège, Bélgica, con estudios de maestría y doctorado en sanidad animal en la UNMSM. Sumado a un equipo profesional multidisciplinario que incluyó dos darderos autorizados, tres médicos veterinarios y asistentes del área biológica, sumando alrededor de 126 horas de trabajo; logrando el seguimiento de 178 ejemplares de guanaco y 68 intentos de disparo con acercamiento de 30 hasta 50 metros de distancia, bajo condiciones de viento y fuga.

El ejemplar 054370 marcado el 15 de junio de 2023 tuvo un mayor número de localizaciones para los análisis (2.728 localizaciones) que el ejemplar 054373, el que fue capturado el 2 de septiembre del mismo año (2.064 localizaciones).

Los guanacos capturados muestran conductas idiosincráticas respecto de su movimiento, sin embargo, ellos poseen ámbitos de hogar bajo en superficie a lo largo del año (~ 90 a ~ 190 km 2), con niveles de desplazamiento bajo (~ 3 a ~ 4 km/día), un solapamiento entre estaciones variable (~ 10 a $\sim 80\%$) lo cual indican que los animales fueron sedentarios durante el período de seguimiento.

Pese a encontrarse dentro del área de captura informado al SAG, los guanacos marcados no tienen contacto con el área del proyecto Tamarico, al estar emplazados al sur del río Huasco. El río Huasco sería una barrera física y geográfica al desplazamiento de los guanacos en el eje norte-sur.

El bajo éxito de captura estaría relacionado a factores ambientales, como la depredación por perros y caza furtiva que hace que los animales en general tengan distancias de huida amplios, esto unido a que probablemente la población local esté en declinación por estos factores, lo cual debería ser profundizado para informar a la autoridad.

Solo en áreas de propiedad privada (actualmente Agrosuper) posee las condiciones apropiadas para seguir realizando intentos de captura, dentro del cual podrían capturarse alrededor de dos o tres ejemplares más siguiendo el mismo método de seguimiento y disparo.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con 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 “Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*” (MCFau2-b), de la componente Fauna, según se indica en Res. Ex. N°172 de 2016 en su numeral 7.2 Fauna y asociada al Anexo 6 de la Adenda Complementaria al EIA, con primer informe anual de movimiento (estacionalidad completa), con la información de rango de hogar y desplazamiento, entregada por el equipo de telemetría satelital (collar satelital tipo GPS) instalado en los ejemplares marcados.

El proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante “Proyecto”) 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 Secccionadora Tamarico-Caserones 220 kV) que forma parte del Proyecto, la cual seccionará un circuito de la LAT existente 2x220kV Maitencillo-Caserones, lugar donde se injectará la energía al Sistema Interconectado Central (SIC) que posteriormente se denominó Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

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.

Para finalizar, en diciembre de 2023, se presentó el documento denominado “Adecuaciones parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, a través de una consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2023-19659) mediante la Resolución Exenta N°202319659 del 20/03/2024 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

El guanaco, *Lama guanicoe*, es el artiodáctilo más grande que habita Sudamérica con más de un millón de individuos (Franklin, 1982; González et al. 2006; González y Acebes, 2016). Su distribución se encuentra fragmentada, abarcando Perú, Bolivia, Paraguay, donde está clasificado en Peligro en cada uno de estos países; mientras que en Argentina se encuentra “potencialmente Vulnerable”. En Chile está clasificado como “Vulnerable” en la zona norte y centro, y de “Preocupación Menor” en la zona Austral (Decreto 33 MMA, 2012), mientras que, a menor escala, en la región de Atacama, se encuentra en Peligro de Extinción (Glade, 1988).

La flexibilidad social y sus hábitos alimenticios a nivel de especie, junto con una serie adaptaciones locales y especializadas (González et. al, 2013; León et al. 2024), lo hacen un animal apto para habitar tanto zonas desérticas, de alta montaña, estepáricas y de matorral, como también algunas zonas boscosas del extremo austral de Sudamérica (González et al., 2006). Pese a esta diversidad de ecosistemas donde el guanaco vive, su abundancia y distribución es heterogénea, siendo las poblaciones de ambientes áridos, los que presentan mayores problemas de conservación, debido principalmente a la baja productividad natural del ambiente, extracción de leña, caza ilegal, la competencia con ganado, el aislamiento y posible entrecruzamiento con la llama, y más recientemente la muerte por sarna y ataque de perros (Cunazza et al., 1995; Franklin et al., 1997; González et al., 2006; González 2010). Esta sería la situación en la cual estarían las poblaciones que habitan desde la región de Arica y Parinacota, hasta la región de Atacama.

El Parque Fotovoltaico Tamarico, de 345,36 ha aproximadas, se encuentra localizado en un hábitat actualmente marginal para el guanaco (González et al., 2013), el cual corresponde a una zona de transición entre las poblaciones costeras, representadas principalmente por la existente en el Parque Nacional Llanos de Challe, y las del interior, viviendo en un ambiente de serranías y montañas. Estas últimas, son poblaciones reducidas y aisladas producto de la actividad humana.

Con motivo de la implementación de la medida de compensación del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico sobre las poblaciones de guanaco (*Lama guanicoe*), de la RCA N° 172/2016, se ejecutaron tres campañas autorizadas bajo Res. Ex. N°69/2023 SAG y una adicional autorizada por Res. Ex. N°617/2023 SAG, con los investigadores científicos a cargo, Benito González, ingeniero agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile, Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile; y Hugo Castillo, médico veterinario, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Perú, Máster en Biología Aplicada por la Universidad de Liège, Bélgica, con estudios de maestría y doctorado en sanidad animal en la UNMSM.

Las campañas se ejecutaron con un equipo profesional multidisciplinario que incluyó darderos autorizados, médicos veterinarios y asistentes del área biológica, sumando alrededor de 126 horas

de trabajo; logrando el seguimiento de 178 ejemplares de guanaco y 68 intentos de disparo con acercamiento de 30 hasta 50 metros de distancia, bajo condiciones de viento y fuga.

El método de captura consistió en el seguimiento terrestre (pie y camioneta) para proyectar dardos (DaninjectMR) de 3 ml con agujas con muesca (1,5 x 38 mm, DaninjectMR) desde un rifle JMS25 DaninjectMR, con un cañón de 11 mm. Para la inmovilización química de los guanacos se utilizó la combinación del sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20XMR 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) y del anestésico disociativo Ketamina hydrochloride (KetamilMR 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia). La dosis preparada para un animal adulto de 100 kg fue 0,6 ml de Medised20XMR y 2,4 ml de KetamilMR.

Durante la implementación se logró la colocación de collar GPS (ATS/Iridium GPS Collar) en 2 (dos) ejemplares de *Lama guanicoe*, en adelante guanaco, identificados bajo los collares GPS N°054370 y N°054373.

Según lo anterior, el presente documento entrega resultados del movimiento de los guanacos capturados mediante el reporte de las ubicaciones de los animales, las trayectorias realizadas y las áreas importantes de ocupación a escala de individuos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Reportar la implementación de la medida ambiental de compensación MCFau2-b “Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*”, en el marco de la Res. Ex. N°172/2016 Atacama, del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico, según Anexo 6 de la adenda complementaria al EIA.

2.2 Objetivo específico

Establecer el ámbito de hogar de los ejemplares de guanacos marcados con collares GPS y conocer su rango de distribución, a través del uso de la telemetría satelital.

3. ALCANCE

El presente documento corresponde al informe anual (estacionalidad completa), con la información de rango de hogar y desplazamiento, entregada por el equipo de telemetría satelital (collar satelital tipo GPS) instalado en los dos ejemplares de la especie *Lama guanicoe* identificados bajo los collares GPS N°054370 y N°054373, en el marco de la implementación de la medida de compensación MCFau2-b “Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*”, asociado al Parque Solar Fotovoltaico Tamarico de Res. Ex. N°172/2016 CE Atacama, en fase de construcción.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar de implementación

Sectores cercanos al Parque Solar Fotovoltaico Tamarico donde se ha detectado presencia de guanacos.

4.1.1 Área de estudio

El área corresponde a una superficie total de 2.100 km² el cual se ubica en las comunas de Freirina y Vallenar. El territorio comprende zonas ubicadas tanto al norte como al sur del río Huasco (Figura 1). Estas incluyen la Subcuenca Quebrada Chacritas, Subcuenca Río Huasco entre Quebrada El Jilguero y Quebrada Maitencillo, y la Subcuenca Río Huasco entre Quebrada Maitencillo Bajo y Bajo Quebrada Tórtolas.



Figura 4-1. Área de captura (Resuelvo N°2 Res. Ex. N°69/2023, Copiapó y Res. Ex. N°617/2023 SAG).

Fuente: Tebal, 2023.

4.2 Forma de implementación

Según Res. Ex. N°172 de 2016 del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico; la captura se realizó mediante seguimiento terrestre, desde donde se proyectaron dardos con agujas desde un rifle. Para la inmovilización química de los guanacos se utilizó una combinación de sedantes y analgésicos. Una vez sedado el ejemplar, se procedió a sacar muestras de sangre y otros exámenes (ver Anexo 6 de Adenda Complementaria) además de la instalación del collar.

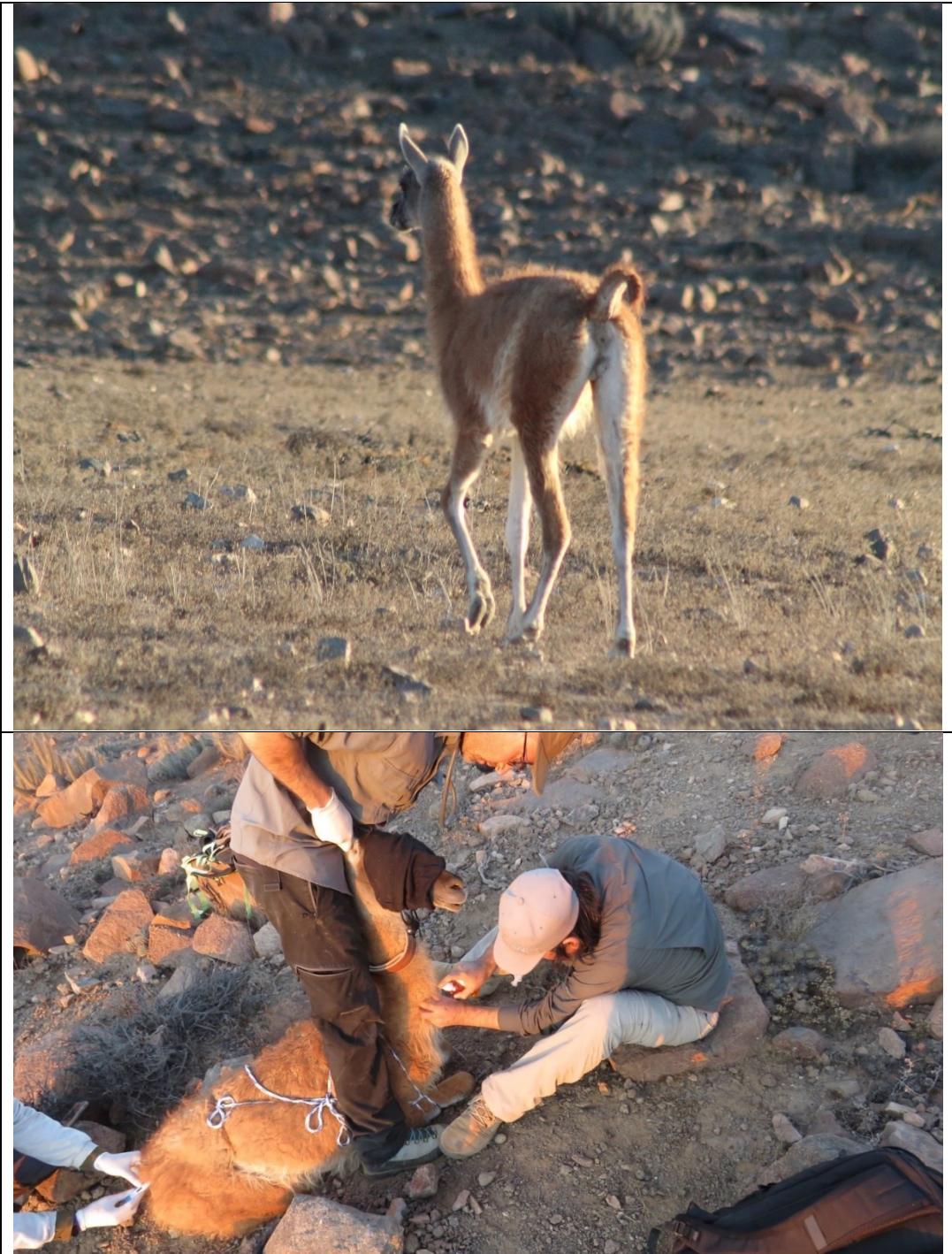
La metodología implementada atendió a lo expuesto en Anexo 6 Plan de Medidas de Mitigación de Compensación de Impactos sobre *Lama guanicoe* y *Pseudalopex griseus* “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, para su objetivo específico 4.4.2 y acápite 4.4 Instalación de collares satelitales tipo GPS.

4.3 Campañas realizadas

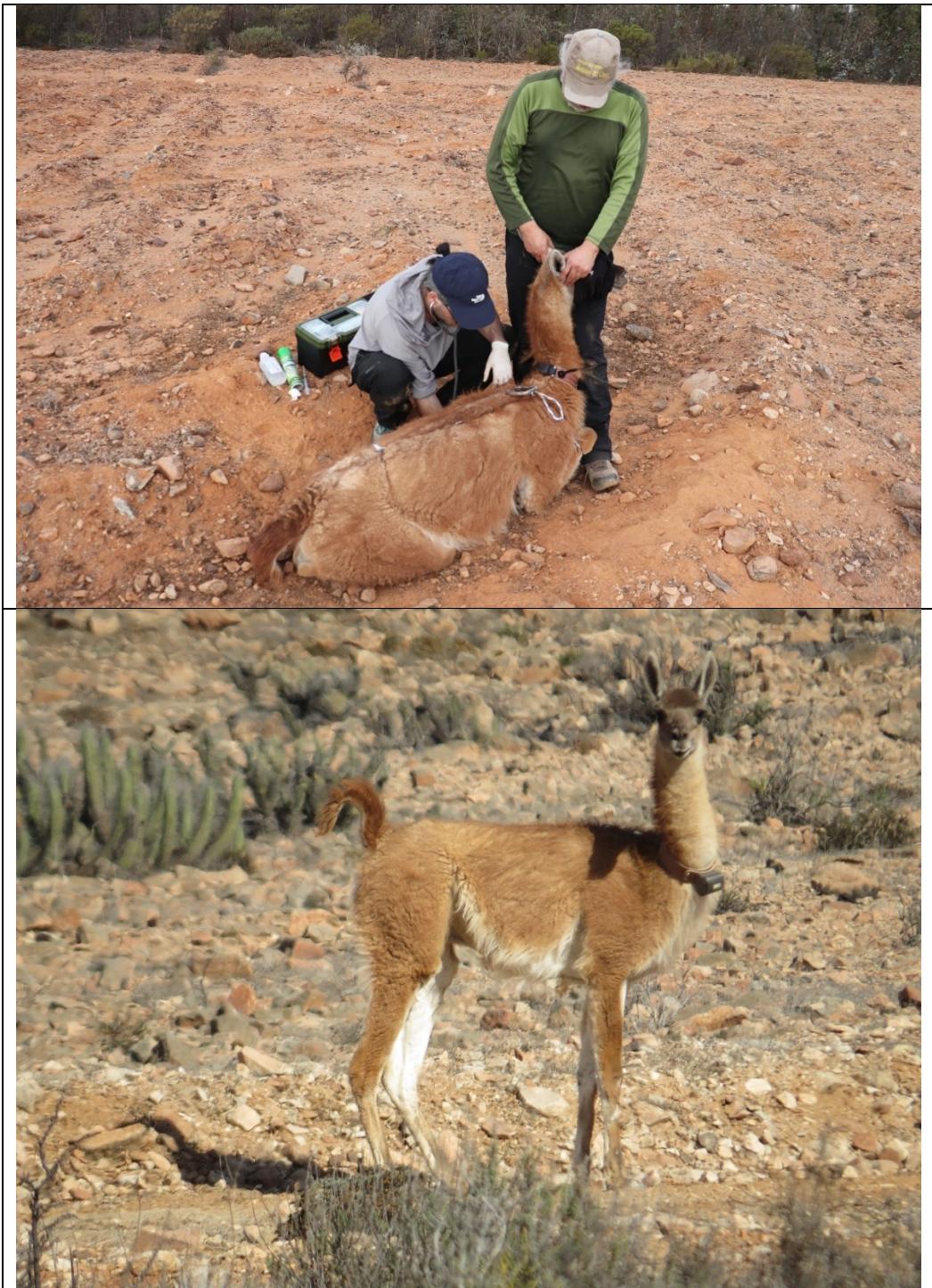
El resumen de campañas realizadas durante el periodo informado se presenta en Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Campañas realizadas según resolución de captura en periodo año 1 de implementación.

Resolución	Campaña	Fecha	Intentos Dardeo	Número Captura	N ° Collar GPS
Res. Ex. N°69/2023 SAG 30/01/2023 Copiapó	1	12 al 16 de junio 2023	11	1	054370
Res. Ex. N°69/2023 SAG 30/01/2023 Copiapó	2	24 al 30 de julio de 2023	23	0	-
Res. Ex. N°69/2023 SAG 30/01/2023 Copiapó	3	2 al 6 de septiembre 2023	12	1	054373
Res. Ex. N°617/2023 SAG 25/08/2023 Copiapó	4	24 al 30 de septiembre de 2023	18	0	-



Fotografía 1. Ejemplar capturado y bajo seguimiento con collar GPS N°054370.



Fotografía 2. Ejemplar capturado y bajo seguimiento con collar GPS N°054373.

4.4 Equipo profesional

El resumen de profesionales participantes en las campañas se presenta en Tabla 4-2.

Tabla 4-2. Equipo de profesionales por campaña realizada

Campaña	Especialista	Profesión
1	Benito González	Ingeniero Agrónomo
	Hugo Castillo Doloriert	Médico Veterinario
	Rita Zamorano	Médico Veterinario
	Daniel Valencia	Médico Veterinario
	Francisco Zamorano	Biólogo
	Matías Yocelevzky	Licenciado Ciencias Forestales
	Susan Márquez	Ingeniero forestal
2	Benito A. González	Ingeniero Agrónomo
	Hugo Castillo Doloriert	Médico Veterinario
	Rita Zamorano	Médico Veterinario
	Daniel Valencia	Médico Veterinario
	Víctor Valdivia	Licenciado Ciencias Forestales
3	Benito A. González	Ingeniero Agrónomo
	Daniel Valencia	Médico Veterinario
	Víctor Valdivia	Licenciado Ciencias Forestales
	Susan Márquez	Ingeniero forestal
4	Hugo Castillo Doloriert	Médico Veterinario
	Rita Zamorano	Médico Veterinaria
	Víctor Valdivia	Licenciado Ciencias Forestales

El equipo de elaboración en informe anual, del periodo reportado, se presenta en Tabla 4-3.

Tabla 4-3. Equipo elaboración de informe

Informe	Especialista	Profesión
Anual 1	Benito González	Ingeniero Agrónomo
	Denise S. Donoso	Médico Veterinario

4.5 Materiales y equipos

Los materiales utilizados se observan en Tabla 4-4.

Tabla 4-4. Materiales utilizados en campañas de captura.

Campaña	Materiales
Campaña 1	02 camionetas 4x4 20 dardos Daninjetc ^{MR} 20 agujas con muesca (1,5 x 38 mm, Daninjetc ^{MR}) 02 rifles JMS25 Daninjetc ^{MR} Sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20X ^{MR} 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) Ketamina hydrochloride (Ketamil ^{MR} 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia)

Campaña	Materiales
	Botiquín de insumos veterinarios Collar GPS ATS G5 2D
Campaña 2	02 camionetas 4x4 20 Dardos Daninject ^{MR} 20 agujas con muesca (1,5 x 38 mm, Daninject ^{MR}) 02 rifles JMS25 Daninject ^{MR} Sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20X ^{MR} 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) Ketamina hydrochloride (Ketamil ^{MR} 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia) Botiquín de insumos veterinarios Collar GPS ATS G5 2D
Campaña 3	01 camionetas 4x4 20 Dardos Daninject ^{MR} 20 agujas con muesca (1,5 x 38 mm, Daninject ^{MR}) 01 rifle JMS25 Daninject ^{MR} Sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20X ^{MR} 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) Ketamina hydrochloride (Ketamil ^{MR} 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia) Botiquín de insumos veterinarios Collar GPS ATS G5 2D
Campaña 4	01 camionetas 4x4 20 Dardos Daninject ^{MR} 20 agujas con muesca (1,5 x 38 mm, Daninject ^{MR}) 01 rifle JMS25 Daninject ^{MR} sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20X ^{MR} 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) Ketamina hydrochloride (Ketamil ^{MR} 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia) Botiquín de insumos veterinarios Collar GPS ATS G5 2D

4.6 Metodología específica

4.6.1 Población de guanacos

La población contabilizada de guanacos registrada luego de 3 monitoreos que se realizaron estacionalmente (noviembre-primavera de 2022, febrero-verano 2023, agosto-invierno 2023) mediante recorridos vehiculares por caminos públicos del área, fue de 106, 118 y 136 animales de la especie *Lama guanicoe*, respectivamente.

4.6.2 Captura de los animales

La captura se realizó mediante seguimiento terrestre (pie y camioneta) para proyectar dardos (DaninjectMR) de 3 ml con agujas con muesca (1,5 x 38 mm, DaninjectMR) desde un rifle JMSP25 DaninjectMR un cañón de 11 mm.

Para la inmovilización química de los guanacos se utilizó la combinación del sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20XMR 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) y del anestésico disociativo Ketamina hydrochloride (KetamilMR 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia). La dosis preparada para un animal adulto de 100 kg fue 0,6 ml de Medised20XMR y 2,4 ml de KetamilMR.

Las actividades realizadas antes y después del disparo de los dardos fueron:

- a. Localización de grupos de guanaco.
- b. Acercamiento y selección del animal.
- c. Acercamiento a una distancia aproximada de 30-35 m para proceder al disparo.
- d. Disparo del dardo a la musculatura de la zona posterior del animal (piernas).
- e. Cuando el dardo era certero, se esperaba a que el animal mostrara signos de sedación y posterior caída.

Como medida de seguridad, una vez caído el animal, el personal procedió a inmovilizar físicamente al ejemplar de guanaco, lo cual consistió en:

- a. Sujeción de ambas orejas.
- b. Colocación de una caperuza para cubrir los ojos.
- c. Amarre del animal con cuerdas.

Con el guanaco ya contenido físicamente, se procedió a realizar las siguientes actividades:

- a. Confirmación del sexo (macho / hembra) y edad del animal (juvenil / adulto).
- b. Extracción del dardo y aplicación de desinfectante (Larvispray^{MR})
- c. Ajuste del collar GPS ATS G5 2D.
- d. Registro de variables fisiológicas: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal cada 5-10 minutos.
- e. Muestreo de sangre con tubos al vacío Vacutainer^{MR} con anticoagulante (EDTA) para estudios de Diversidad Genética, y sin anticoagulante para estudios de detección serológica de enfermedades.
- f. Muestreo de fibra desde la zona costal (mitad de la última costilla), extrayendo aproximadamente 10 cm².
- g. Mediciones corporales (Ver reportes previos).
- h. Aplicación de 1,5 ml del antagonista Atipamezole hydrochloride (Atimil^{MR} 20 mg/ml, frasco

de 10 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México), que revierte los efectos de la Medetomidine hydrochloride.

- i. Liberación del animal extrayendo las amarras y la caperuza.
- j. Seguimiento visual hasta la total recuperación del animal de los efectos de los sedantes.

4.6.3 Seguimiento y análisis de movimiento

El análisis de movimiento y ámbito de hogar individual se obtuvo a partir de información descargada mediante tecnología Iridium desde collares GPS. Los collares fueron instalados en los animales que se capturaron sin un diseño preestablecido, es decir, no se seleccionó a priori el tipo de animal, sólo que tuviese un tamaño y condición corporal apropiado para el efecto de los fármacos (drogas) preparadas en los dardos. Los collares fueron programados para registrar una señal cada una hora, los cuales posteriormente se descargan desde la página web de la empresa que presta el servicio (<https://atsidaq.net/login.aspx>). La información puede ser descargada en formato KMZ, excel o txt y cuenta con las coordenadas Latitud Longitud del individuo en el tiempo.

Lo anterior permite tener información sobre la ubicación del ejemplar con una alta frecuencia. Como una forma de tener información para poder contrastar con estudios tradicionales (p.e. observacional o utilizando telemetría VHF), se utilizó el método del Mínimo Polígono Convexo para obtener el ámbito de hogar (Powel, 2000; Powel et al., 2012). Este consiste en generar un polígono con los puntos externos de tal forma de obtener una forma geométrica convexa, la cual no considera la estructura interna de las localizaciones para el cálculo. Un segundo análisis, y considerando que los datos están autocorrelacionados espacial y temporalmente, es decir, la ubicación de un animal en un momento dado depende de dónde estuvo en el momento inmediatamente anterior, es que se aplicó para el análisis los modelos de movimiento de Puentes Brownianos (BBMM¹), lo cual permite trabajar con este tipo de datos y se focaliza más en el análisis del trayecto entre las localizaciones en vez de analizar la ubicación puntual del individuo. Esto es un cambio de paradigma respecto al análisis de movimiento ya que trabaja sobre probabilidades de potenciales rutas entre localizaciones (Sawyer et al., 2009). El BBMM es un modelo estocástico de movimiento continuo en el tiempo donde la probabilidad de permanecer en un área está condicionada por la distancia y el tiempo transcurrido entre ubicaciones consecutivas, el error de ubicación, y el estimado de la movilidad del animal (Horne et al. 2009). Por ello el modelo permite estimar una Distribución de Uso, por lo que es posible agrupar en categorías de uso del espacio en base al raster² que se genera:

- a. Aquellas que reúnen el 99% de área de uso o de movimiento, es decir, considera aquellas que contienen desde una alta a una baja intensidad de uso, pero que en conjunto generan áreas

¹ BBMM, por su sigla en inglés, *Brownian Bridge Movement Models*.

² Referido a una imagen raster, una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, en este caso, la ubicación del guanaco; y que se representa espacialmente mediante un Sistema de Información Geográfico (SIG).

continuas en el territorio, reflejando el desplazamiento de los individuos sobre el territorio. En el informe será abreviada como “99% BBMM”.

b. Aquellas que reúnen al 95% de área de uso o de movimiento, dejando fuera aquellas zonas que tendrían un muy bajo uso o serían poco probables que los animales los realizaran. En el informe será abreviada como “95% BBMM”.

c. Finalmente, aquellas que reúnen el 50% de área de uso o de movimiento y que son más probables que los animales los hayan ocupado, es decir, contiene áreas que, teóricamente están siendo usadas intensamente por los animales, dejando fuera al 50% del resto. Esta categoría ha sido interpretada como aquella área de utilización intensiva donde los animales permanecen mucho tiempo (Sawyer et al. 2009), e incluye una nube de localizaciones muy concentradas en el espacio (y, por ende, muy cercanas temporalmente) y se muestra de forma parchosa en el territorio. En el informe será abreviada como “50% BBMM”.

En resumen, se generaron modelos BBMM para cada individuo considerando el 50%, 95% y 99% (50% BBMM, 95% BBMM, 99% BBMM, respectivamente) de las potenciales áreas ocupadas por la modelación, siendo el 50% aquellas rutas y áreas intensamente usadas, mientras que el 99% incluye también aquellas rutas usadas esporádicamente. El análisis se realizó utilizando RStudio. Para realizar la visualización del ámbito de hogar estacional.

4.7 Telemetría satelital

El rango de hogar individual fue calculado a partir de la información que entregaron los equipos de telemetría satelital (Collar satelital tipo GPS) instalados en los ejemplares capturados. En caso de que alguno de los ejemplares pierda el collar o este deje de funcionar antes del periodo establecido (4 años), se realizarán nuevas capturas con el objetivo de mantener el número de collares activos.

4.8 Informes

Esta medida (captura e instalación del collar) se ha implementado previamente al inicio de la etapa de construcción del proyecto y se mantendrá durante al menos 4 años (primer año durante fase de construcción y primeros tres años de operación).

Se elaboró el primer informe anual (estacionalidad completa), con la información de rango de hogar y desplazamiento, entregada por el equipo de telemetría satelital (collar satelital tipo GPS) instalado en los ejemplares marcados, correspondiente al año 1 desde la implementación de la medida, en el periodo junio 2023 hasta mayo 2024.

5. OPORTUNIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

Esta medida (captura e instalación del collar) se implementará previamente al inicio de la etapa de construcción del proyecto y se mantendrá durante 4 años.

6. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO

Según Res. Ex N°172/2016 CE Atacama del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico, el indicador de cumplimiento refiere que: “Se elaborará un informe anual (estacionalidad completa), con la información de rango de hogar y desplazamiento, entregada por el equipo de telemetría satelital (collar satelital tipo GPS) instalado en los 15 ejemplares marcados.”

El presente informe corresponde al primer informe anual elaborado respecto a los ejemplares capturados y marcados en el periodo reportado.

7. MEDIO DE VERIFICACIÓN

Según Res. Ex N°172/2016 CE Atacama del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico, el medio de verificación es: “Registro satelital. Entrega de informes anuales.”

El presente informe constituye el primer informe anual relativo al periodo reportado como Año 1, en fase de construcción del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.

8. RESULTADOS

8.1 Captura y localizaciones

Se capturaron dos ejemplares machos en dos de las cuatro campañas de captura. El ejemplar 054370 marcado el 15 de junio de 2023 tuvo un mayor número de localizaciones para los análisis que el ejemplar 054373, el que fue capturado el 2 de septiembre del mismo año (Tabla 8-1). Para ambos ejemplares se logró analizar estaciones consecutivas completando casi un año de seguimiento. Las diferencias entre la fecha de captura y del inicio del registro de localización, se debe a que los equipos poseen una configuración de fábrica que luego debe ser modificada una vez instalado.

Tabla 8-1. Fechas de inicio y fin del registro y número de puntos considerados en el análisis

Id animal	Fecha inicio	Fecha fin	Nº de puntos
054370	16 junio 2023	26 mayo 2024	2728
054373	5 septiembre 2023	26 mayo 2024	2064

El lugar que permitió un marcaje efectivo se ubicó al sur del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico y al sur del río Huasco, en la localidad de Freirina, específicamente dentro de las instalaciones de Agrosuper³ (Figura 8-1), hacia el suroeste del área autorizada de captura. Este sector cuenta con zonas de acceso restringido y un monitoreo constante de las instalaciones por parte del personal de la empresa. Esto permite que los animales se habitúen/toleren (Bedjer *et al.* 2009) la circulación de vehículos y a la presencia de personal, lo que facilitó el acercamiento de los equipos de captura. Como consecuencia de la habituación/tolerancia de los animales a la presencia de vehículos y de personas, las distancias de huida son bastante reducidas. Situación diferente muestran los sectores recorridos en las cercanías del proyecto Tamarico, al norte del río Huasco, en donde los animales muestran distancias de huida amplios, lo que dificulta el acercamiento a una distancia que permita la llegada del dardo. Esto se debería a que, en dicho sector por no estar protegido, los animales sean perseguidos por perros y cazadores (Donadio y Buskirk, 2006) en mayor frecuencia que hacia los alrededores de Agrosuper. Se registró eventos de caza furtiva y de al menos un guanaco muerto por perros en el sector. El río Huasco podría estar actuando como una barrera al desplazamiento en el eje norte-sur de animales, lo cual perjudica la conectividad funcional a largo plazo (Espinoza *et al.* 2018).

Un aspecto interesante, es que los sectores recorridos muestran una menor abundancia de guanacos que lo observado por parte del equipo de captura hace una década atrás. Esto queda corroborado con la disminución sistemática de la abundancia de guanacos dentro del Parque Nacional Llanos de Challe, producto de la presencia de perros que causan mortalidad (Cesar Pizarro, CONAF, com. pers.), a lo cual se une la caza ilegal en los alrededores del Parque (B.A. González, obs. pers.).

³ Complejo industrial de propiedad privada.

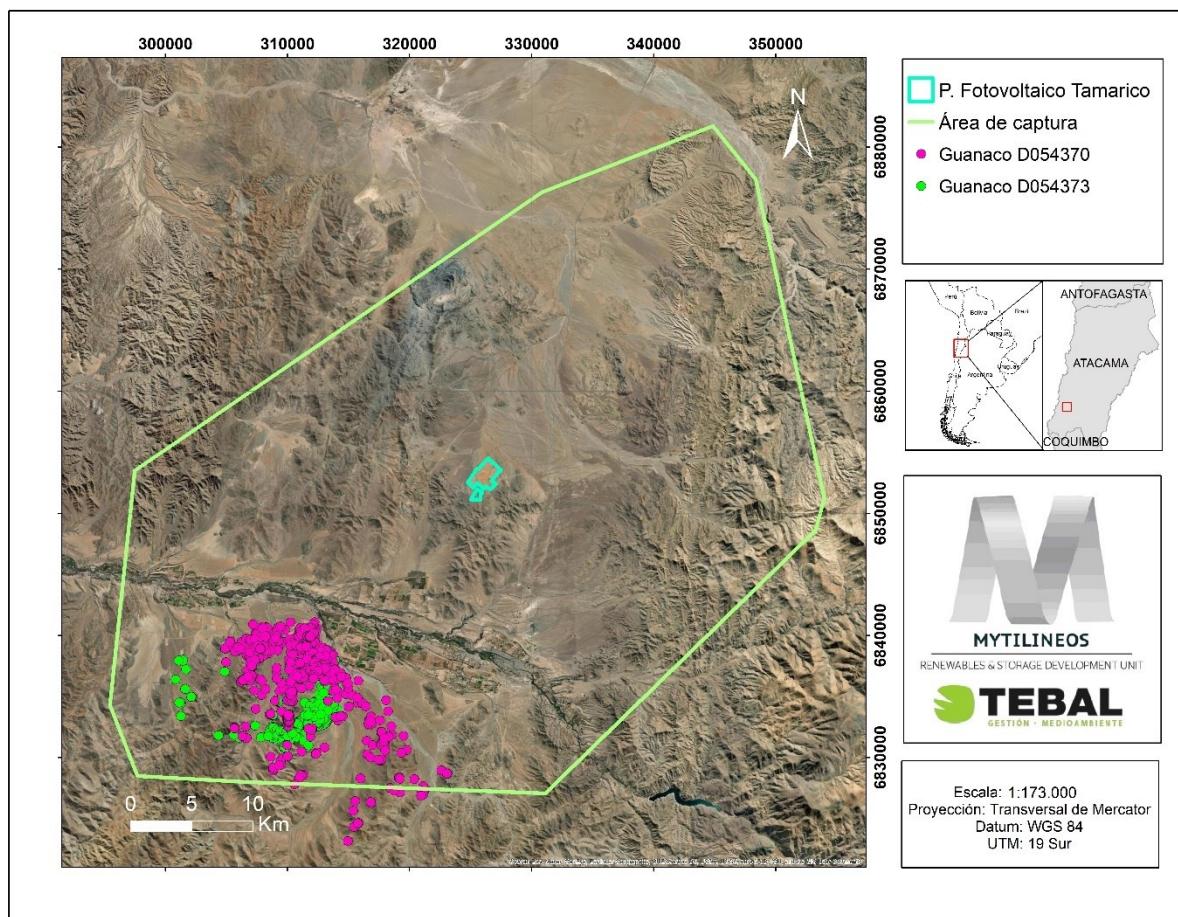


Figura 8-1. Localizaciones GPS cada una hora de los guanacos 054370 y 054373 con relación al área de captura.

Los animales marcados, pese a ser capturados en lugares cercanos, no tienen el mismo patrón de movimiento. El guanaco 054370 se ubica en el sistema de montañas y valles inmediatamente al sur del río Huasco, lo cual incluye parte de la propiedad de Agrosuper (Figura 8-2), mientras el guanaco 054373 se ubica mayoritariamente en un sector protegido por esta empresa (Figura 8-3). Lo anterior revela una conducta más bien idiosincrática (individual) lo cual podría deberse a que ambos animales correspondían a unidades sociales de “Machos Solitarios”.

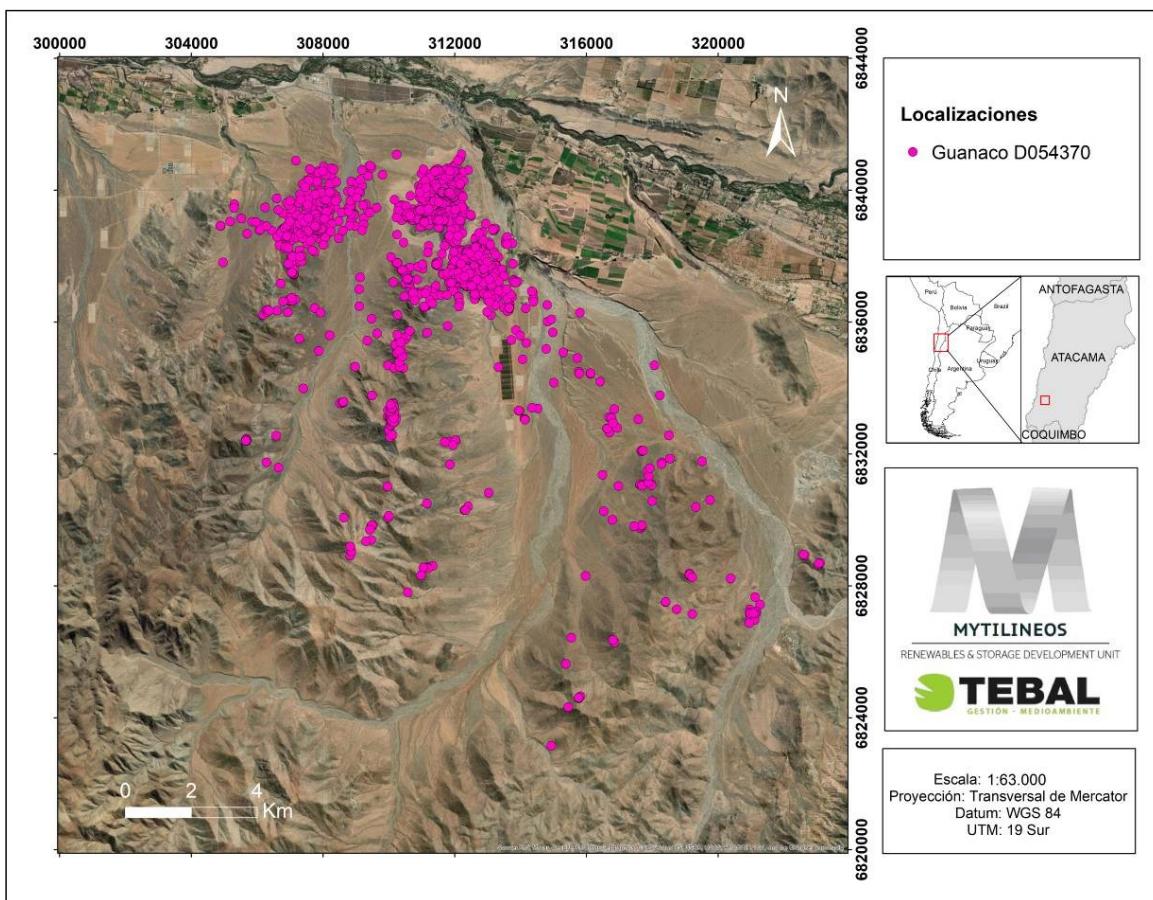


Figura 8-2. Localización GPS cada una hora del guanaco 054370 entre junio de 2023 y mayo de 2024.

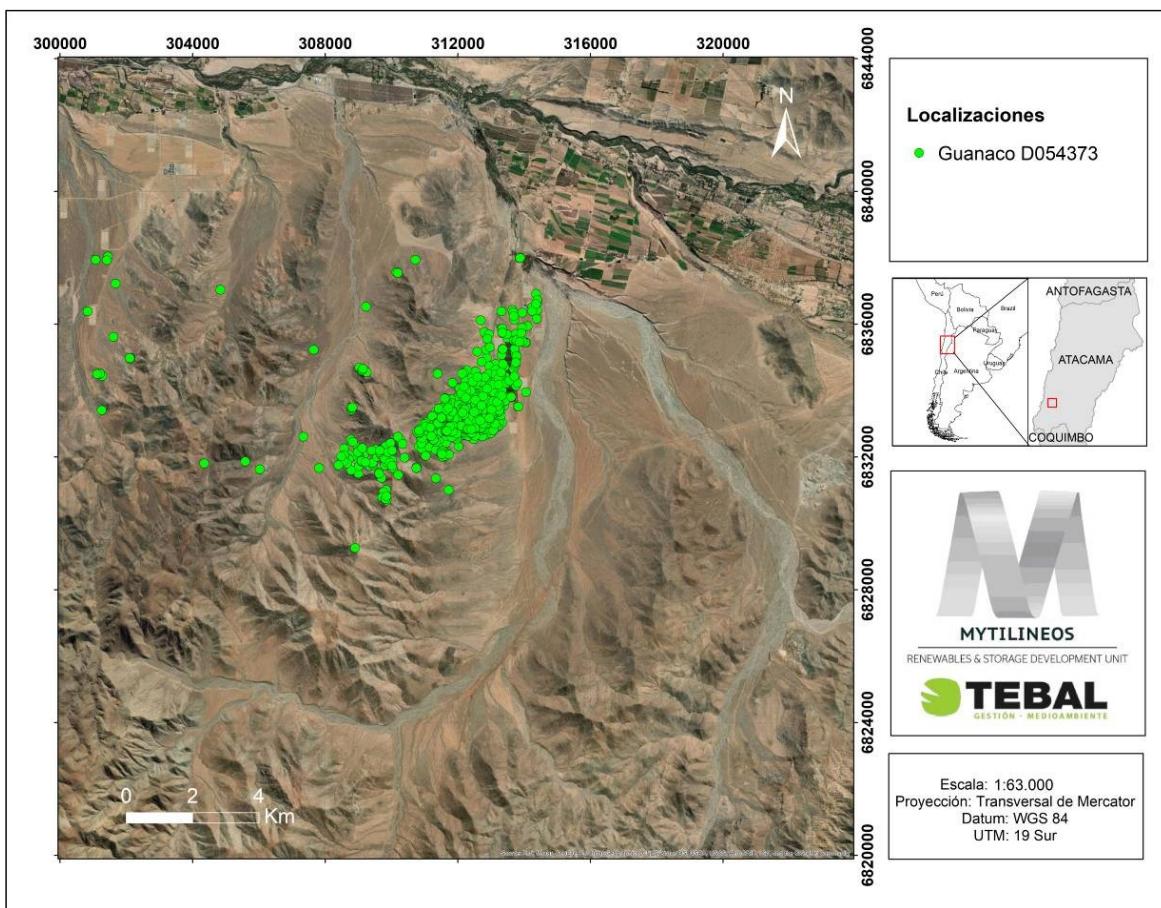


Figura 8-3. Localización GPS cada una hora del guanaco 054373 entre septiembre de 2023 y mayo de 2024.

8.2 Rutas de movimiento

En general, los guanacos marcados muestran un bajo desplazamiento espacial, con un promedio aproximado de entre 3 y 3,5 km de movimiento diario, el que puede llegar hasta 20 km (Tabla 8-2 y Figura 8-4 y Figura 8-5).

Tabla 8-2. Distancias totales recorridas y promedio recorrido por día.

Id animal	Distancia total (km)	Promedio distancia/día (km)	Rango distancia/día (km)
054370	1162,93	2,85	0,16 - 18,14
054373	1154,68	3,68	0,70 - 20,98

Este desplazamiento al contrastarlo con el movimiento que realizan otros guanacos en ecosistemas de montaña y en Patagonia, muestra ciertas similitudes. Por ejemplo, animales pertenecientes a una población migratoria cordillerana al sur de la región de Coquimbo y marcados con los mismos collares que registraban una ubicación cada una hora, mostró promedio de movimiento diario de

3,6 km/día, aunque con un valor máximo de 20 km/día (Alarcón *et al.* *in prep.*). Pese a esta similitud, los guanacos marcados en el área de estudio de Tamarico, y de la población a la que pertenecen, muestran una condición más bien de sedentarismo, lo cual ha sido reportado en otros monitoreos de guanacos en una zona cercana al proyecto, como fue el proyecto fotovoltaico Délano (B.A. González, datos no publicados) y en zonas ecológicas similares.

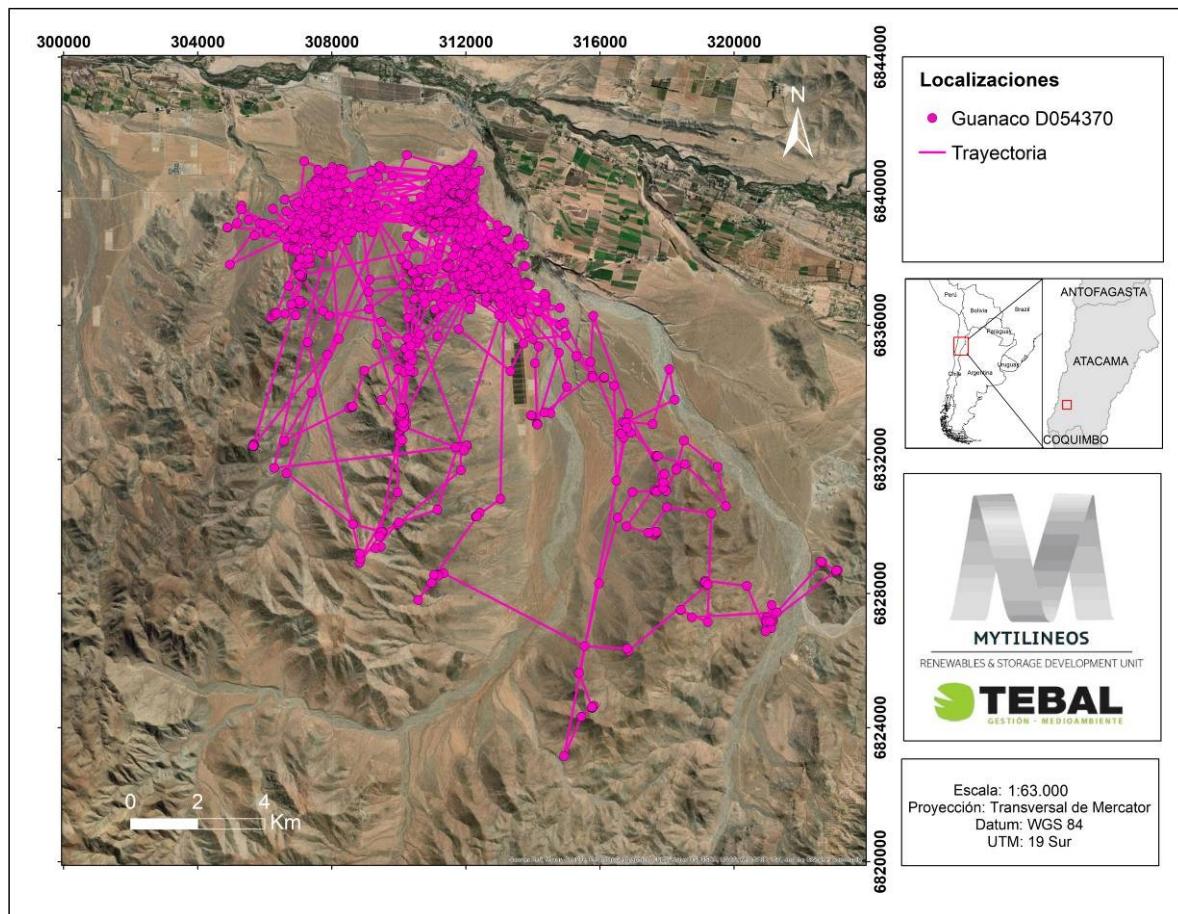


Figura 8-4. Trayectoria entre localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054370.

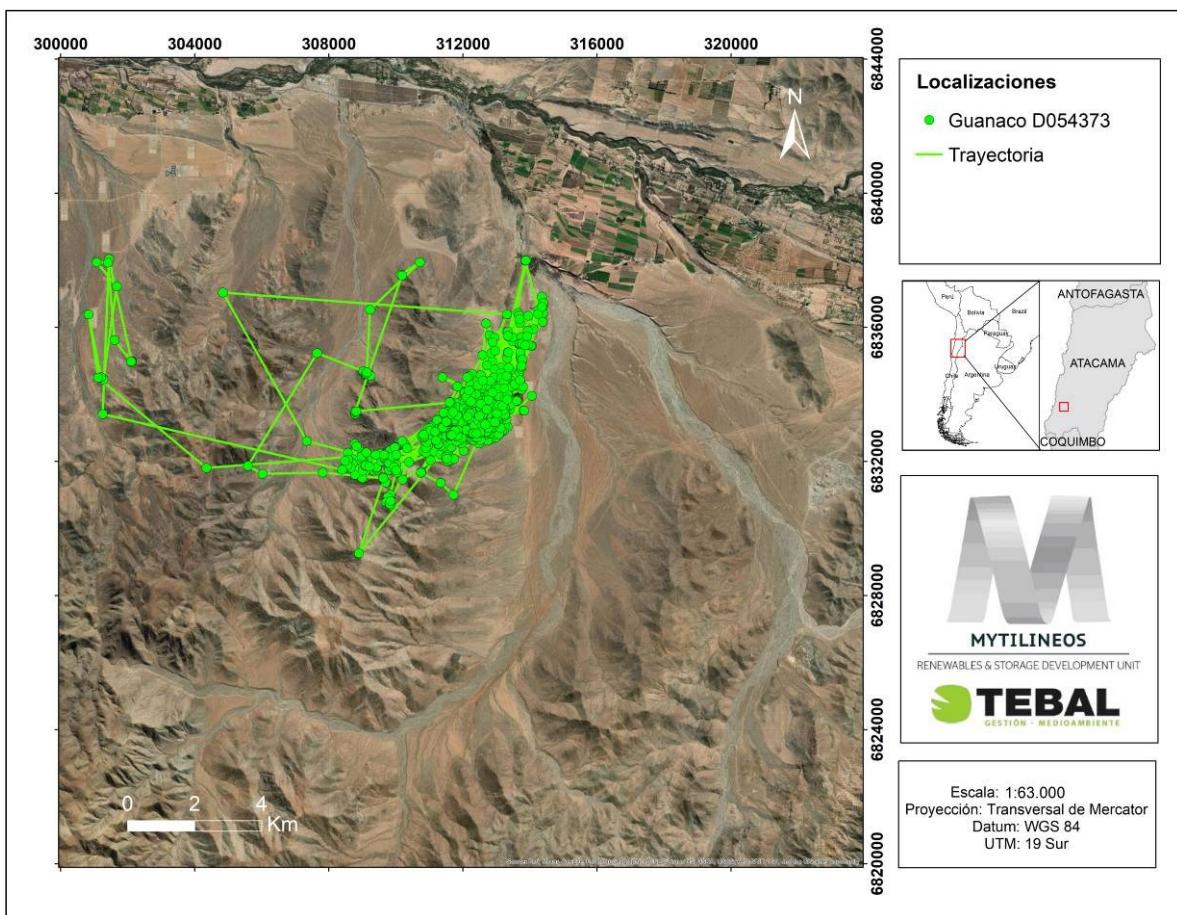


Figura 8-5. Trayectoria entre localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054373.

8.3 Área de ocupación individual

El área de ocupación obtenido a partir del Mínimo Polígono Convexo es bajo si se considera que el monitoreo abarca casi un año de seguimiento (Tabla 8-3). Esto hace que las superficies de solapamiento entre estaciones consecutivas, aunque variables (~ 10 a $\sim 80\%$), incluye sectores de alta intensidad de uso. La variabilidad está dada por la inclusión de localizaciones externas que pueden corresponder a registros extremos debido a desplazamientos hacia zonas alejadas (Figura 8-8 y Figura 8-9). Esto queda demostrado al considerar el análisis basado en Modelos de Movimiento de Puentes Brownianos (BBMM) donde los sectores de alta intensidad de uso total (BBMM 50%) que muestra el individuo 54370 se divide en tres sectores, probablemente asociado a lugares de alimentación, mientras que el individuo 54373 sólo posee uno, probablemente asociado a la disponibilidad de agua suministrado por cañerías y fugas de las instalaciones de Agrosuper (Figura 8-10 y Figura 8-11). Todo esto confirma el carácter sedentario de los animales y potencialmente sedentario de toda la población del sector.

Tabla 8-3. Superficies total y estacional, y solapamiento de áreas entre estaciones consecutivas por individuo

		Área ámbito de hogar (MPC100)	
ID animal		D054370	D054373
Total (km²)		186	88
Estacional (km²)	Invierno	67	2,8
	Primavera	58	70
	Verano	70	49
	Otoño	146	12
Solapamiento de área (km²)	Invierno-primavera	51,2	2,8
	Primavera-verano	52,3	38,6
	Verano-otoño	53,4	11,4
Solapamiento de área (%)	Invierno-primavera	82%	8%
	Primavera-verano	42%	64%
	Verano-otoño	25%	37%

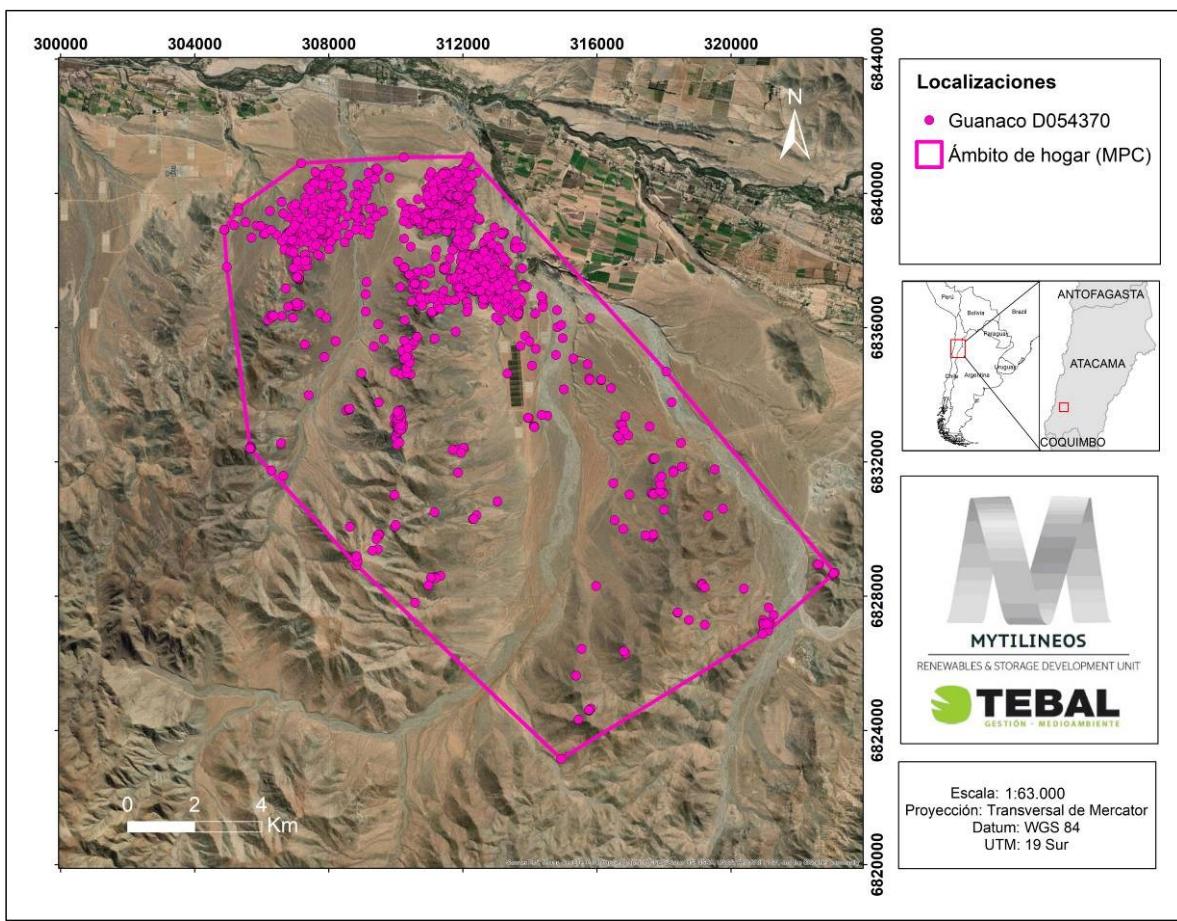


Figura 8-6. Mínimo Polígono Convexo mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054370.

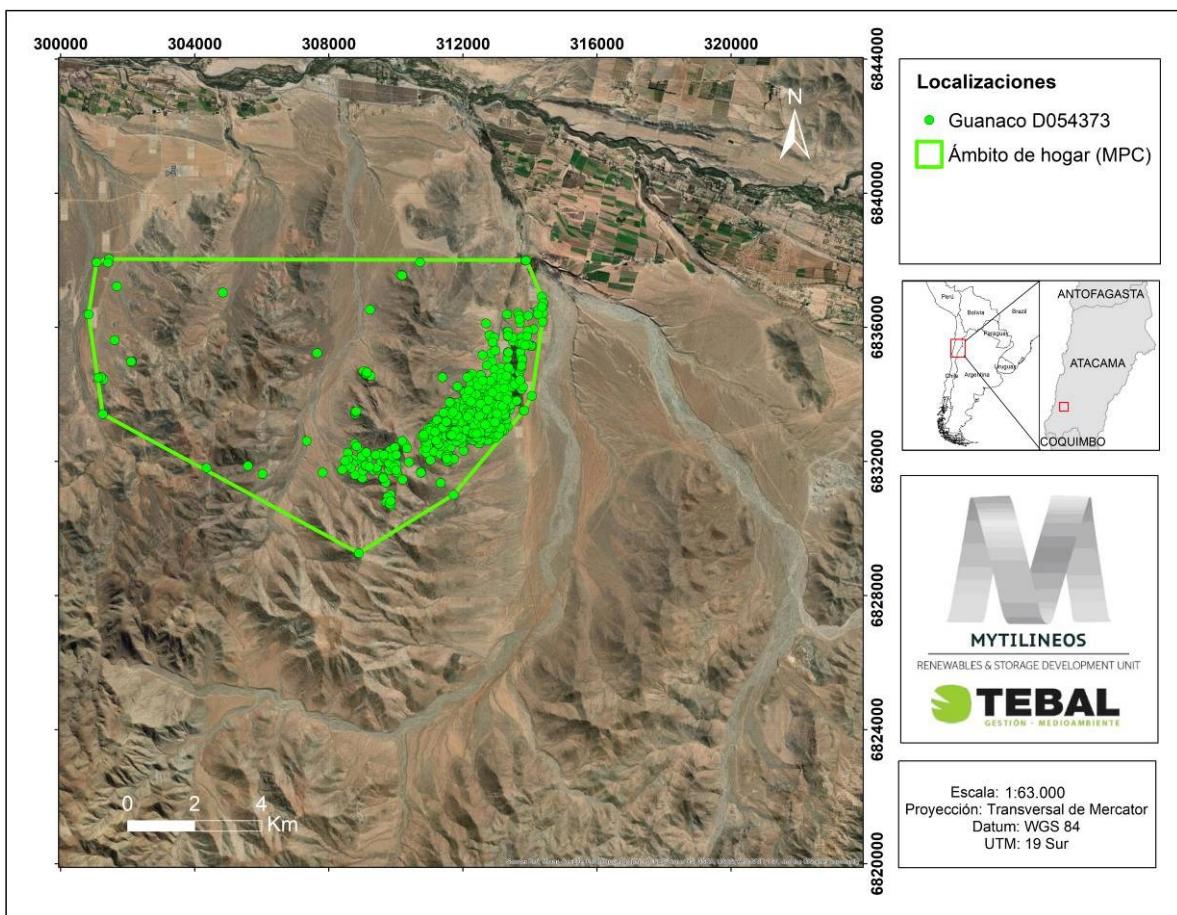


Figura 8-7. Mínimo Polígono Convexo mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054373.

Los mapas MPC estacional por individuo, se presentan a continuación en Figura 8-8 y Figura 8-9.

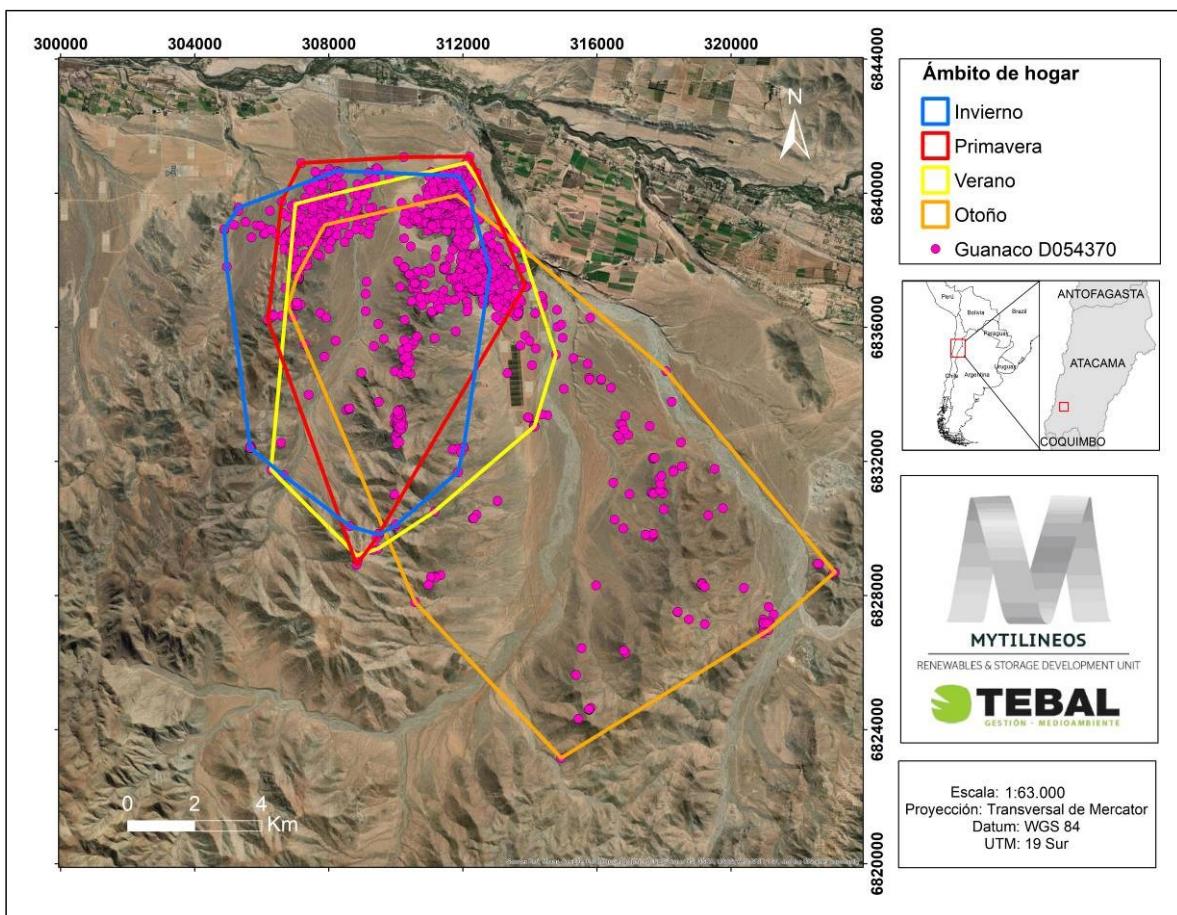


Figura 8-8. Mínimo Polígono Convexo estacional mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054370.

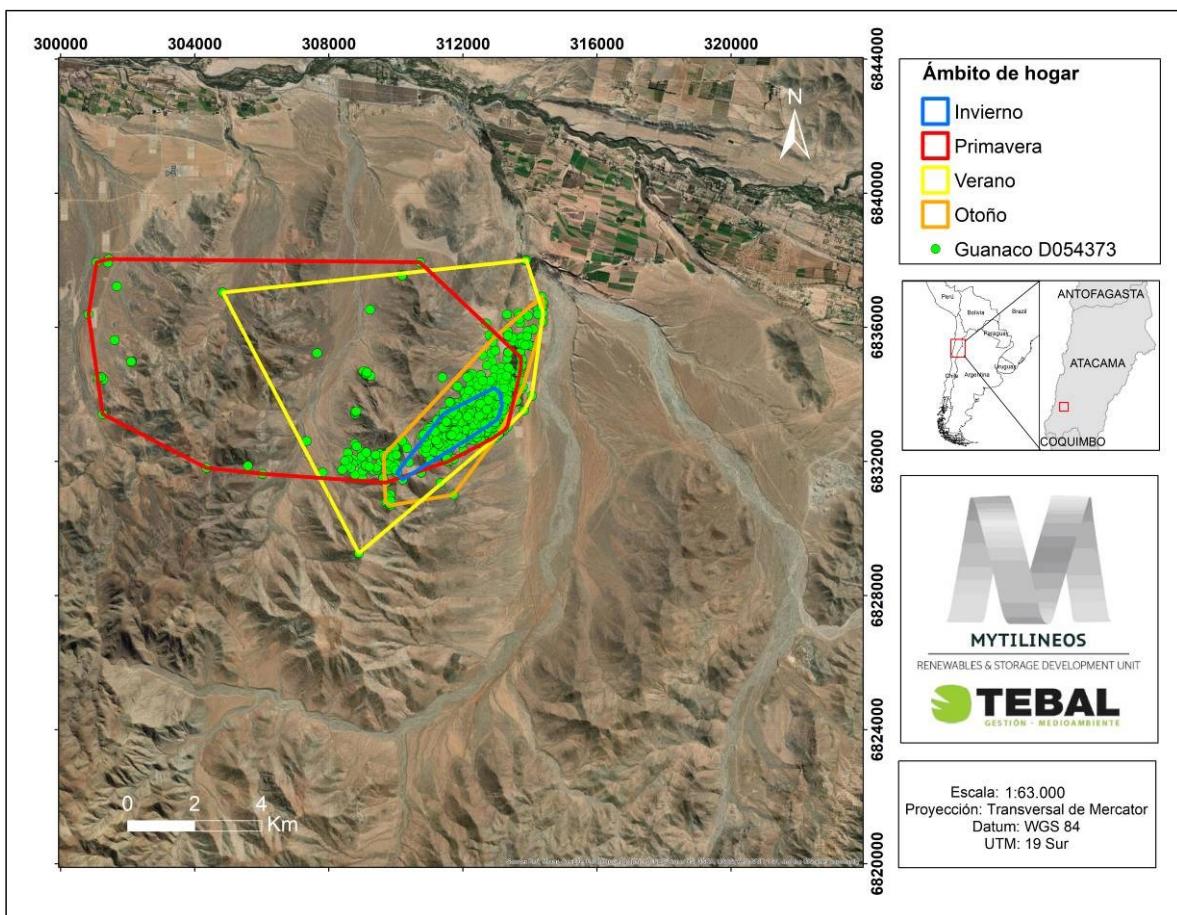


Figura 8-9. Mínimo Polígono Convexo estacional mostrando las localizaciones registradas cada una hora del guanaco 054373.

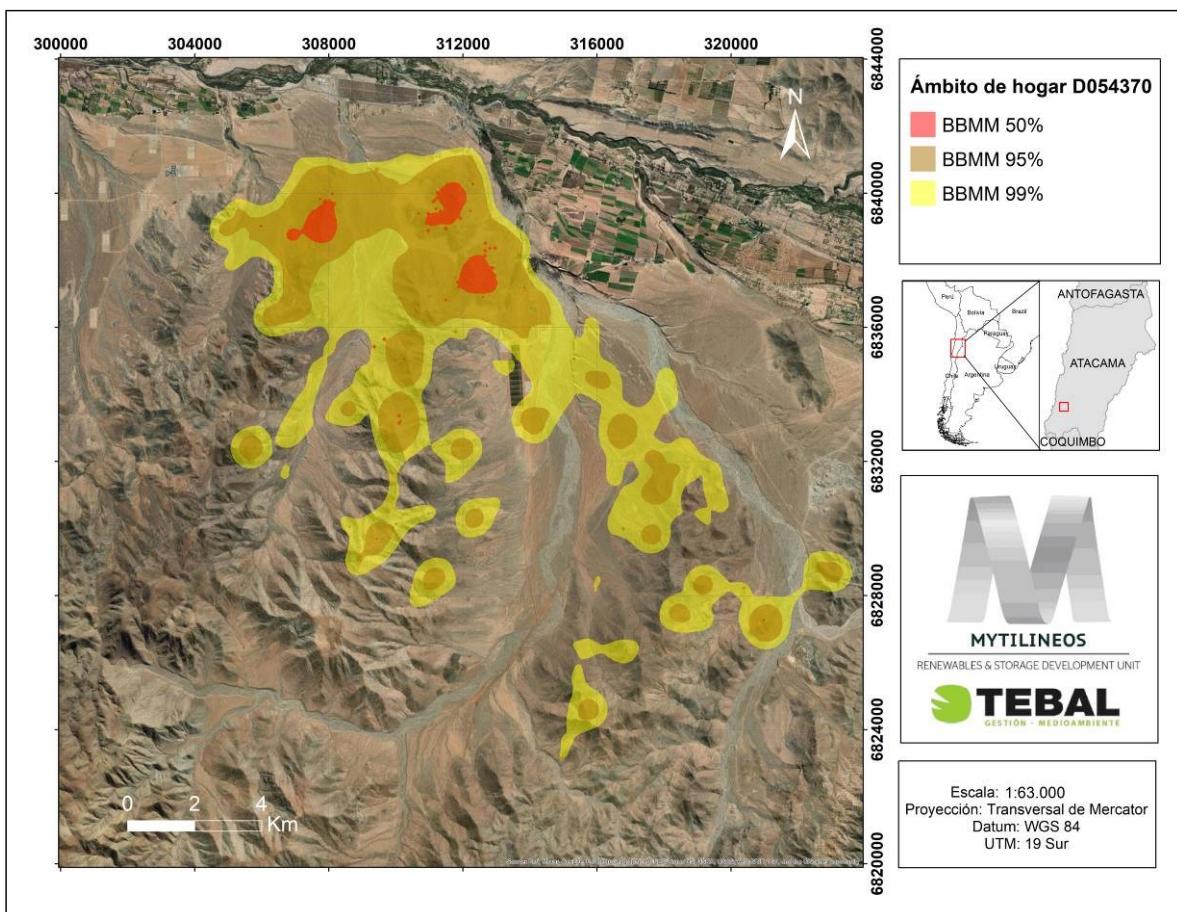


Figura 8-10. Áreas de BBMM total mostrando áreas de intensidad de uso en base a las localizaciones cada una hora del guanaco 054370.

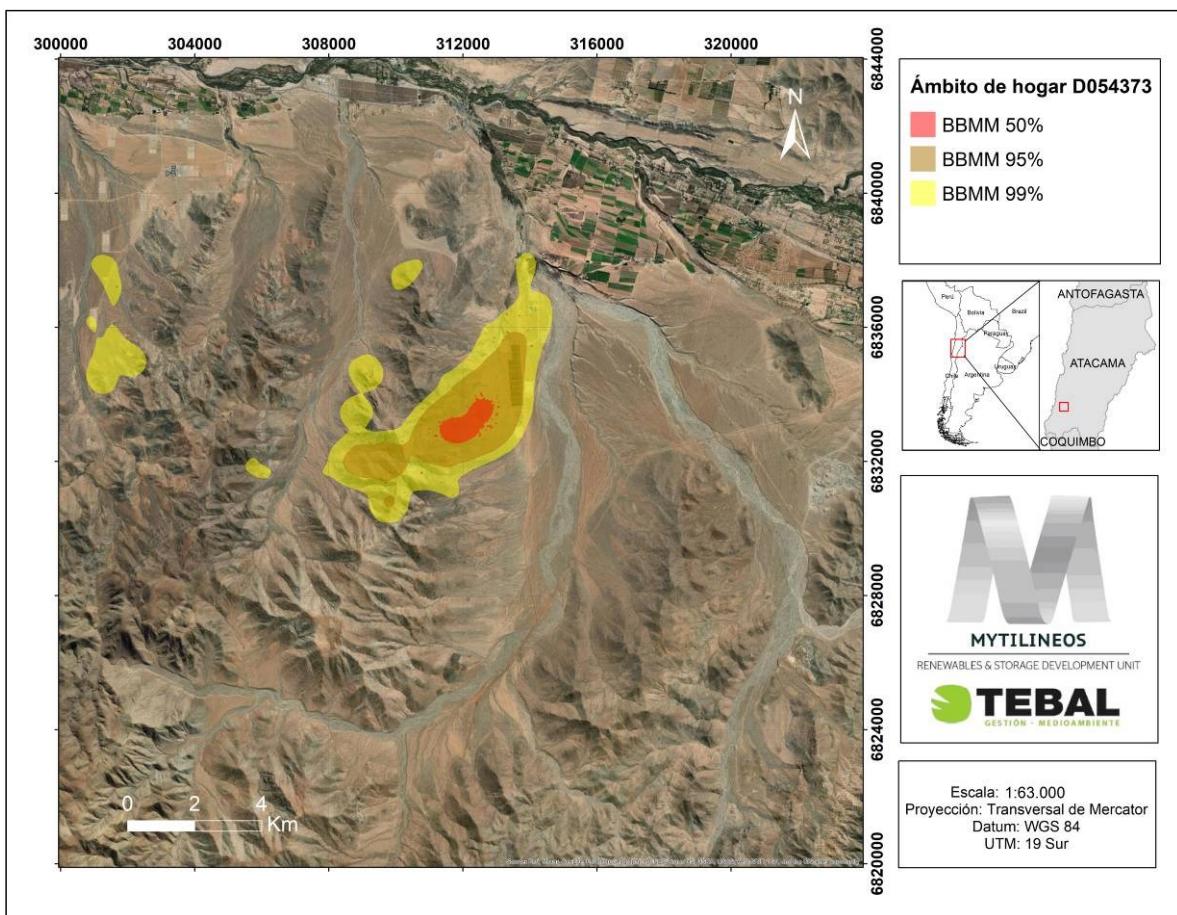


Figura 8-11. Áreas de BBMM total mostrando áreas de intensidad de uso en base a las localizaciones cada una hora del guanaco 054373.

8.4 Análisis de muestras

Respecto al análisis de muestra de sangre, para detección serológica de enfermedades y análisis de feca, para estudio de enfermedades parasitarias; es preciso señalar que:

- Análisis parasitario: Durante la manipulación no se encontraron signos de ectoparásitos, particularmente Sarna (*Sarcoptes scabiei*) o Garrapatas. No se obtuvo muestras de fecas debido a que los animales no tenían crotines en sus anos. Sobre la muestra serológica para detectar presencia de chagas, no se logró obtener sangre para este análisis ya que se privilegió un solo pinchazo, por razones de bienestar animal, el cual se destinó al análisis de genotipificación.
- Análisis de Sangre para Genotipificación: Se obtuvo una muestra de sangre y de tejido de la oreja con sacabocados. Estas muestras se encuentran almacenadas y a la espera de ser redirigidas para el análisis de ADN en el Laboratorio de Genómica y Biodiversidad de la Universidad del Bío-Bío. Este análisis permite relacionar a los individuos con otros individuos de esta u otras poblaciones que ya han sido procesadas.
- Análisis de fibra: Se obtuvo muestras de pelo desde el costado de cada animal capturado. A la fecha del presente informe se encuentran en análisis en el Laboratorio de Lanimetría de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. El análisis incluye variables de finura de la muestra (diámetros individuales de los pelos de cada muestra). Una contramuestra será enviada al Laboratorio Forense de Animales Silvestres de *Fish and Wildlife Service* de EEUU una vez obtenido el permiso CITES para su exportación. En este laboratorio se analizará la constitución química de la queratina del pelo.

9. DISCUSIÓN

El conocimiento sobre los ámbitos de hogar de guanacos tanto a nivel nacional como a nivel zonal, particularmente en el norte árido de Chile, es escaso y de difícil acceso. En todos estos casos nuestros resultados fueron superiores a ellos de poblaciones sedentarias y de ambientes secos. Un animal marcado con collar GPS en la zona de Choros indicó una superficie de ocupación de 2 km² en primavera y 45 km² en verano (Espinoza y Squeo, 2014). Por otro lado, en un área de monitoreo del proyecto fotovoltaico Délano, ubicado cerca de Vallenar por la ruta 5 Norte, se observó, que el área de ocupación de una familia seguida visualmente una vez por mes, fue de aproximadamente 9 km², ámbito de hogar similar de otras poblaciones sedentarias de ambientes llanos tanto en Argentina como en Perú (Marino y Baldi, 2008; Castillo-Doloriert et al., 2016). Los resultados de ámbito de hogar de los dos guanacos capturados son incluso superiores a aquellos de poblaciones sedentarias de ambientes andinos de Perú marcados también con collares GPS, cuyos ámbitos de hogar estuvieron entre 44,7 y 45,8 km², a excepción de un macho solitario (11,3 km²), probablemente porque estos se encontraban asociados a cultivos (Castillo-Doloriert et al., 2024).

Para poblaciones más bien migratorias, lo que se ha observado en ambientes cordilleranos (Proyecto Pelambres, Coquimbo, Collares ARGOS), el ámbito de hogar varía entre 47 km² para la estación de verano y 199 km² en otoño-invierno, mostrando una variación entre individuos de 70 y 310 km² para todo el período, lo cual se relaciona con la presencia o ausencia de nieve invernal en zona de gran altitud, como lo observado en Patagonia (Candino et al. 2022). Estos ejemplares mostraron un desplazamiento diario de entre 0,3 a 86 km dependiendo del individuo, estación del año y el año considerado (González et al. 2008; González, datos no publicados).

10. CONCLUSIONES

Los datos y resultados obtenidos en el siguiente informe permiten concluir que:

- Los guanacos capturados muestran conductas idiosincráticas respecto de su movimiento, sin embargo, ellos poseen ámbitos de hogar bajo en superficie a lo largo del año (~ 90 a ~ 190 km 2), con niveles de desplazamiento bajo (~ 3 a ~ 4 km/día), un solapamiento entre estaciones variable (~ 10 a $\sim 80\%$) lo cual indican que los animales fueron sedentarios durante el período de seguimiento.
- Pese a encontrarse dentro del área de captura informado al SAG, los guanacos marcados no tienen contacto con el área del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico, al estar emplazados al sur del río Huasco. El río Huasco sería una barrera física y geográfica al desplazamiento de los guanacos en el eje norte-sur.
- El bajo éxito de captura estaría relacionado a factores ambientales, como la depredación por perros y caza furtiva que hace que los animales en general tengan distancias de huida amplios, esto unido a que probablemente la población local esté en declinación por estos factores, lo cual debería ser profundizado para informar a la autoridad.
- Solo el sector de Agrosuper posee las condiciones apropiadas para seguir realizando intentos de captura, dentro del cual podrían capturarse alrededor de dos o tres ejemplares más siguiendo el mismo método de seguimiento y disparo.

11. REFERENCIAS

- Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., Finn, H. Allen, S. 2009. Impact assessment research: Use and misuse of habituation, sensitisation and tolerance in describing wildlife responses to anthropogenic stimuli. *Marine Ecology Progress Series* 395:177-185.
- Candino, M., Donadio, E., Pauli, J.N. 2022. Phenological drivers of ungulate migration in South America: characterizing the movement and seasonal habitat use of guanacos. *Movement Ecology* 10: 34.
- Castillo-Doloriert, H., Michaud, E., Wheeler, J.C. 2016. Reporte de la presencia de guanacos (*Lama guanicoe cacsilensis*) en las lomas de Marcona y alrededores (Ica-Perú) durante la estación seca. *Zonas Áridas* 16(1): 72-85
- Castillo-Doloriert, H., Velasquez, D., Matsuno, Y., Hoces, D., Wheeler, J.C. 2024. Conflict between Farmers and Guanacos (*Lama guanicoe cacsilensis*): Field Surveys, Remote Sensing, and Interviews Provide Information for Conservation of a Critically Endangered Species in Southern Peru. *Animals* 14: 658.
- Cunazza, C., Puig, S., Villalba, L. 1995 Situación del guanaco y su ambiente. En S PUIG (ed.) Técnicas para el manejo del guanaco: 27-50. Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, Comisión de Supervivencia de Especies, IUCN.
- Donadio, E., Buskirk, S.W. 2006. Flight behavior in guanacos and vicuñas in areas with and without poaching in western Argentina. *Biological Conservation* 127:139–145.
- Espinosa, M.I., Squeo, F. 2014. Características del ámbito de hogar de *Lama guanicoe* en la quebrada de Los Choros, Comuna la Higuera, IV región de Coquimbo. 28 pp.
- Espinosa, M.I., Gouin, N., Squeo, F.A., López, D., Bertin, A. 2018. Landscape connectivity among remnant populations of guanaco (*Lama guanicoe Müller, 1776*) in an arid region of Chile impacted by global change. *PeerJ* 6: e4429
- Franklin, W. 1982. Biology, ecology and relationship to man of the South American camelids. En M.A. Mares & H.H. Genoways (eds) *Mammalian biology in South America*: 457-489. Vol. Pymatuning Symp. Ecol. Spec. Publ. Vol 6. Lab. of Ecol and Univ. of Pittsburg, Pittsburg.
- Franklin, W., Bas, F., Bonacic, C., Cunazza, C., Soto, N. 1997. Striving to manage Patagonia guanacos for sustained use in the grazing agroecosystems of southern Chile. *Wildlife Society Bulletin* 25: 65-73.
- Glade, A. 1988. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal. 67 pp.
- González, B.A., Palma, R.E., Zapata, B., Marín, J.C. 2006. Taxonomic and biogeographic status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). *MammalReview* 36 (2):157-178.

González, B., Novoa, F., & K. Saffer. 2008. Desplazamiento altitudinal y rango de hogar de guanacos (*Lama guanicoe*) mediante seguimiento con collares satelitales. En: F.F. Novoa y M. Contreras editores, “Biodiversidad de fauna en Minera Los Pelambres”, p 57-77. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. Chile. 312 pp.

González, B.A. 2010. ¿Qué problemas de conservación tienen las poblaciones de guanaco en Chile? Ambiente Forestal 9: 26-36.

González, B.A., Samaniego, H., Marín, J.C., Estades, C. 2013. Unveiling guanaco distribution in Chile based upon niche structure of phylogeographic lineages: Andean Puna to Subpolar Forests. PLoS ONE 8(11): e78894.

González, B.A., Acebes, P. 2016. Reevaluación del guanaco para la Lista Roja de la UICN: situación actual y recomendaciones a futuro. GECS News 6 (Noviembre): 15-21.

Horne, J. S., E. O. Garton, S. M. Krone, and J. S. Lewis. 2007. Analyzing animal movements using Brownian bridges. Ecology 88:2354–2363

León, F., Pizarro, E.J., Noll, D., Pertierra, L.R., González, B., Johnson, W.E., Marín, J.C., Vianna, J.A. 2024. History of diversification and adaptation from north to south revealed by genomic data: guanacos from the desert to sub-antarctica. Genome Biology and Evolution 16(5).

MMA, 2012. Quinto proceso de Clasificación de Especies según estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Diario Oficial 27 de febrero de 2012.

Marino, A., Baldi, R. 2008. Vigilance patterns of territorial guanacos (*Lama guanicoe*): the role of reproductive interests and predation risk. Ethology, 114, 413-423.

Powell R.A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. In Research Techniques in Animal Ecology (L Boitani & TK Fuller, eds): 64-110. Columbia University Press, New York, U.S.A.

Powell, R.A., Mitchell, M.S. 2012. What is a home range? Journal of Mammalogy 93:948–958

Sawyer, H., Kauffman, M.J., Nielson, R.M., Horne, J.S. 2009. Identifying and prioritizing ungulate migration routes for landscape-level conservation. Ecological Applications, 19(8): 2016–2025.

12. APÉNDICES

12.1 Apéndice A. Registro satelital de ejemplares capturados (adjunto en archivos *.xls)

ID Animal	Nombre archivo y extensión	Especie
D054370	MCFau3-b Registro Satelital Informe Anual 1 Lama guanicoe ID054370.xls	<i>Lama guanicoe</i>
D054373	MCFau3-b Registro Satelital Informe Anual 1 Lama guanicoe ID054373.xls	<i>Lama guanicoe</i>

12.2 Apéndice B. Reportabilidad en estándar Darwin Core (adjunto en archivos *.xls)

ID Animal	Nombre archivo y extensión	Especie
D054370	MCFau3-b Informe Anual 1 Lama guanicoe ID054370_DwC.xls	<i>Lama guanicoe</i>
D054373	MCFau3-b Informe Anual 1 Lama guanicoe ID054373_DwC.xls	<i>Lama guanicoe</i>

12.3 Apéndice C. Considerando 7 de la Res. Ex. N°172 de la Comisión Evaluación Ambiental Atacama, Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.

Las autorizaciones y/o acreditaciones pertinentes, corresponden a la Res. Ex. N°172 de 2016 de la Comisión Evaluación Ambiental Atacama, para el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.

Impacto ambiental asociado	Modificación y Perturbación de hábitat de hábitat del guanaco y zorro
Tipo de medida	Compensación
Duración de la Medida	4 años
Nombre	Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de <i>Lama guanicoe</i> .
Objetivo	Establecer el ámbito de hogar de los ejemplares de guanacos marcados con collares GPS y conocer su rango de distribución, a través del uso de la telemetría satelital.
Descripción	La medida consiste en la captura y marcaje de 15 animales con collares GPS, para su seguimiento telemétrico vía satelital. Para ello, se realizará una campaña de captura mediante tele-inyección durante 5 días. Mayores detalles de esta medida se presentan en Anexo 6 de la Adenda Complementaria.
Justificación	Los usos de collares satelitales permiten obtener datos de la posición de los individuos, a través de técnicas de telemetría. De esta manera se podrá conocer los desplazamientos diarios que realizan los guanacos, así como el rango de hogar que presentan los individuos.
Lugar, forma y oportunidad de implementación	<p><u>Lugar de Implementación:</u></p> <p>Sectores cercanos al proyecto donde se ha detectado presencia de guanacos.</p> <p><u>Forma de Implementación:</u></p> <p>La captura se realizará mediante seguimiento terrestre, desde donde se proyectarán dardos con agujas desde un rifle. Para la inmovilización química de los guanacos se utilizará una combinación de sedantes y analgésicos. Una vez sedado el ejemplar, se procederá a sacar muestras de sangre y otros exámenes (ver Anexo 6 de la presente Adenda Complementaria) además de la instalación del collar.</p> <p><u>Oportunidad de implementación:</u></p> <p>Esta medida (captura e instalación del collar) se implementará previamente al inicio de la etapa de construcción del proyecto y se mantendrá durante 4 años.</p>
Indicador de cumplimiento	Se elaborará un informe anual (estacionalidad completa), con la información de rango de hogar y desplazamiento, entregada por el equipo de telemetría satelital (collar satelital tipo GPS) instalado en los 15 ejemplares marcados.
Medio de Verificación	Registro satelital. Entrega de informes anuales.

Fuente: Considerando 7 de Res. Ex. N°172/2016 CE Atacama Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.

12.4 Apéndice D. Autorizaciones de Captura de Mamífero con Fines de Investigación (Proyecto con Resolución de Calificación Ambiental (RCA))

12.4.1 A.2 Resolución Exenta N°69/2023 SAG



RESOLUCIÓN EXENTA N°: 69/2023

AUTORIZA AL SR. BENITO ALEJANDRO GONZÁLEZ PÉREZ
LA CAPTURA DE MAMÍFERO CON FINES DE
INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE
CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).

Copiapo, 30/01/2023

VISTOS:

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 172 del 12 de septiembre del 2016; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N° RA 240/1245/2021, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

CONSIDERANDO:

- Que para la ejecución del proyecto "**Parque Solar Fotovoltaico Tamarico**" el Sr. Benito Alejandro González Pérez, ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 172/2016** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
- La carta del Titular del proyecto aludido Tamarico Solar Dos SpA., en que encomienda al Sr. Benito Alejandro González Pérez, ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

RESUELVO:

- Autorizase al Sr. **Benito Alejandro González Pérez**, Rut N° 12.355.832-4, con dirección en Santiago Mac Lean 0475, Comuna de San Bernardo, Región Metropolitana, la captura de Mamífero bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 172 del 12 de septiembre del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
- Se autoriza la captura de la especie Lama guanicoe (Guanaco); en el marco de captura e instalación de collares GPS a ejemplares de Lama guanicoe.

Los métodos autorizados son para Mamífero se realizará mediante acercamiento terrestre en vehículo (camioneta 4x4) o a pie y disparo de dardos de 3 ml con agujas con muesca.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1.

La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el **30 de enero del 2024**.

Cuadro N°1 Sitio de Captura

Vértice	Comuna	Sector	Coordenadas (UTM; WGS84 19S)	
			X	Y
V01	Freirina	Freirina	297.211	6.852.280

V02	Vallenar	Punta de Rieles	330.273	6.875.112
V03	Vallenar	Punta de Díaz	344.521	6.880.665
V04	Vallenar	Punta de Díaz	348.067	6.876.455
V05	Vallenar	El Zapallo	353.497	6.850.251
V06	Vallenar	El Zapallo	353.047	6.847.819
V07	Vallenar	La Tunilla	330.420	6.825.719
V08	Freirina	Pellejos	306.078	6.827.378
V09	Freirina	Pellejos	297.452	6.827.703
V10	Freirina	Pellejos	295.311	6.833.408

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. Benito Alejandro González Pérez, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:

- Daniel Ignacio Valencia Olatte, Rut: 16.370.469-2, Médico Veterinario
- Víctor Hugo Castillo Doloriert, DNI: N° 40723051, Médico Veterinario
- Elaine Yasmin Núñez Sepúlveda, Rut: 18941515-K, Biología
- Francisco Andres Zamorano Menay, Rut: 16406696-7, Biólogo en Medio Ambiente
- Rita del Pilar Zamorano Menay, Rut: 15.441.291-3, Médico Veterinaria
- Matias N. Yocelevzky Henríquez, Rut: 19.529.832-1, Ingeniero Forestal
- Víctor N. Valdivia Aedo, Rut: 18.408.375-2, Licenciado en ciencias forestales

El Titular de esta resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail luis.zambrana@sag.gob.cl, y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sea efectuada, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.

9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNIQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	Ver		
Carta Encomendación	Digital	Ver		
Solicitud captura	Digital	Ver		
Pago	Digital	Ver		
CV Especialistas	Digital	Ver		

LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambría Salas • Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama • Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González • Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama • Oficina Regional Atacama
- Karen Jacqueline Sol Vergara • Oficina de Partes (S) Oficina de Partes • Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambría Salas • Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama • Oficina Regional Atacama
- Carlos Rodrigo Guerrero Mayorga • Jefe Oficina Sector Huasco • Oficina Regional Atacama
- Alejandra de Lourdes Provoste Campillay • Profesional RNR Oficina Sector Huasco • Oficina Regional Atacama
- Aylin Rojas Mallet • Profesional RNR Oficina Sector Huasco • Oficina Regional Atacama
- Hernán Manuel Briones Vargas • Investigador Lider Centro de Ecología Aplicada S.A.

Región de Atacama • Servicio Agrícola y Ganadero • Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799
Validar en:
<https://europapel.sag.gob.cl/validar/?key=133224520&hash=545f>

12.4.2 A.3 Resolución Exenta N°617/2023 SAG



RESOLUCIÓN EXENTA N°: 617/2023

**AUTORIZA AL SR. VÍCTOR HUGO CASTILLO DOLORIERT
LA CAPTURA DE MAMÍFERO CON FINES DE
INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE
CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 25/08/2023

VISTOS:

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 172 del 12 de septiembre del 2016; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N° RA 240/1245/2021, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

CONSIDERANDO:

- Que para la ejecución del proyecto "**Parque Solar Fotovoltaico Tamarico**" el Sr. Víctor Hugo Castillo Doloriert, ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 172/2016** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
- La carta del Titular del proyecto aludido Tamarico Solar Dos SpA., en que encomienda al Sr. Víctor Hugo Castillo Doloriert, ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

RESUELVO:

- Autorizase al Sr. **Víctor Hugo Castillo Doloriert**, DNI: N° 40723051, con dirección en Av. Andrés de Fuenzalida 17, Comuna de Providencia, Región Metropolitana, la captura de Mamífero bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 172 del 12 de septiembre del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
- Se autoriza la captura de la especie Lama guanicoe (Guanaco); en el marco de captura e instalación de collares GPS a ejemplares de Lama guanicoe.

Los métodos autorizados son para Mamífero se realizará mediante acercamiento terrestre en vehículo (camioneta 4x4) o a pie y disparo de dardos de 3 ml con agujas con muesca.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1.

La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el **25 de agosto del 2024**.

Cuadro N°1 Sitio de Captura

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
V1	6825597	344418
V2	6837025	353058

V3	6843893	353472
V4	6847745	347285
V5	6850153	348075
V6	6864651	344519
V7	6876334	336679
V8	6880586	330333
V9	6874185	327994
V10	6875394	322356
V11	6864665	321511
V12	6865451	318007
V13	6859020	319754
V14	6858017	297212
V15	6853157	295256
V16	6853021	297472
V17	6833399	298228
V18	6832769	303569
V19	6828156	306891
V20	6829644	312209
V21	6827091	312289
V22	6836811	325196
V23	6842839	327298
V24	6835719	344418
V25	6827616	353058

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de

Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. Víctor Hugo Castillo Doloriert, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:

- Benito González, Rut: 12.355.832-4, Ingeniero Agrónomo
- Daniel Ignacio Valencia Olatte, Rut: 16.370.469-2, Médico Veterinario
- Elaine Yasmin Núñez Sepúlveda, Rut: 18941515-K, Bióloga
- Francisco Andres Zamorano Menay, Rut: 16406696-7, Biólogo en Medio Ambiente
- Rita del Pilar Zamorano Menay, Rut: 15.441.291-3, Médico Veterinario
- Matías Yocelvzky Henríquez, Rut: 19.529.832-1, Ingeniero Forestal
- Víctor Valdivia Aedo, Rut: 18.408.375-2, Licenciado en ciencias forestales

El Titular de esta resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail luis.zambrana@sag.gob.cl, y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sea efectuada, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	Ver		
Carta Encomendación	Digital	Ver		
Solicitud captura	Digital	Ver		
Pago	Digital	Ver		
CV Especialistas	Digital	Ver		

LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Rodrigo Fernando Araya Vásquez - Jefe (S) Oficina Sector Huasco - Oficina Regional Atacama
- Alejandra de Lourdes Provoste Campillay - Profesional RNR Oficina Sector Huasco - Oficina Regional Atacama
- Aylin Rojas Mallet - Profesional RNR Oficina Sector Huasco - Oficina Regional Atacama
- Víctor Hugo Castillo Doloriert Investigador Lider

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799
Validar en:
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=143576485&hash=ae4af>