

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS



Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

“Identificación de las zonas de amenaza del Cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) en Baja California: Propuestas de manejo para su conservación.”

Tesis

Que para obtener el grado de

Maestra en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

Presenta

Karla Lelys Miramontes Rios

Ensenada, Baja California. Enero 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS
CAMPUS ENSENADA.



“Identificación de las zonas de amenaza del Cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) en Baja California: Propuestas de manejo para su conservación.”

TESIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
Maestra en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

PRESENTA

Karla Lelys Miramontes Ríos
No. de matrícula: 334375

A quien el Comité de Tesis autoriza el trabajo terminal y de acuerdo con el
Art. 19 del R.G.E.P.E.P, emite los siguientes votos aprobatorios mediante rubrica:

Dr. Gonzalo de León Girón
SINODAL

Dra. Alejandra Ramos González
DIRECTORA

Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales
SINODAL

“Por la Realización Plena del Ser”

C.c.p.- Archivo
C.c.p.- Minutario

RESUMEN

Por medio de los Sistemas de Información Geográfica y una base de datos con las coordenadas UTM de los sitios de descanso del cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) obtenidas a través de monitoreos realizados con equipo satelital por miembros del Proyecto Cóndor en México. Se evaluó la distribución de los sitios de descanso que el cóndor frecuenta fuera del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) en el periodo del año 2020, mediante la creación de mapas, analizando si estos sitios de descanso se traslapan con zonas identificadas como amenazas potenciales.

Se consideran zonas de amenazas aquellos sitios en los que se haya registrado alguna situación de mortalidad en cóndores o de otras especies de buitres. Tales como: zonas de caza, zonas agrícolas, carreteras, basureros, centros de población, carreteras, aerogeneradores y cableados de alta tensión.

Con esta información, se generaron propuestas de manejo que puedan ser de utilidad para la actualización del Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Cóndor de California.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por brindarme la oportunidad de llevar a cabo mis estudios de posgrado en la Maestría en Manejo de ecosistemas de zonas áridas (MEZA) dentro de la Facultad de Ciencias.

A mi Directora, la Dra. Alejandra Ramos González, por compartirme sus valiosos conocimientos, por su paciencia y por siempre estar dispuesta a resolver mis dudas pero sobre todo por creer en mí y en este proyecto de tesis, gracias por todo.

A mis sinodales, el Dr. Gonzalo de León Girón y el Dr. Aldo A. Guevara Carrizales, por siempre estar disponible a resolver mis dudas.

A Catalina Porras y Juan Vargas, por su incondicional dedicación e invaluable labor por la conservación del Cóndor de California en México y por la valiosa información compartida para la realización de este trabajo.

Al M en C. Irak Rodríguez, por su disponibilidad y asesoramiento en cuanto a Sistemas de Información Geográfica, que fueron claves para el desarrollo de este proyecto.

Al Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir, Instituto de Astronomía de la UNAM por su amabilidad y disposición en compartir información vital para realizar este proyecto.

A mis compañeros de generación de MEZA, especialmente a Luz, Jessica y Emilio por su apoyo moral, las desveladas y las risas pero sobre todo por su amistad.

A mi mamá, mis hermanos y mi nana Lilia, por ser los pilares de mi vida, por apoyarme incondicionalmente y por sus palabras de aliento.

A Felipe, por darme fuerza y ánimos, por estar para mí en los momentos más turbulentos, y por ser parte de mi crecimiento personal y profesional.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	4
III.	JUSTIFICACIÓN	7
IV.	OBJETIVO.....	8
4.1	Objetivos Específicos	8
V.	METODOLOGÍA.....	9
5.1	Base de Datos.....	9
5.2	Población del Cóndor en el PNSSPM	9
5.3	Área de Estudio.....	10
5.4	Identificación de Amenazas Potenciales	12
5.4.1	Análisis Estadísticos	13
5.4.2	Localidades Visitadas	14
5.4.3	Basureros y tiraderos clandestinos.....	15
5.4.4	Zonas Agrícolas.....	16
5.4.5	Carretera Federal “Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir”	16
5.4.6	Cableado eléctrico de alta tensión.....	17
5.4.7	Parque Eólico “Fuerza Eólica de San Matías”	17
5.4.8	Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) 18	
5.4.9	Unidades de Gestión Ambiental (UGAS).....	18
VI.	RESULTADOS	20
6.1	Interacción entre cóndores y asentamientos humanos	25
6.2	Interacción entre cóndores y basureros	28
6.3	Interacción entre cóndores y zonas agrícolas	30
6.4	Interacción entre cóndores y la carretera hacia el PNSSPM.....	32
6.5	Interacción entre cóndores y cableado eléctrico de alta tensión	32
6.6	Interacción entre cóndores y Parque Eólico de San Matías.....	34
6.7	Interacciones entre cóndores y UMAs (<i>Unidades de Manejo Para la Conservación de la Vida Silvestre</i>)	36
6.8	Interacciones entre cóndores y UGAS (<i>Unidades de Gestión Ambiental</i>) 42	
VII.	DISCUSIONES.....	45
7.1	Interacción con basureros	46

7.2	Interacción con las Zonas Agrícolas.....	47
7.3	Interacciones con carreteras	49
7.4	Impacto con líneas eléctricas de alta tensión.....	50
7.5	Colisiones con molinos de viento	51
7.6	Riesgo de Intoxicación por plomo	52
7.7	Interacción con Unidades de Gestión Ambiental (UGAS)	54
VIII.	CONCLUSIONES	58
IX.	RECOMENDACIONES DE MANEJO.....	61
X.	RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA LA PRÓXIMA ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA:.....	63
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	64
XII.	ANEXOS	73

I. INTRODUCCIÓN

Los estudios recientes indican que el 78% de las poblaciones mundiales de buitres, un grupo clave de carroñeros, están actualmente en riesgo y disminuyendo debido a factores antropogénicos, principalmente la caza y el envenenamiento (Plaza et al. 2019). Esta disminución es particularmente preocupante dada la importancia ecológica de estas aves, incluyendo la prevención de la propagación de enfermedades por el consumo de carroña. La situación se agrava para los buitres ya que se alimentan en grandes grupos, lo que significa que un solo evento de envenenamiento puede llevar a múltiples fatalidades (Ogada et al., 2012). Además de los peligros de los cadáveres envenenados y la toxicidad del plomo, los buitres enfrentan una variedad de otras amenazas a nivel mundial.

Actualmente las colisiones con líneas eléctricas, las fatalidades en parques eólicos, los riesgos por colisiones con automóviles sobre las carreteras y la ingesta de basura han sido documentadas como causas significativas de mortalidad (Van Rooyen, C. S., 2000; Barrios, L., & Rodríguez, A., 2004, Bakker, V. J, et al, 2023, Lambertucci et al., 2009). Estas amenazas subrayan la necesidad urgente de estrategias de conservación integrales para proteger a estos importantes carroñeros aviares.

El Cóndor de California (*Gymnogyps californianus*), miembro de la familia Cathartidae, representa un caso emblemático en los esfuerzos de conservación de los carroñeros. Reconocido como una de las especies de aves más grandes, con una envergadura que alcanza hasta tres metros, el Cóndor de California no es solo un símbolo de majestuosidad, sino también de vulnerabilidad ecológica (Rojo, A., & de la Cruz, E., 2003). Estas aves exhiben una estrategia de vida K-selectiva, caracterizada por bajas tasas reproductivas y cuidado parental extendido, haciendo que la mortalidad adulta sea particularmente impactante en sus poblaciones (González, A. R., 1999).

Históricamente, el rango de distribución del Cóndor de California abarcaba desde las costas del Pacífico de Canadá hasta el norte de México, incluyendo las regiones montañosas de Baja California y el sur de Estados Unidos (Rojo, A., & de la Cruz, E., 2003). Sin embargo, las poblaciones del cóndor fueron aminorándose durante el siglo XX y los primeros esfuerzos para recuperar las poblaciones de cóndor californiano fueron en Estados Unidos en 1967, en este año se enlistó al cóndor dentro del Registro Federal como una “especie con amenaza de extinción”. En la década de 1980 empezaron las acciones de conservación como la captura de ejemplares y la cría en cautiverio, para el año 1987 se capturaron los últimos 27 individuos que vivían en estado silvestre (Moir, J., 2006).

La participación de México en la conservación del Cóndor de California comenzó en 1999, tras un acuerdo binacional con Estados Unidos. Esta colaboración condujo a la liberación de cóndores en la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California, un proyecto supervisado por el Grupo de Recuperación del Cóndor de California, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU. y la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México (SEMARNAP) (de la Cruz Robles, E., & Peters, E., 2007). En agosto de 2002, seis cóndores criados en cautiverio fueron trasladados al Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, donde fueron aclimatados antes de su liberación en octubre del mismo año. La población de cóndores en Baja California, es monitoreada mediante radiotransmisores y supervisada por biólogos mexicanos (Rojo, A., & de la Cruz, E., 2003).

Las amenazas contemporáneas que enfrenta el Cóndor de California son diversas y significativas. Entre ellas, el envenenamiento por plomo, a menudo resultado de la ingestión de municiones, es una preocupación mayor. Además, la ingestión de basura y las colisiones con estructuras urbanas, incluyendo cableados de alta tensión, han sido identificadas como causas directas de mortalidad en esta especie (Hall, J. C., et al, 2019; Snyder y Snyder 2000). Se han documentado casos específicos donde los cóndores han sufrido colisiones fatales con estos cableados.

Un problema potencialmente grave es la ingestión de basura por los polluelos, quienes la confunden con fragmentos de hueso necesarios para su desarrollo. Aunque los cóndores adultos también consumen estos desechos, generalmente son capaces de expulsarlos. Sin embargo, los polluelos, con sistemas digestivos menos desarrollados, enfrentan mayores dificultades para eliminar estos materiales, lo que puede resultar en obstrucciones en su tracto digestivo y afectar negativamente su crecimiento y supervivencia (Phillips, A.L, 2007; Mee, A., et al, 2007).

Estos desafíos subrayan la importancia de la conservación del Cóndor de California, no solo como una cuestión de preservación de una especie, sino también por su rol crucial en el mantenimiento de ecosistemas saludables. Como carroñeros, estas aves desempeñan una función vital en la dinámica ecológica, ayudando a eliminar la carroña y, por ende, contribuyendo a la prevención de la propagación de enfermedades (Markandya, A., et al., 2008). La protección del Cóndor de California, por lo tanto, es fundamental para la salud y el equilibrio de los ecosistemas en los que habitan.

II. ANTECEDENTES

El registro fósil del pleistoceno indica que el Cóndor de California habitó en Norteamérica en el norte de México y en Estados Unidos en la zona de la costa del Pacífico, en la parte central-sur en Nevada, Arizona, Nuevo México y Texas, así como al este en el estado de Florida y New York en la costa del Atlántico (Miller, 1911). Una amplia distribución histórica sugiere una notable adaptabilidad del Cóndor a diversos climas (Snyder, N. and H. Snyder, 2000). En la actualidad, su distribución se ha reducido significativamente, limitándose al suroeste de Estados Unidos y la península de Baja California en México (SEMARNAT, 2012).

Durante las décadas de 1950 y 1960 en Estados Unidos, se produjeron cambios significativos en el uso de la tierra dentro de las zonas de distribución histórica del cóndor. Los pastizales naturales, que eran áreas de forrajeo tradicionales, se transformaron en zonas ganaderas y residenciales. Esta alteración del hábitat llevó al Cóndor a modificar su dieta, pasando de mamíferos nativos a depender más del ganado vacuno (Finkelstein, et al, 2020).

En 2020, la superficie destinada a actividades agrícolas en Baja California fue de 176,340 hectáreas (Censo de Población y Vivienda 2020) y representaba el 71% del valor agropecuario estatal. Una de las zonas de mayor producción agrícola fue la zona costera del estado, en donde se producen cultivos de tomate, bayas y pepinos, principalmente, aportando el 41% del valor agrícola estatal, la zona costera se compone por el Valle de Guadalupe, Ojos Negros, Maneadero, San Vicente, San Quintín, Colonet, Valle de la Trinidad y El Rosario. Siendo los cinco últimos sitios que frecuenta el cóndor de California. (Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027)

Los plaguicidas son sustancias químicas utilizadas para controlar plagas que pueden ser maléficas para los cultivos. Estos plaguicidas pueden ser clasificados según su uso (insecticidas, raticidas, herbicidas, fungicidas, etc.) y también se clasifican por su composición química (organofosforados, organoclorados, carbamatos, etc) (Ferrer, A. 2003). En la Tabla 1. Se presentan los plaguicidas utilizados en Baja California, los cuales de acuerdo a estudios realizados en el Valle

de San Quintín por (Violante, E. Z., et al, 2012) se utilizaban de forma equivocada, en términos de aplicación, dosis y tiempos, poniendo en riesgo la salud de los trabajadores jornaleros y la del medio ambiente.

Tabla 1. Plaguicidas utilizados en campos agrícolas de Baja California.

Fuente: (Violante, E. Z., et al, 2012)(NOM-232-SSA1-2009)(González, F. B, et al 2015)

Ingrediente activo	Tipo	Clasificación	Categoría toxicológica
Acefate	Insecticida	Organofosforado	IV
Trifluralina	Herbicida	Organofosforado	IV
Diclorvos	Insecticida	Organofosforado	II
Naled	Insecticida	Organofosforado	III
Malation	Insecticida	Organofosforado	IV
Paration Metilico	Insecticida	Organofosforado	II
Endosulfan	Insecticida	Organoclorado	II
Abamectina	Insecticida	Pentaciclina	II
Benomilo	Fungicida	Ticarbamato	IV
Clorotalonil	Fungicida	Aromático Policlorado	IV
Captán	Fungicida	Ftalamida	IV
Glifosato	Herbicida	Fosfometilglicina	IV
Thiodicarb	Insecticida	Carbamato	IV
Paraquat	Herbicida	Bipiridilo	II

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) surgieron como una iniciativa para fomentar el desarrollo socioeconómico en comunidades rurales, integrando prácticas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad.

Las Unidades de Manejo se encuentran en predios e instalaciones que operan en conformidad a un Plan de Manejo, un documento técnico operativo que detalla y organiza las actividades de manejo para las especies de vida silvestre y de su

hábitat, este plan de manejo establece las metas y los indicadores de éxito del mismo (Ley General de Vida Silvestre, 2000).

Las UMAS se dividen en dos tipos, las que son en vida libre (Extensivas), aquellas que realizan manejo con especies de interés cinegético, monitoreo de poblaciones, manejo del hábitat, etc. Otro tipo de UMA son las que se manejan en confinamiento o cautiverio (Intensivas), tales como criaderos intensivos, zoológicos, invernaderos, etc (CONAFOR 2023).

El aprovechamiento sustentable se divide en dos categorías, extractiva y no extractivas. El aprovechamiento extractivo involucra la utilización de especímenes, sus partes o sus derivados mediante actividades como la caza, la recolección con fines científicos o la captura (CONAFOR, 2009). Por otro lado, el aprovechamiento no extractivo que se relaciona con actividades que se llevan a cabo con la vida silvestre sin sacarlos de su entorno natural. Ejemplos de estas actividades incluyen la educación ambiental, la fotografía, el ecoturismo, el cine, etc. (CONAFOR, 2023)

De acuerdo con datos oficiales de la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) en 2017, en el Estado de Baja California se encontraban operando 267 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS). En las cuales las especies de importancia cinegética fueron principalmente mamíferos y aves. Entre ellas destacan: Venado bura (*Odocoileus hemionus*), liebre (*Lepus californicus*), conejo cola blanca (*Sylvilagus bachmani*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), gato montés (*Lynx rufus*), coyote (*Canis latrans*), puma (*Puma concolor*), codorniz de California (*Callipepla californica*) y Codorniz de montaña (*Oreortyx pictus*), Paloma Huilota (*Zenaida macroura*).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC)

El instrumento de regulación de política ambiental. Su objetivo principal es contribuir en las decisiones relacionadas con la planificación del uso del suelo y la gestión ambiental de las actividades productivas promoviendo el uso sostenible de los recursos naturales y su conservación.

El POEBC, propone segmentos del territorio con características físicas, biológicas y socioeconómicas únicas, las cuales serán llamadas Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Estos componentes fueron estudiados para proponer los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) que permitan a su vez el desarrollo sustentable y la conservación del ecosistema.

Cada una de ellas cuenta con su propia política ambiental la cual indica el nivel de aprovechamiento que se le dará a sus componentes ambientales (Aprovechamiento sustentable, protección y conservación). Los lineamientos y criterios de regulación ecológica indicarán las actividades de aprovechamiento que pueden realizarse y de igual manera señalarán aquellas que deberán conservarse. Las UGAS tienen como objetivo crear un balance entre el desarrollo sustentable y la conservación del medio ambiente (Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, 2014)

III. JUSTIFICACIÓN

La urbanización y el desarrollo de infraestructura y caminos han generado impactos negativos en la biodiversidad, afectando particularmente la diversidad y riqueza de aves (Merino García, 2017). En este contexto, la reintroducción del Cóndor de California en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) representa un esfuerzo significativo de conservación. Aunque dentro de los límites del parque los cóndores están protegidos por normativas específicas, su tendencia a volar más allá de estos límites plantea desafíos adicionales. La identificación y mitigación de amenazas potenciales son cruciales para asegurar el éxito a largo plazo del programa de reintroducción.

IV. OBJETIVO

Identificar las localidades principales que los Cóndores de California (*Gymnogyps californianus*) visitan fuera del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, para detectar posibles amenazas y generar información que pueda contribuir a su plan de manejo. Programa De Acción para La Conservación de la Especie Cóndor De California

4.1 Objetivos Específicos

- Evaluar la distribución del Cóndor de California en el periodo del año 2020 usando coordenadas geográficas UTM obtenidas a través de monitoreos realizados con equipo satelital por miembros del Proyecto Cóndor en México y aplicar formatos vectoriales tipo “shape” para determinar las delegaciones en las que cae cada punto de distribución del Cóndor fuera del polígono del PNSSPM
- Determinar cuáles son las localidades más visitadas por los cóndores y analizar las amenazas antropogénicas asociadas a cada una de ellas (basureros, zonas agrícolas, densidad poblacional, cableado de alta tensión, Parques Eólicos, carreteras y UMAS).
- Identificar los instrumentos de política ambiental (Leyes, normas, reglamentos, Unidades de Gestión Ambiental, Programas de Ordenamiento Ecológico, etc.) que sirvan de sustento para generar recomendaciones de manejo para la conservación del Cóndor en Baja California.

V. METODOLOGÍA

5.1 Base de Datos

El presente estudio no hubiera podido llevarse a cabo sin la valiosa aportación de una base de datos producto del esfuerzo de monitoreo vía satélite a cargo del equipo de trabajo del Proyecto de Reintroducción del Cóndor de California en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.

La base de datos contiene 45,074 ubicaciones espaciales expresadas en coordenadas UTM de los sitios de descanso de 19 cóndores (8 hembras y 11 machos) registradas durante enero a diciembre de 2020. Determinamos como “sitio de descanso” aquellas coordenadas en las que la velocidad del cóndor era igual a cero. Además, esta base incluye las variables de sexo, edad, identificación individual de cada cóndor “Stud Book Number”, fecha de nacimiento, fecha de liberación (de los cóndores nacidos en cautiverio), lugar de nacimiento, tiempo en libertad y fecha en la que se registraron las coordenadas espaciales.

5.2 Población del Cóndor en el PNSSPM

Estudiamos la población de cóndores de California (*Gymnogyps californianus*) reintroducida en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. La población está compuesta por 30 cóndores en total: 10 hembras, 15 machos liberados en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM), y 5 cóndores de sexo desconocido que nacieron en vida libre.



Figura 1. Cóndores de California (*Gymnogyps californianus*). Fotografía: Valeria Ruiz.

5.3 Área de Estudio

El Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir se encuentra en la cadena montañosa de la península de Baja California. Específicamente, el parque se encuentra en la región central y de mayor altitud de esta cordillera (Rivera-Huerta, 2016). Tiene una superficie aproximada de 72,910-68 hectáreas y está delimitado por las siguientes coordenadas geográficas: 30°44' y 31°10' de latitud norte y 115°13' y 115°44' de longitud oeste (CONANP, 2006). Tiene un clima de tipo mediterráneo según la clasificación de clima hecha por Köppen y modificada por García (1973), el cual se describe como un clima con inviernos fríos y húmedos y veranos secos y calurosos.

La precipitación media anual varía entre los 500-700 mm, y la mayor parte de la precipitación se registra durante el periodo invernal. Solo entre el 10 y el 20% de la

precipitación ocurre en la temporada de monzones en verano (Dunbar-Irwin y Safford 2016). El efecto de “sombra orográfica” también influye en las precipitaciones dentro del PNSSPM. Debido a su ubicación en una cadena montañosa de gran altitud paralela a la costa del Pacífico, en invierno, el aire húmedo que proviene del océano asciende, se enfría y choca contra la montaña. En su trayecto, libera toda su humedad en forma de lluvia y nieve (Peinado, 1994; Valdés, T. V., & Cano-Santana, Z., 2005). En verano, se registran lluvias torrenciales con probabilidad de rayos debido al aire húmedo del Monzón Norteamericano que se origina en la vertiente oriental del parque (CONANP, 2006).

La vegetación en el PNSSPM tiene su origen en las regiones boreales y muestra similitudes, tanto en cuanto a sus especies como a su estructura, con los bosques de pinos del sur de California (Delgadillo, 2004). La Sierra de San Pedro Mártir, donde se encuentra el parque, se extiende a través de dos pisos bioclimáticos distintos, conocidos como el Mesomediterráneo y el Supramediterráneo, los cuales se diferencian por sus comunidades vegetales únicas (CONANP, 2006).

El piso Mesomediterráneo abarca altitudes que oscilan entre los 1,300 y 2,000 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por la presencia de especies del chaparral, principalmente *Adenostoma sparsifolium* y *Juniperus californica*. Además, se encuentran bosques de pino piñonero, con *Pinus quadrifolia* y *Pinus monophylla* como especies predominantes, junto con bosques de encinos en las áreas ribereñas, donde se destaca *Quercus agrifolia* (Peinado, 1994; CONANP, 2006; Delgadillo, 2004).

Por otro lado, el piso Supramediterráneo se ubica por encima de los 2,000 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por un bosque mixto de coníferas, donde el Pino amarillo (*Pinus jeffreyi*) es la especie dominante (Delgadillo, 2004). El sotobosque de este piso está compuesto principalmente por especies de manzanita del género *Arctostaphylos* (Peinado, 1994), pero también incluye otras especies como *Pinus jeffreyi*, *Pinus lambertiana*, *Pinus contorta*, *Pinus coulteri*, *Abies concolor*, *Calocedrus decurrens*, *Populus tremuloides* y *Salix spp* (CONANP, 2006). El parque alberga una variedad de fauna, incluyendo cimarrones (*Ovis canadensis*

cremnobates), gatos monteses (*Lynx rufus*), pumas (*Puma concolor*), zorros grises (*Urocyon cinereoargenteus*) y águilas reales (*Aquila chrysaetos*).

Sobre la carretera que conduce hacia el PNSSPM se encuentra un proyecto de electrificación llamado “L.D. Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir entronque circuito 5120 SE. San Quintín 34,5 KV, FO. En Municipio de Ensenada, B.C.” Consiste en el tendido eléctrico y conexión mediante fibra óptica desde el ejido Zapata hasta llegar a las instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir (OAN). El Cableado eléctrico consta de una longitud total de 83,671 km de los cuales 59,371 se encuentran como tendido eléctrico fuera del polígono del PNSSPM (los primeros 47,231 km se utilizó cable desnudo y en los últimos 12.140 km se utilizó un cable semi aislado) y 24.3 km se encuentran de modo subterráneo dentro de los límites del PNSSPM iniciando la transición de cableado eléctrico a subterráneo en el km 73+060. (MIA-OAN SPM, 2016).

5.4 Identificación de Amenazas Potenciales

Las zonas agrícolas, asentamientos humanos, basureros municipales, carretera, el cableado eléctrico, zonas de cacería, y los aerogeneradores, son factores que han sido causantes de mortalidad en cóndores de vida libre en Estados Unidos y también representan un peligro para otras especies de avifauna. Para evaluar si son amenazas potenciales para la población de cóndores en Baja California, analizamos si había un traslape espacial entre su ubicación y los puntos de descanso de los cóndores.

Primero obtuvimos archivos con información geográfica, utilizados principalmente para elaborar mapas, en un formato llamado “Shapefile”. Los archivos Shapefiles consisten en un conjunto de varios archivos que trabajan juntos, como si fueran uno solo, dentro de los programas computacionales de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Contienen diversa información, incluyendo los límites geográficos de áreas protegidas, las densidades de poblaciones humanas y los patrones de uso de tierra.

Usando los datos satelitales, creamos mapas en QGIS 3.16.10 con los sitios de descanso de los cóndores. Convertimos las coordenadas UTM de la base de datos en un archivo delimitado por comas (CSV) el cual es compatible con el programa QGIS. Posteriormente, visualizamos los puntos de observación de cada cóndor y los guardamos como un archivo Shape. Después aplicamos más vectores tipo Shape para identificar amenazas potenciales en los sitios de descanso que usan los cóndores cuando se desplazan fuera del área protegida del parque.

5.4.1 Análisis Estadísticos

Para analizar la relación entre la localidad y otras variables como sexo, edad, lugar de nacimiento y temporada, se empleó un modelo de Bosque Aleatorio (Random Forest Model). Se eligió este modelo porque es especialmente versátil, capaz de manejar tanto datos categóricos como numéricos. Una de sus ventajas es que proporciona una medida de la importancia de cada variable o “característica”, permitiéndonos identificar cuáles tienen el mayor impacto en la predicción de la localidad.

Para evaluar la relación entre edad (la variable identificada por el modelo como la más importante) y localidad (la variable de respuesta) se realizó una prueba de Kruskal-Wallis. Dado que esta prueba resultó en un valor de p significativo, se realizaron pruebas post-hoc adicionales para determinar qué localidades específicas difieren entre sí en términos de su distribución de edades. Se usó la prueba de Mann-Whitney U para realizar comparaciones por pares entre las localidades. Para corregir por múltiples comparaciones, se aplicó una corrección de Bonferroni al nivel de significancia (α).

Para examinar si los cóndores individuales mostraron diferentes patrones de distribución espacial con respecto a San Pedro Mártir (un área natural protegida), realizamos una prueba de Chi-Cuadrada. Las observaciones se categorizaron en dos grupos: aquellas dentro de San Pedro Mártir ("Dentro del Parque") y aquellas fuera de los límites del parque protegido ("Fuera del Parque"). La prueba de Chi-Cuadrada se llevó a cabo para comparar la frecuencia de observaciones de cada cóndor individual en estas dos categorías.

5.4.2 Localidades Visitadas

Los archivos correspondientes a los límites territoriales de la Entidad de Baja California y sus delegaciones se obtuvieron a través de la plataforma digital del INEGI (<https://www.inegi.org.mx/>). De igual forma, los archivos tipo shape que contienen la ubicación de todas las localidades rurales y urbanas del Estado de Baja California, fueron obtenidas del Censo de Población y Vivienda 2020 y 2010. Asimismo, se consiguió la base de datos de los Principales Resultados por Localidad (ITER) 2020 y 2010 de Baja California, la cual proporciona la clave de localidad con la información sobre la identificación geográfica y las características de la población.

Usamos el programa QGIS 3.16.10 para visualizar el traslape espacial entre los sitios de descanso de los cóndores y los polígonos de las delegaciones de Baja California. Seleccionamos individualmente a cada una de las delegaciones (El Rosario, Puertecitos, Punta Colonet, San Felipe, Valle de la Trinidad y Vicente Guerrero) en las que había observaciones de cóndores, y las exportamos por separado como archivos shape. De esta forma, logramos obtener las coordenadas de los puntos de descanso pertenecientes a cada delegación. Después, abrimos el documento “.dbf” generado, subproducto del archivo shape, en Excel para juntar la información correspondiente a cada punto de observación (identificación y características individuales del cóndor, fecha, coordenadas, etc) con su delegación correspondiente en una sola base de datos. De modo que, el resultado fue una nueva base de datos actualizada con la información original y la nueva columna llamada “Delegaciones”.

Finalmente guardamos estos resultados como un archivo delimitado por comas (CSV), para poder visualizar los puntos de descanso pertenecientes a cada delegación en el programa de cómputo y analizar traslapos con otros polígonos de interés. Se muestra un resumen en la Fig. 2

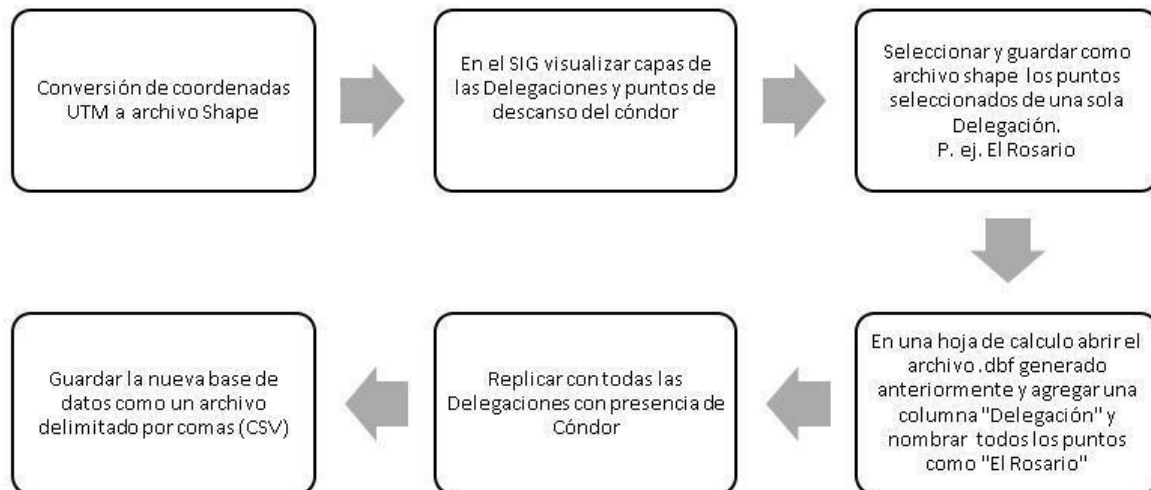


Figura 2. Diagrama del resumen de la metodología para identificar las Delegaciones.

Seguido de la actualización de la base de datos, se llevó a cabo un análisis de traslape entre localidades y puntos de descanso del cóndor. Para llevar a cabo este estudio se visualización en QGIS 3.16.10 los puntos de localización de las localidades rurales y urbanas en conjunto con los puntos de descanso del condor. Sólo se consideraron aquellas localidades ubicadas a menos de 10 km de distancia de cualquier punto de descanso de los cóndores, y se seleccionaron como localidades de amenaza. Como resultado, se identificaron 107 sitios de amenaza para el cóndor (Tabla 11. Anexos).

5.4.3 Basureros y tiraderos clandestinos

Los archivos correspondientes a los puntos de localización de los basureros municipales se obtuvieron través de la plataforma IDEA (Infraestructura de Datos Espaciales Abiertos) el cual es un proyecto del Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Unidad GITS del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (<https://www.gits.igg.unam.mx/idea/inicio>). Estas capas contienen los puntos de ubicación de los basureros municipales y los vertederos inventariados por el INEGI. Datos a escala 1:50,000. Las coordenadas fueron procesadas en el programa QGIS 3.16.10.

De igual manera, se visitaron los basureros clandestinos dentro de las localidades: Vicente Guerrero, San Telmo y Valle de la Trinidad. Tomando las coordenadas UTM del basurero y procesarlas en el programa QGIS 3.16.10.

Para este estudio de relación entre los puntos de descanso del cóndor y los basureros se visualizaron las capas para identificar algún traslape o un acercamiento importante.

5.4.4 Zonas Agrícolas

Para el estudio del traslape entre las zonas agrícolas y los puntos de descanso del cóndor. Se obtuvieron los archivos shape de las zonas agrícolas del estado visibles en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (continuo nacional) a escala 1:250 000, por medio del Portal de Geoinformación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). Únicamente se consideraron aquellas zonas agrícolas ubicadas a menos de 10 km de distancia de cualquier punto de descanso registrado como zonas agrícolas de amenaza. Como resultado, se identificaron 11 sitios de amenaza agrícolas para los cóndores.

Para realizar este análisis se consultó la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (<http://geoportal.conabio.gob.mx>)

5.4.5 Carretera Federal “Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir”

El archivo shape correspondiente a la línea carretera federal “Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir” fue extraído del “Conjunto de datos vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas. Edición 1.0, Baja California” edición 2011 a escala 1:50 000. Por medio del portal de Sistemas de Consultas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Para llevar a cabo el análisis de traslape entre puntos de descanso de los cóndores y la carretera se tomaron en cuenta todos aquellos puntos de descanso del cóndor con una distancia igual o menor a 500 metros alrededor de la carretera federal

“Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir”. La carretera tiene una longitud de 84 km desde su inicio en la Carretera Ensenada- Lázaro Cárdenas hasta el inicio del polígono del PNSSPM.

5.4.6 Cableado eléctrico de alta tensión

Las coordenadas UTM de los puntos de localización de postes de cableado de alta tensión que se dirigen al PNSSPM se obtuvieron a través del Manifiesto de Impacto Ambiental del proyecto denominado “L.D. Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir entronque circuito 5120 SE. San Quintín 34,5 KV, FO. En Municipio de Ensenada, B.C.” los cuales fueron procesados y convertidos a archivos tipo shape en el programa QGIS 3.16.10.

Para llevar a cabo el análisis de traslape entre esta zona de amenaza con los puntos de descanso del cóndor se tomaron en cuenta todos aquellos puntos de descanso del cóndor con una distancia igual o menor a 500 metros alrededor del cableado de alta tensión hacia el PNSSPM.

5.4.7 Parque Eólico “Fuerza Eólica de San Matías”

Los polígonos del Parque Eólico “Fuerza Eólica de San Matías”, fueron creados a partir de las coordenadas UTM señaladas en su Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), documento de acceso libre. Estas coordenadas las procesamos en el programa QGIS 3.16.10 para crear los polígonos de los aerogeneradores.

Para este estudio de relación entre los puntos de descanso del cóndor y el parque eólico de San Matías se visualizaron ambas capas para identificar algún traslape o un acercamiento importante.

5.4.8 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs)

Los polígonos de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) se obtuvieron en la página oficial de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SMADS), donde descargamos archivos con extensión “.KMZ” que procesamos en Google Earth y posteriormente convertimos en archivos tipo shape para que fueran compatibles con el programa de Qgis 3.16.10.

Con la base de datos actualizada anteriormente, visualizamos los polígonos de todas las UMAs de Baja California en QGIS 3.16.10 junto con los puntos de descanso de los cóndores con el fin de identificar traslapes espaciales entre estos dos elementos.

Seleccionamos individualmente a cada polígono de UMA que tenía presencia de cóndores, las cuales fueron: Valle del Canelo, San Juan de Dios, Rancho el Coyote, Los Moreno, Los Enjambres, Hermanos Duarte, La Huertita S.P.R. de R.L., Ejido Benito Juárez, Cañón del Agua Caliente Fracción II, Arroyo el Represo, Arroyo Grande, Sierra de San Pedro Mártir. Y guardamos el archivo en formato tipo shape de cada uno. En una nueva hoja de Excel abrimos el archivo .dbf creado anteriormente y agregamos una nueva columna denominada “UMA”. De esta manera, obtuvimos una base de datos actualizada con los puntos de descanso identificados en sus delegaciones correspondientes y si se encontraban o no dentro de una UMA.

Esta nueva base de datos se guardó como un archivo delimitado por comas (CSV) para poder visualizarse nuevamente en QGIS.

5.4.9 Unidades de Gestión Ambiental (UGAS)

Los polígonos de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAS) se obtuvieron en la página oficial de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SMADS), donde descargamos archivos con extensión “.KMZ” que procesamos en Google Earth y posteriormente convertimos en archivos tipo shape para que fueran compatibles con el programa de Qgis 3.16.10.

Se representaron gráficamente en el programa QGIS 3.16.10, los polígonos de todas las Unidades de Gestión Ambiental del Estado, así como los puntos de descanso de cóndores. El objetivo es determinar posibles coincidencias espaciales entre estos elementos.

Individualmente seleccionamos cada uno de los polígonos de las UGAS que mostraban presencia de cóndores, estas UGAS específicas fueron: 3.b, 5.j, 6.l, 6.o, 7.d, 7.q, 8.j, 9.c y 11. Posteriormente, guardamos cada archivo en formato shape. En una nueva hoja de Excel, abrimos el archivo .dbf generado previamente y añadimos una columna adicional llamada "UGA". De esta manera, creamos una base de datos actualizada que incluye los puntos de descanso identificados, indicando si se encuentran o no dentro de una UGA y asignándolos a sus respectivas localidades. Esta nueva base de datos se guardó como un archivo delimitado por comas (CSV) para poder visualizarse nuevamente en QGIS.

VI. RESULTADOS

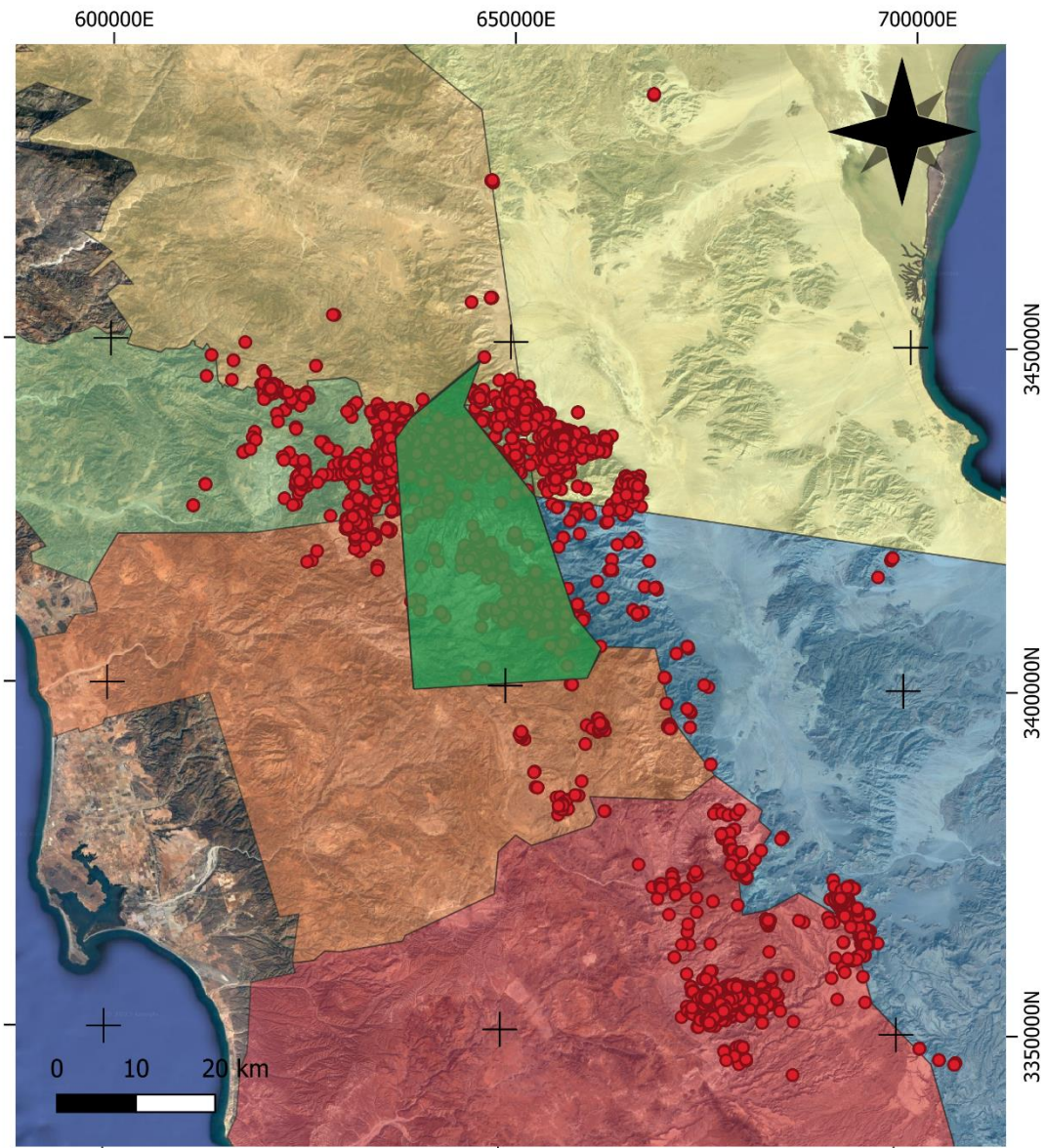
6.1 Análisis Estadísticos

Se registraron 15,733 puntos de descanso de cóndores fuera del perímetro del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, lo que constituye el 34.91% del total de registros. Estas localizaciones se distribuyeron en cinco delegaciones específicas: Punta Colonet, El Rosario, Puertecitos, Vicente Guerrero y Valle de la Trinidad, además de un municipio adicional, San Felipe (Figura 3). Las localidades más visitadas fueron Punta Colonet, San Felipe y El Rosario, con 7,005 (15.54%), 4,474 (9.93%) y 2,365 (5.25%) observaciones registradas, respectivamente (Figura 4).

En cuanto a la demografía de los cóndores representados, 3,312 puntos corresponden a hembras y 12,424 a machos. Asimismo, 13,450 de los puntos se atribuyen a cóndores adultos (seis o más años), mientras que los restantes 2,286 pertenecen a individuos jóvenes (Figura 5). La prueba de Chi-Cuadrada reveló una diferencia significativa en la distribución de observaciones dentro y fuera de San Pedro Mártir entre cóndores individuales ($\chi^2 = 5238.07$, $p < 0.001$). Específicamente, los cóndores 468, 320, 572, 261 y 549 mostraron una mayor presencia fuera del parque en comparación con lo que se esperaría si todas las observaciones se distribuyeran uniformemente (Figura 6). Estos cinco cóndores son machos adultos y sus edades varían entre 10.76 a 19.58 años ($\bar{x} = 14.56$).

Los resultados del Modelo de Bosque Aleatorio indican que la edad es el factor más importante para explicar qué localidades visitan los cóndores cuando se desplazan fuera del parque, con una importancia relativa de aproximadamente el 59%. Otras variables como el lugar de nacimiento, el sexo y la temporada también tuvieron un impacto, aunque menor. Punta Colonet fue la única localidad visitada por los 19 cóndores del estudio, quienes tuvieron, en promedio, una edad de 9.24 años—la más baja de todas las localidades. En contraste, los 15 cóndores que visitaron San Felipe tuvieron una edad promedio de 14.24 años, significativamente más alta que en las demás localidades (Figura 7). Las localidades menos visitadas fueron El Rosario y Puertecitos, ambas visitadas por 14 de los 19 cóndores posibles, con

edades promedio de 9.87 y 10.64 años, respectivamente. Dado que el cóndor de mayor edad, una hembra de 20 años, y el cóndor más joven, un macho de 2 años, visitaron las seis localidades, todas presentaron el mismo rango en cuanto a la edad de los cóndores visitantes: 2 a 20 años.



Simbología

- | | |
|---|-----------------------------------|
| ● Ubicación espacial de cóndores | Delegación "Vicente Guerrero" |
| Polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir | Delegación "Valle de la Trinidad" |
| Delegación "El Rosario" | Municipio de San Felipe |
| | Delegación "Punta Colonet" |
| | Delegación "Puertecitos" |

Figura 3. Localidades delimitadas con diferentes colores (ver simbología) y las ubicaciones de los puntos de descanso de los cóndores (puntos rojos). El polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir es de color verde oscuro.

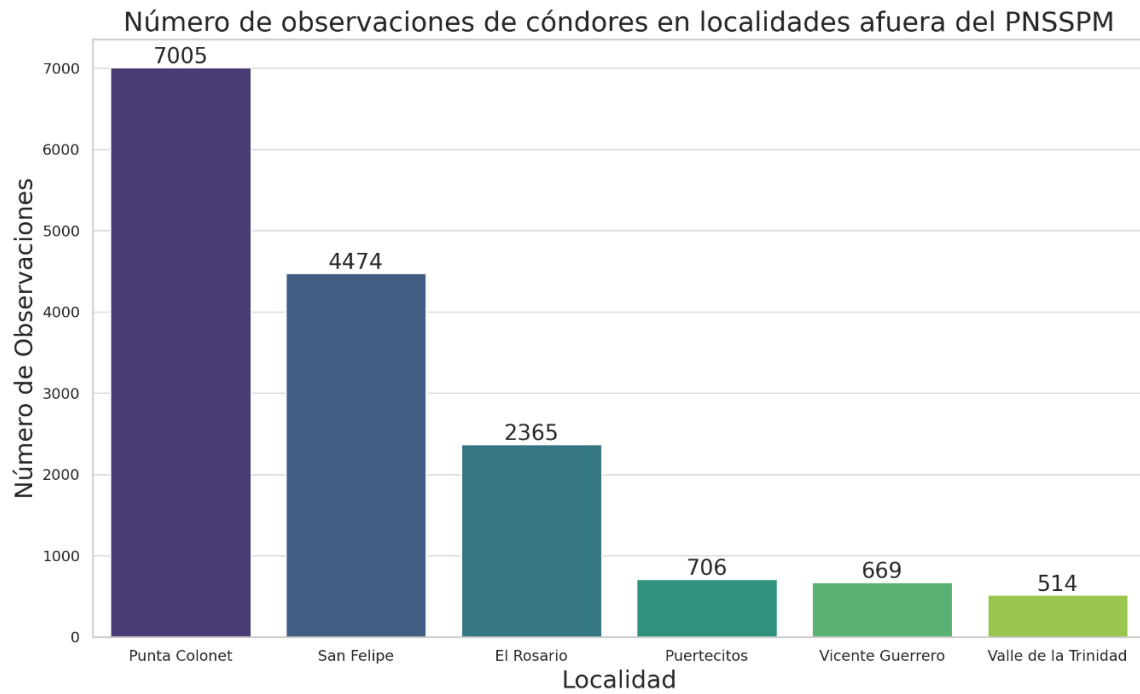


Figura 4. Número de observaciones de cóndores en localidades visitadas fuera del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM).

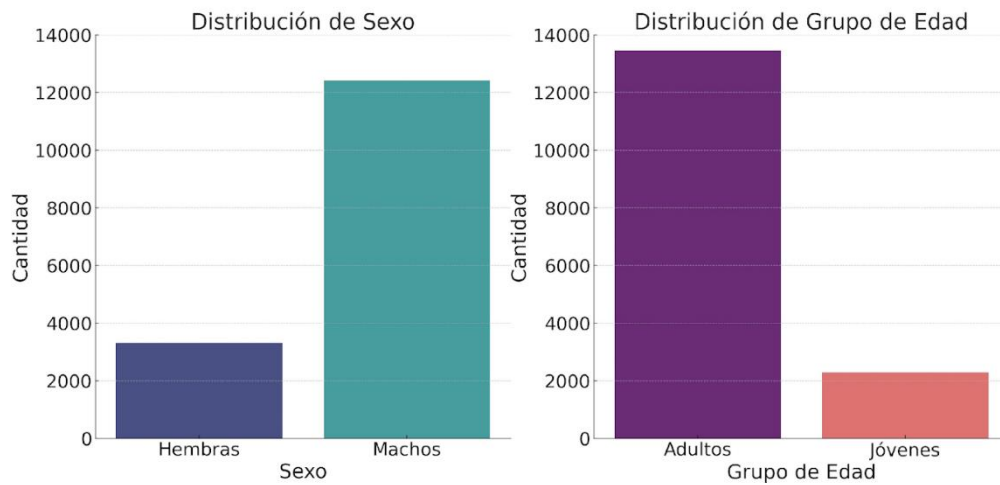


Figura 5. Número de observaciones fuera del PNSSPM según dos categorías: sexo (hembras y machos) y grupo de edad (adultos y jóvenes).

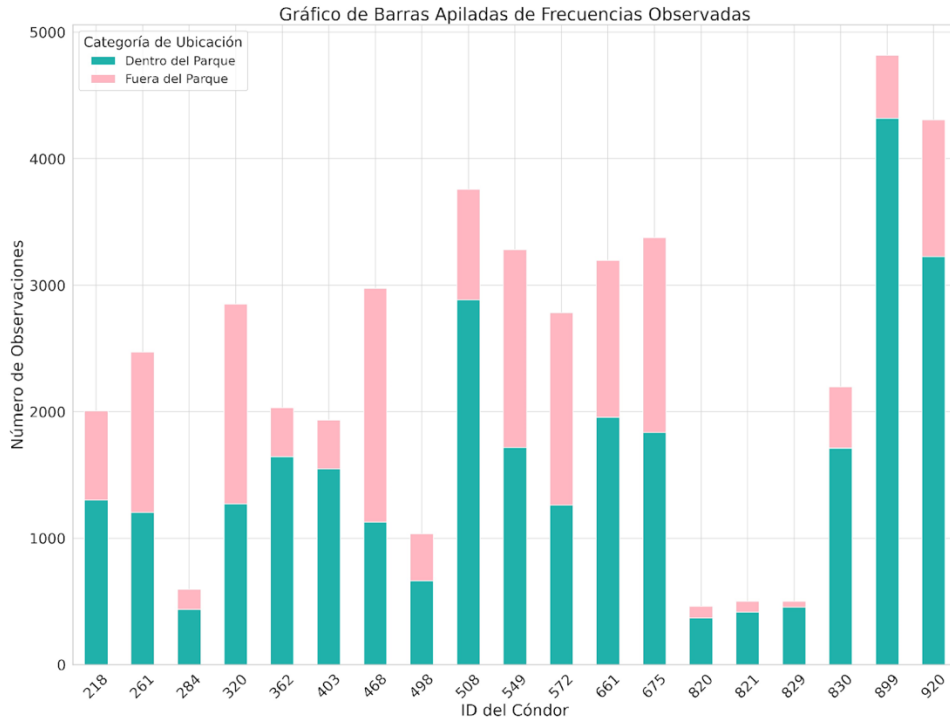


Figura 6. Número de observaciones de cóndores en localidades visitadas fuera del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM).

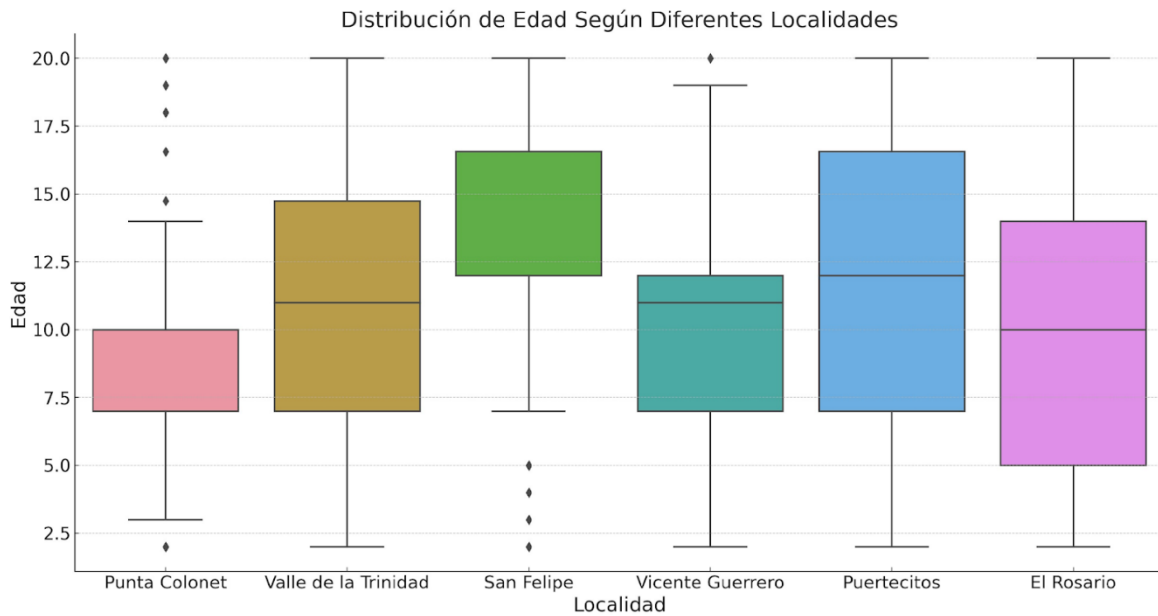


Figura 7. Edades de los cóndores y localidades visitadas. Como referencia, los 19 cóndores del estudio visitaron Punta Colonet, la delegación más cercana al Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir.

6.2 Interacción entre cóndores y asentamientos humanos

El Valle de la Trinidad es la localidad que contiene la mayor cantidad de asentamientos rurales (n = 31) que podrían representar sitios de potencial amenaza para los cóndores (Tabla 2; Figura 8). No obstante, Punta Colonet a pesar de tener menos asentamientos (n = 18), cuenta con un número similar de pobladores (89 vs 76 pobladores).

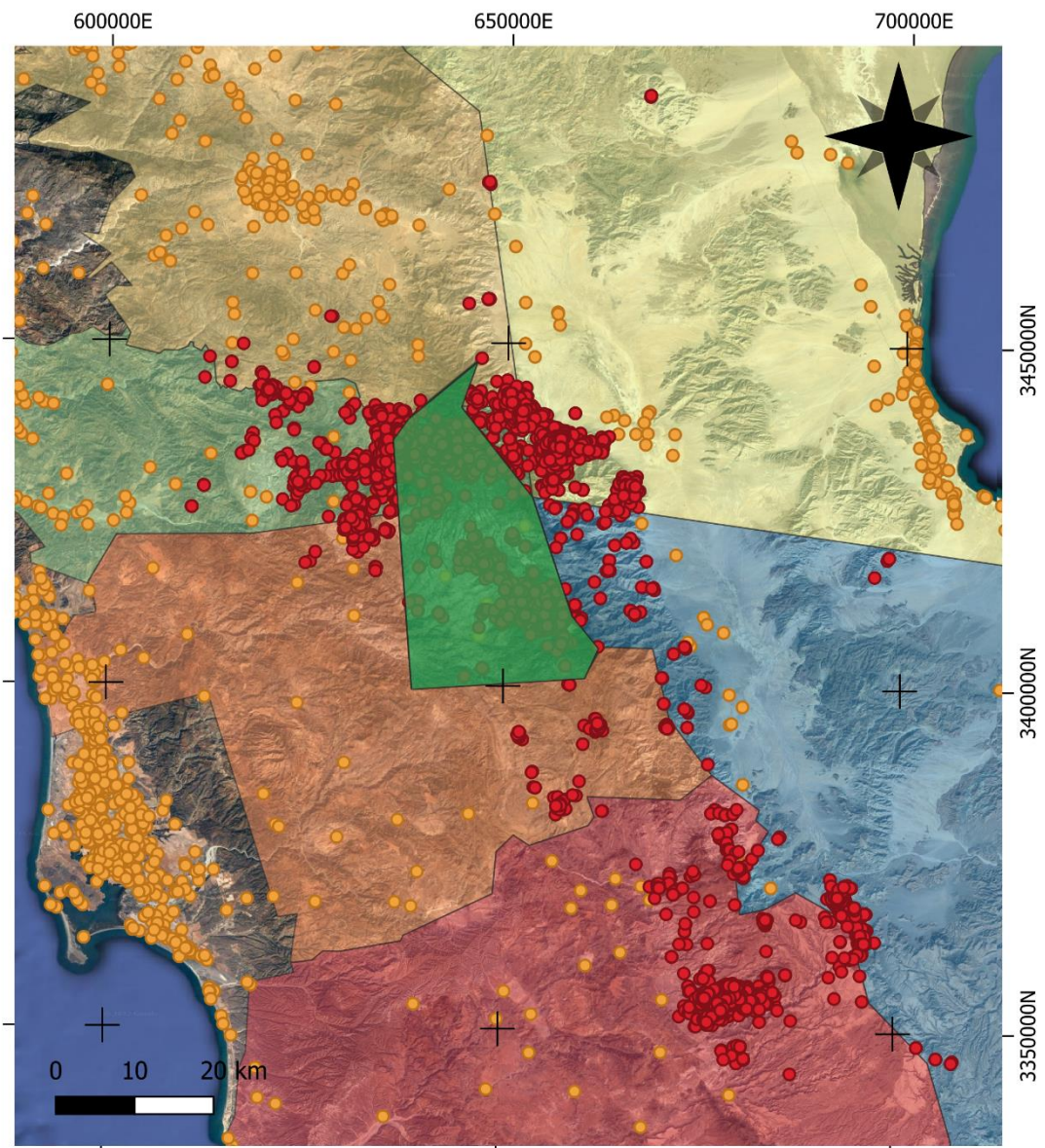
Tabla 2. Relación entre localidades, número de asentamientos que contienen y el total de sus habitantes

Localidad	Número de asentamientos	Número de pobladores
Valle de la Trinidad	31	76
El Rosario	15	51
Puertecitos	13	43
Punta Colonet	18	89
San Felipe	23	68
San Vicente	7	12

A continuación, se presenta la Tabla 3, donde se muestran los asentamientos con los que los cóndores tuvieron un acercamiento a una distancia menor a 1 km. Además, se proporciona el número de pobladores que conforman cada asentamiento y el número de identificación del cóndor visitante.

Tabla 3. Interacción menor a 1 km de distancia entre localidades y el cóndor

Localidad	Asentamiento	Distancia	Número de pobladores	SB#
Punta Colonet	El Coyote	700 m	7	661
	Rancho Gárate	220 m	Desconocido	920
	Campo Forestal #1	530 m	1	403
	Los Manzanos	250 m	Desconocido	820
Puertecitos	Algodón (El Aguaje)	715 m	2	261
	El Saltito	750 m	Desconocido	261
El Rosario	El Parral	450 m	Desconocido	661
	Las Tinajas	950 m	2	572
	La Yegua	750 m	1	572
	La Huertita	370 m	3	572 y 468



Simbología

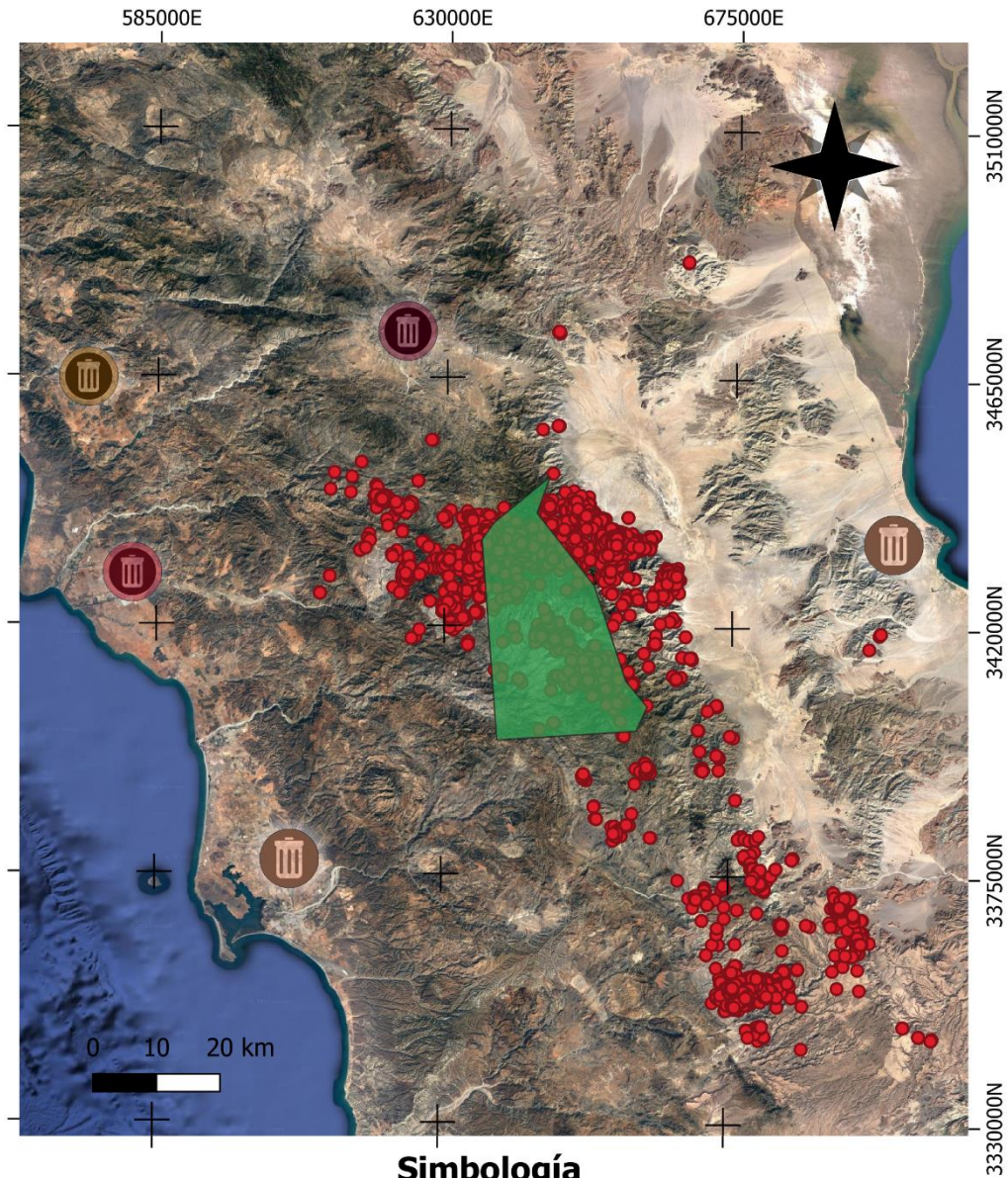
- | | |
|---|-----------------------------------|
| ● Ubicación espacial de cóndores | Delegación "Vicente Guerrero" |
| ● Asentamientos Humanos | Delegación "Valle de la Trinidad" |
| Polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir | Municipio de San Felipe |
| Delegación "El Rosario" | Delegación "Punta Colonet" |
| | Delegación "Puertecitos" |

Figura 8. Relación espacial entre la ubicación de los cóndores y los asentamientos

6.3 Interacción entre cóndores y basureros

Se analizaron un total de cinco basureros, dos de ellos oficiales y censados por el INEGI, localizados en San Quintín y San Felipe y los tres restantes siendo basureros clandestinos localizados en Punta Colonet, Vicente Guerrero y Valle de la Trinidad (Figura 9). A continuación, se describirán las tres interacciones de importancia para este estudio:

1. El acercamiento más importante se trata de un basurero al aire libre ubicado a 47.518 km al este del parque, en el municipio de San Felipe. La interacción más cercana fue registrada a una distancia de 16.4 km entre un sitio de descanso de un cóndor y un sitio de disposición de residuos, esta interacción fue realizada por el cóndor SB#320, un macho de 14 años.
2. El segundo acercamiento de importancia fue con un basurero clandestino en el Valle de la Trinidad, siendo este basurero el más cercano a los límites del PNSSPM a una distancia de 33.6 km en dirección norte del polígono del Parque. El acercamiento fue a una distancia de 19.9 km de un sitio de descanso, realizado por el cóndor SB# 675 un macho adulto de 8 años.
3. Finalmente, un basurero clandestino ubicado en Punta Colonet localizado a 55.1 km al oeste de los límites del PNSSPM tuvo la tercera interacción más cercana a 29.6 km con un sitio de descanso de un cóndor, tratándose del individuo SB# 661, una hembra de 8 años.



Simbología

- Ubicación espacial de cóndores
- Polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir
- 🗑️ Basureros INEGI
- 🗑️ Basurero clandestino Valle de la Trinidad
- 🗑️ Basurero clandestino Punta Colonet
- 🗑️ Basurero clandestino San Vicente

Figura 9. Ubicación espacial de los basureros más cercanos al PNSSPM.

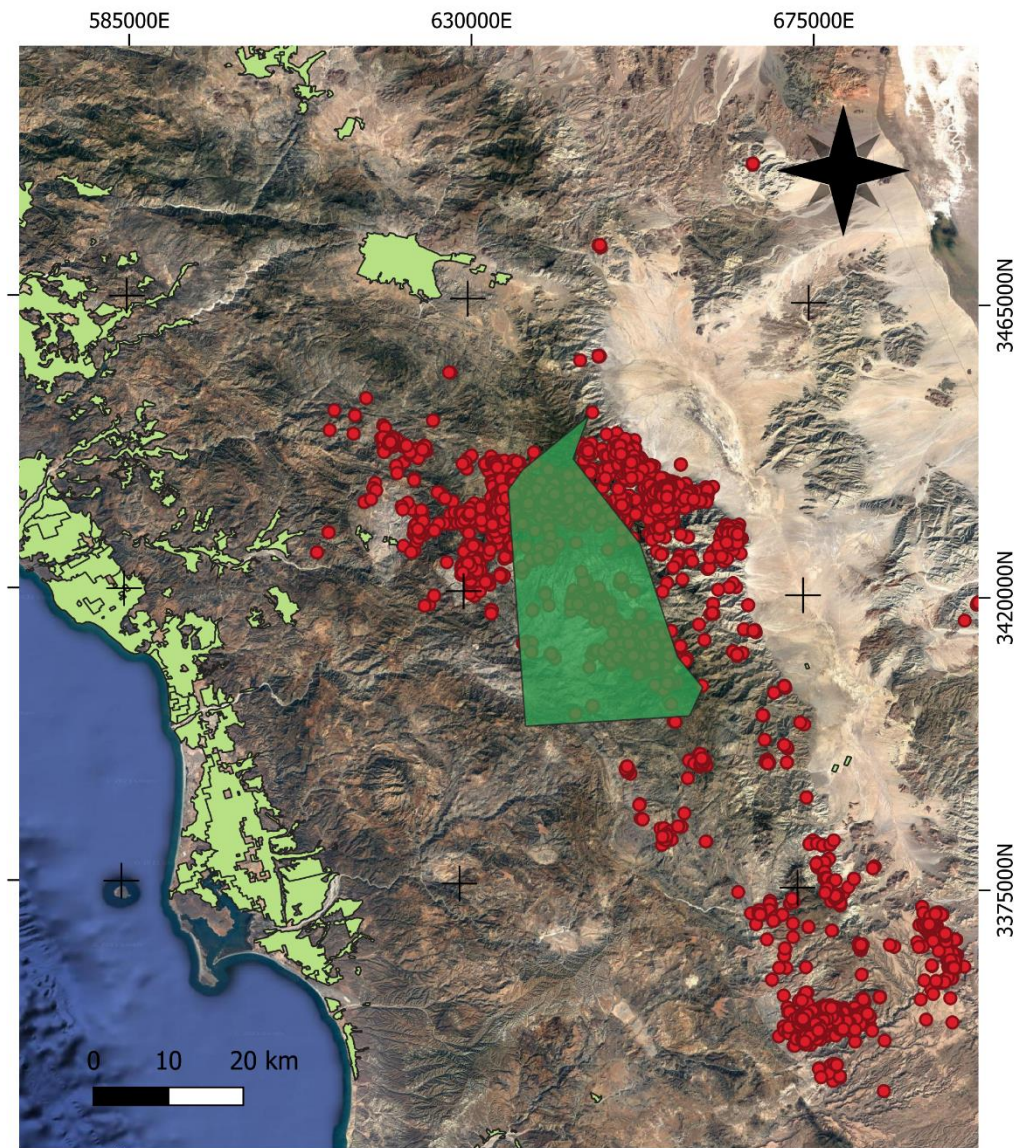
6.4 Interacción entre cóndores y zonas agrícolas

Tres de las seis localidades visitadas por los cóndores contienen zonas agrícolas (Figura 10). En la Tabla 4, se puede observar que Punta Colonet supera a las demás localidades en términos de área de tierras cultivadas, con un total de 2,183.27 hectáreas distribuidas en 8 zonas distintas de cultivo. Esto contrasta notablemente con Puertecitos, donde solo se identificaron 2 zonas de cultivo que abarcan un total de 125 hectáreas. De manera similar, en la delegación de Vicente Guerrero, se identificó una única área de cultivo que cubre 177.31 hectáreas.

Solamente tres cóndores se acercaron a distancias menores de 10 km de los sitios de cultivo. El cóndor con las interacciones más frecuentes con estas zonas fue identificada como SB#661, una hembra adulta de 8 años. Esta llegó a una distancia mínima de 3.08 km de un sitio de cultivo en Punta Colonet. Otro cóndor, identificado como SB#920, un macho juvenil de 2 años exhibió un patrón similar, pero se acercó más, llegando a una distancia de 921 metros de un sitio de cultivo. Finalmente, el cóndor etiquetado como SB#320, un macho adulto de 12 años, se registró cercano a dos sitios de cultivo en Puertecitos.

Tabla 4. Relación entre las áreas de cultivo y la ubicación espacial de los sitios de descanso del cóndor.

Localidad	Área (ha)	Distancia	Tipo de Agricultura	SB#
Vicente Guerrero	177.31	7.3 km	Temporal Anual	661
Punta Colonet	277.57	7.7 km	Riego Anual	661
	371.98	6.3 km	Riego Anual	661
	694.54	3.08 km	Temporal Anual	661
	365.82	6.7 km	Temporal Anual	661
	57.66	5.16 km	Temporal Anual	661
	296.2	3.6 km	Temporal Anual	920
	90.46	921 m	Temporal Anual	920
	29.04	2.4 km	Temporal Anual	920
Puertecitos	67.73	7.8 km	Temporal Anual	320
	57.8	6.3 km	Riego Anual y Permanente	320



Simbología

- Ubicación espacial de cóndores
- Zonas agrícolas
- Polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir

Figura 10. Ubicaciones espaciales de las zonas de cultivo y de los sitios de descanso de los cóndores fuera del PNSSPM.

6.5 Interacción entre cóndores y la carretera hacia el PNSSPM

La carretera 'Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir' mide una distancia de 84 km, desde su inicio hasta la entrada al PNSSPM. Se contabilizaron un total de 45 puntos de descanso de cóndores a una distancia menor de 500 metros a la redonda de la carretera, los cuales se distribuyeron entre los 540 hasta los 2630 msnm (Figura 11). Se identificaron cuatro sitios de recurrencia frecuente a los 1760, 1680, 1570 y a los 1540 msnm, los cuales resguardaron el 57.7% del total de los puntos totales (26 puntos de descanso). La mayor cantidad de puntos cercanos a la carretera se localizaron cercanos a un rancho llamado "Los Manzano" aproximadamente en el kilómetro 72 de la carretera hacia el PNSSPM. Cabe mencionar que únicamente 8 de los 19 cóndores que se monitorearon para este estudio tuvieron interacciones con la carretera.

6.6 Interacción entre cóndores y cableado eléctrico de alta tensión

Con respecto a la relación entre el cableado de alta tensión y los cóndores, se obtuvieron un total de 14 puntos de interacción cercana con el cableado eléctrico a un radio de 500 metros a la redonda, todos ellos concentrados a 3.6 kilómetros de una localidad llamada "El Potrero" en la Delegación de Punta Colonet (Figura 11). La interacción más cercana tuvo lugar a 300 metros del cableado de alta tensión. Se identificaron 2 ejemplares que tuvieron las interacciones más cercanas a este punto de amenaza. El cóndor identificado como SB#498 realizó el mayor número de interacciones con el cableado de alta tensión, teniendo 11 puntos cercanos. Se trata de un macho adulto de 11 años. Le siguió el individuo SB#675, un macho adulto de 8 años, con 3 interacciones cercanas.

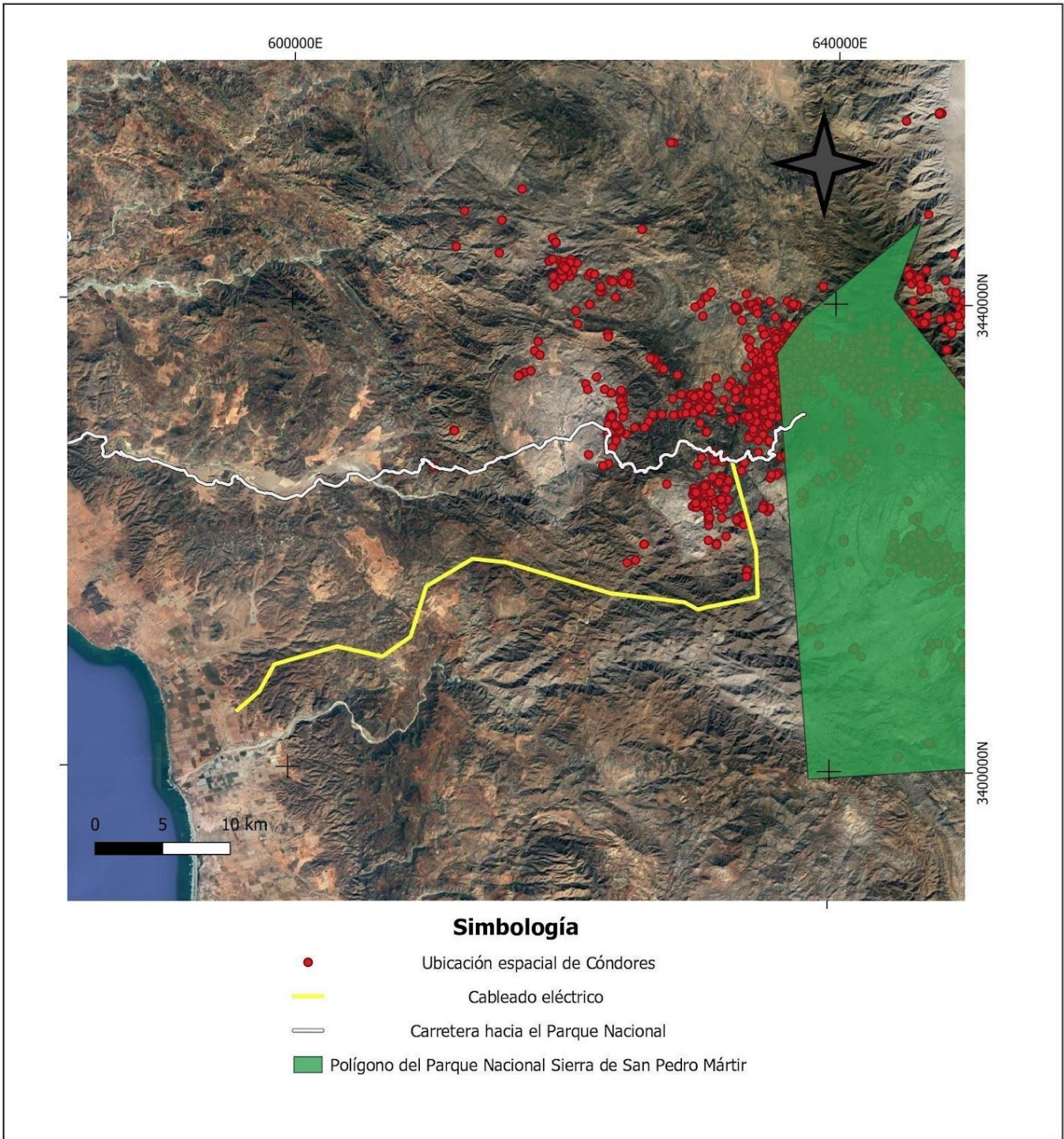
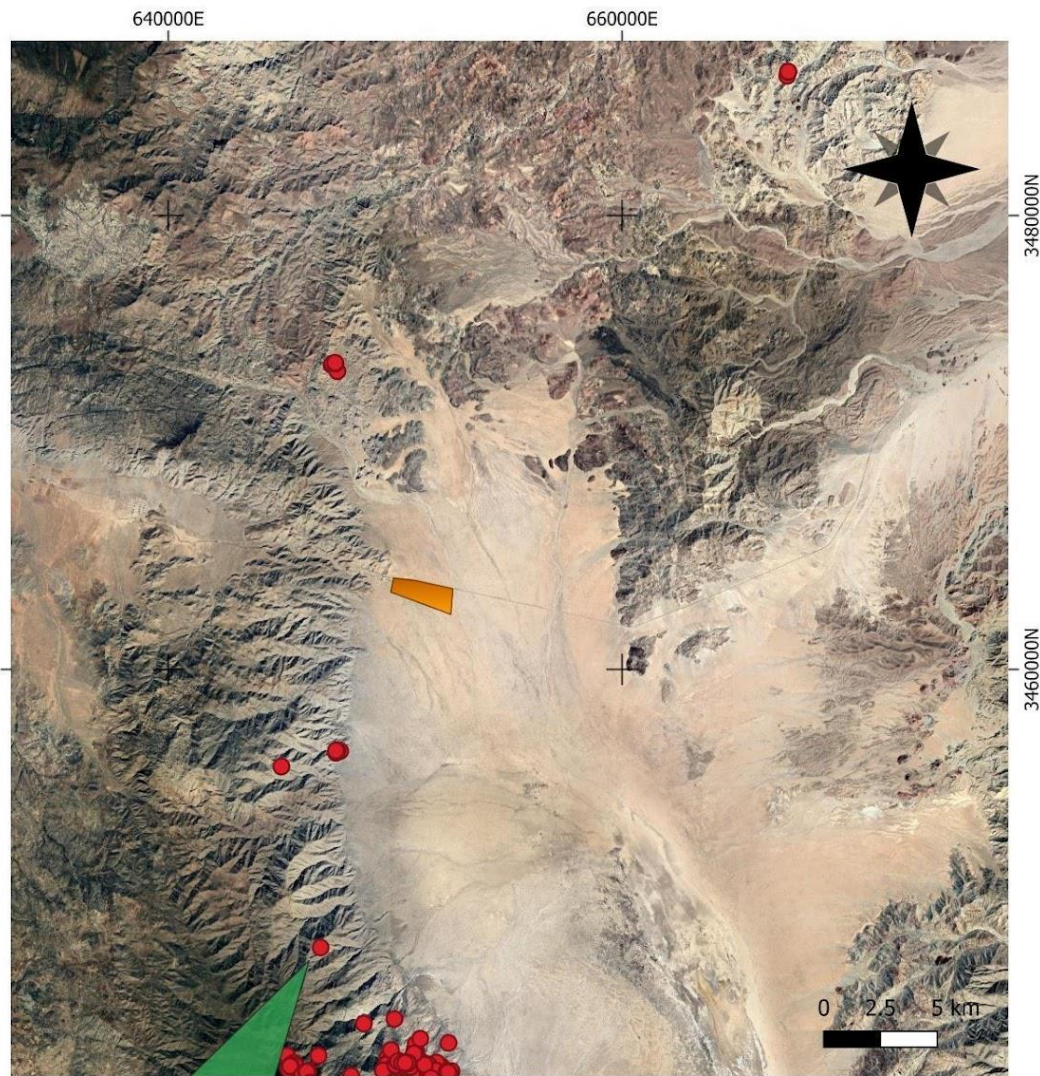


Figura 11. Ubicación espacial del cableado eléctrico, la carretera hacia el Parque Nacional y su interacción entre los sitios de descanso de los cóndores fuera del PNSSPM.

6.7 Interacción entre cóndores y Parque Eólico de San Matías

Fuerza Eólica de San Matías es un parque eólico localizado en el municipio de San Felipe dentro del Ejido “Tribu Kiliwas”, cercano al kilómetro 120 de la carretera Federal número 3 “Ensenada-El Chinero” y a 16 km de distancia del PNSSPM (Figura 12). Consta de 8 aerogeneradores modelo Clipper Liberty de 2.5 MW cada uno, dentro de una superficie de 250 Ha, aproximadamente. Estos aerogeneradores tienen una altura de 80 metros y cuentan con 3 aspas de 43 metros cada una, teniendo un diámetro de rotor de aproximadamente 89 metros (tomando en cuenta el buje del rotor). (MIA, Fuerza Eólica de San Matías, 2010).

El cóndor 261 mantuvo varios puntos de descanso alrededor de los 7.3 km al suroeste de distancia de los aerogeneradores, todos estos entre el 28 y 29 de junio de 2020. Se trata de un ejemplar macho adulto de 19 años. Existió otra interacción alrededor de los 9 y 10 km de distancia al noroeste del parque eólico ocurrida el 30 de septiembre y el 1 de octubre de 2020, esta vez por el cóndor con SB# 362, un macho adulto de 15 años.



Simbología

- Ubicación espacial de Cóndores
- Polígono Parque Eólico "San Matías"
- Polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir

Figura 12. Ubicación espacial del Parque Eólico "Fuerza Eólica de San Matías" y su interacción con los sitios de descanso de los cóndores fuera del PNSSPM.

6.8 Interacciones entre cóndores y UMAS
 (Unidades de Manejo Para la Conservación de la Vida Silvestre)

Se identificaron todas aquellas UMAS en las que se registraron puntos de descanso de los cóndores; en total, se identificaron 12 UMAS, todas ellas desarrollan sus actividades en vida libre (extensivas) y su principal actividad es la cacería cinegética (Figura 14). Cabe mencionar que, en aquellas en las que hay presencia de Borrego Cimarrón, las actividades que se realizan son únicamente de investigación y conservación para esa especie.

Las principales especies de importancia cinegética para estas UMAS son las siguientes: venado bura (*Odocoileus hemionus*), liebre (*Lepus californicus*), conejo cola blanca (*Sylvilagus bachmani*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), gato montés (*Lynx rufus*), coyote (*Canis latrans*), puma (*Puma concolor*), codorniz de California (*Callipepla californica*) y Codorniz de montaña (*Oreortyx pictus*). En la tabla 5, podemos apreciar las principales características de las UMAS con presencia de cóndores, así como la identificación de los cóndores que visitaron cada una.

Tabla 5. Principales características de las UMAS que visitan los cóndores, y lista con los SB# de los cóndores que interactuaron con ella

Nombre de la UMA	UMA	Especies de intereses	Delegación	Cóndores que visitan
Arroyo Grande	SPA-EX-0040-ENS	Borrego Cimarrón	El Rosario	218, 261, 320, 362, 468, 498, 508, 549, 572, 661, 675, 920
Arroyo el represo	SPA-EX-0065-ENS	Borrego cimarrón, venado bura, codorniz de california y paloma huilota	El Rosario	218, 320, 362, 403, 468, 498, 508, 549, 572, 661, 675, 830,
Cañón del agua caliente Fracción II	SPA-EX-0101-ENS	Venado bura, codorniz de california y codorniz de montaña	Vicente Guerrero	218, 261, 320, 362, 403, 468, 508, 549, 661, 675, 830,

Ejido Benito Juárez	SPA-EX-0192-ENS	Venado bura, codorniz de california, conejo, gato montés, coyote, zorra gris y puma	Punta Colonet	572
Hermanos Duarte	SPA-EX-0220-ENS	Codorniz de california, paloma huilota, conejo cola blanca, liebre de california, venado bura y coyote	El Rosario	549
La Huertita S.P.R. de R.L.	SPA-EX-0183-ENS	Venado bura	El Rosario	218, 261, 320, 362, 403, 468, 498, 549, 572, 661, 675, 920
Los Enjambres	SPA-EX-0164-ENS	Borrego cimarrón y venado bura	El Rosario	572,
Los Moreno	SPA-EX-0295-ENS	Venado bura, codorniz de california, liebre, conejo cola blanca y paloma huilota	El Rosario	320, 661
Rancho el Coyote	SPA-EX-0215-ENS	Venado bura, paloma huilota, codorniz de california, codorniz de montaña, coyote y puma	Punta Colonet/ Valle de la Trinidad	261, 284, 320, 498, 508, 549, 572, 661, 675, 820, 821, 830, 899, 920
Sierra de San Pedro Mártir	SPA-EX-0221-ENS	Codorniz de california, codorniz de montaña, paloma huilota, conejo cola blanca, liebre de california, venado bura, coyote, gato montés y puma	El Rosario	218, 261, 284, 320, 403, 468, 498, 508, 549, 572, 661, 675, 820, 899, 920

San Juan de Dios	SPA-EX-0191-ENS	Venado bura, codorniz de california, coyote, puma, conejo cola blanca, zorra gris y gato montés	Punta Colonet/ Vicente Guerrero	468
Valle del Canelo	SPA-EX-0011-ENS	Paloma alas blancas, paloma huilota, codorniz de california y venado bura	Puertecitos	261, 320, 468, 549, 572, 661, 675, 830, 920

Ahora bien, en la figura 13, podemos observar cuáles son los sitios con el mayor número total de puntos de descanso de cóndores por año. La UMA 'El Coyote' es la que tiene el mayor número de puntos de descanso anuales. Este sitio fue visitado 1235 veces por 14 cóndores distintos. Se encuentra entre las delegaciones de Punta Colonet y Valle de la Trinidad y tiene un área total de 21,327.61 hectáreas distribuidas en 14 polígonos que conforman la UMA. Las especies de interés cinegético que se manejan en esta UMA son las siguientes: Venado bura, paloma huilota, codorniz de California, codorniz de montaña, coyote y puma.

El segundo sitio con mayor cantidad de puntos de descanso fue la UMA 'Valle del Canelo', con 435 puntos de descanso. Este sitio fue visitado por 9 cóndores distintos y se encuentra en la delegación de Puertecitos. Tiene un área de 28,791.753 hectáreas. Las especies de interés cinegético que se aprovechan en esta UMA son las siguientes: Paloma alas blancas, paloma huilota, codorniz de California y venado bura.

El tercer sitio de importancia para este estudio fue la UMA denominada 'Sierra de San Pedro Mártir', ubicada en la delegación de El Rosario. En este sitio se identificaron 393 puntos de descanso de 15 cóndores distintos. La UMA 'Sierra de San Pedro Mártir' cuenta con 32,026.406 hectáreas distribuidas entre los 19 polígonos que conforman este sitio. Las especies de interés cinegético en esta UMA son las siguientes: Codorniz de California, codorniz de montaña, paloma huilota, conejo cola blanca, liebre de California, venado bura, coyote, gato montés y puma.

Cabe mencionar que esta UMA cuenta con la mayor cantidad de cóndores individuales que la visitan, de acuerdo con la Tabla 6.

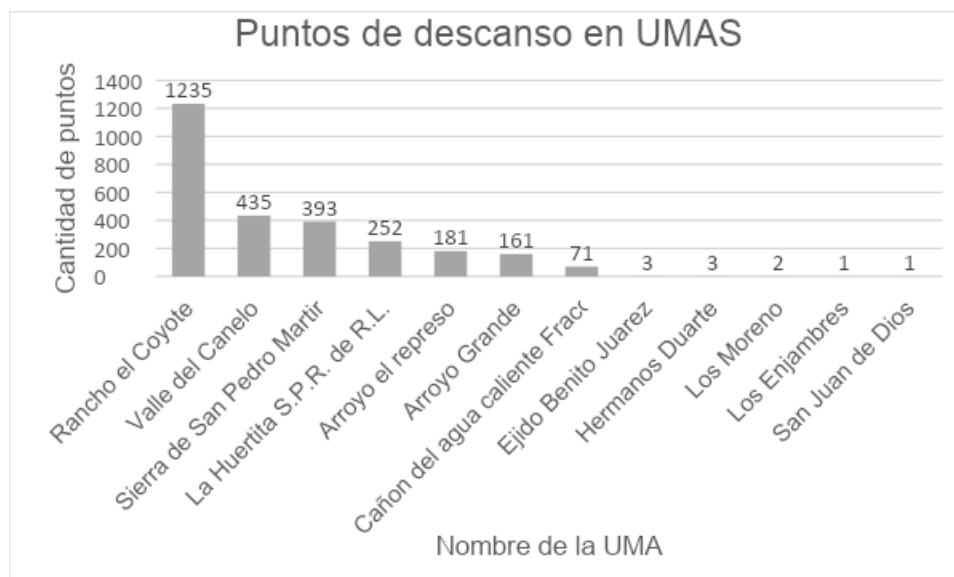


Figura 13. Cantidad de puntos de descanso sobre cada UMA.

Tabla 6. UMAS con la mayor cantidad de visitas por distintos cóndores

Nombre de la UMA	Cantidad de Cóndores
Sierra de San Pedro Mártir	15
Rancho el Coyote	14
Arroyo Grande	12
Arroyo el represo	12
La Huertita S.P.R. de R.L.	12
Cañón del agua caliente Fracción II	11
Valle del Canelo	9
Los Moreno	2
Ejido Benito Juárez	1
Hermanos Duarte	1
Los Enjambres	1
San Juan de Dios	1

En 2020, 18 de los 19 cóndores estudiados visitaron estos sitios de potencial amenaza. Los cóndores que interactuaron con la mayor cantidad de UMAS fueron: SB# 320, SB# 549, SB# 572 y SB#661. Todos estos cóndores son adultos con edades comprendidas entre los 8 y 17 años. En la Tabla 7 se presentan las características principales de los cóndores y la cantidad de UMAS con las que interactuaron a lo largo del año 2020

Tabla 7. Características demográficas de cada cóndor que muestra interacción con alguna UMA.

ID Cóndor	Cantidad de UMAS que visita	Edad	Sexo
SB# 320	8	17	Macho
SB# 549	8	10	Macho
SB# 572	8	10	Macho
SB# 661	8	8	Hembra
SB# 468	7	14	Macho
SB# 675	7	8	Macho
SB# 261	6	19	Macho
SB# 218	5	20	Hembra
SB# 498	5	11	Macho
SB# 508	5	11	Macho
SB# 920	5	2	Macho
SB# 362	4	15	Macho
SB# 403	4	14	Macho
SB# 830	4	5	Hembra
SB# 284	2	18	Hembra
SB# 820	2	4	Hembra
SB# 899	2	3	Hembra
SB# 821	1	4	Hembra

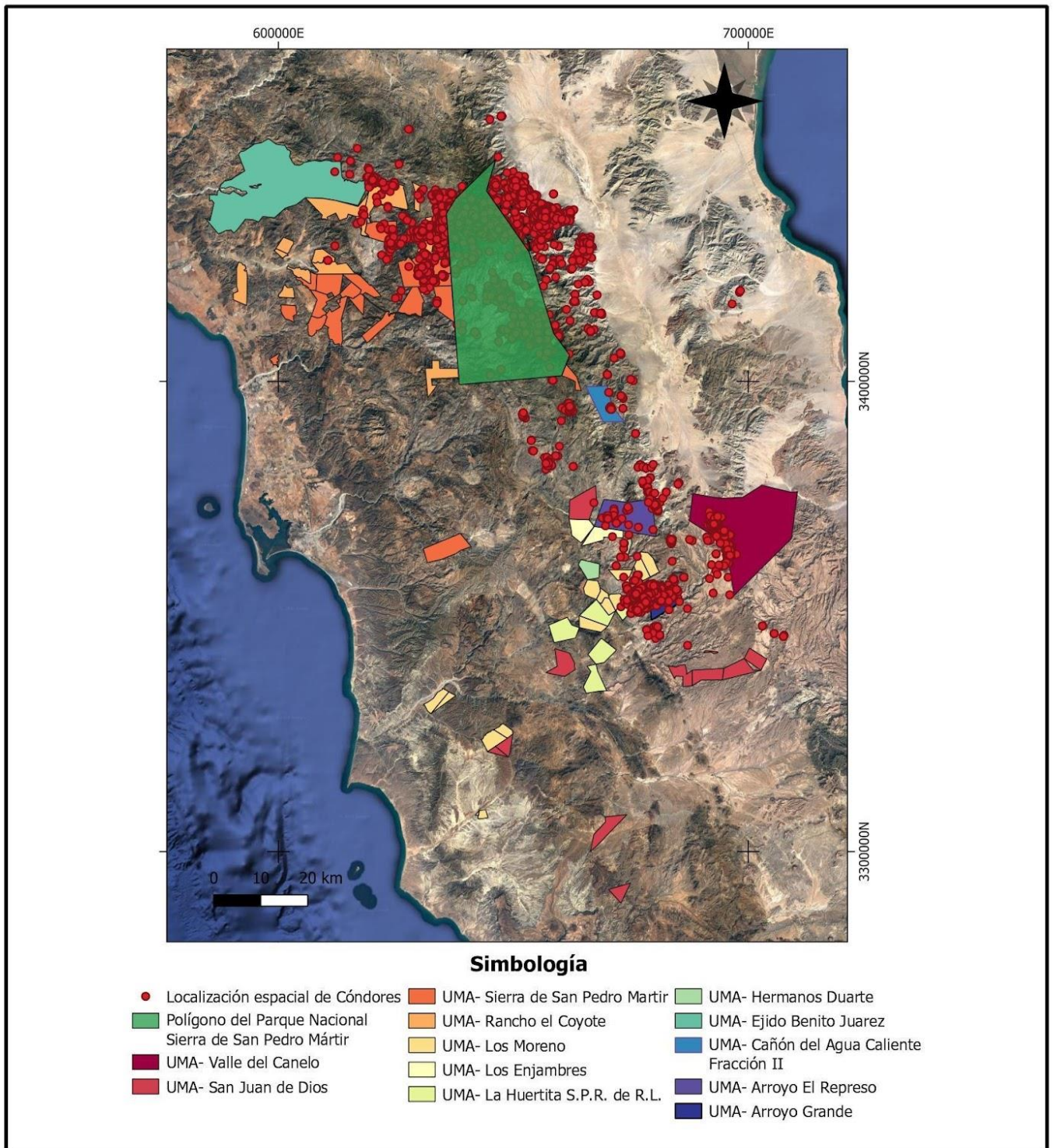


Figura 14. Ubicación espacial los polígonos de las UMAs de Baja California y su interacción con los sitios de descanso de los cóndores fuera del PNSSPM.

6.9 Interacciones entre cóndores y UGAS (Unidades de Gestión Ambiental)

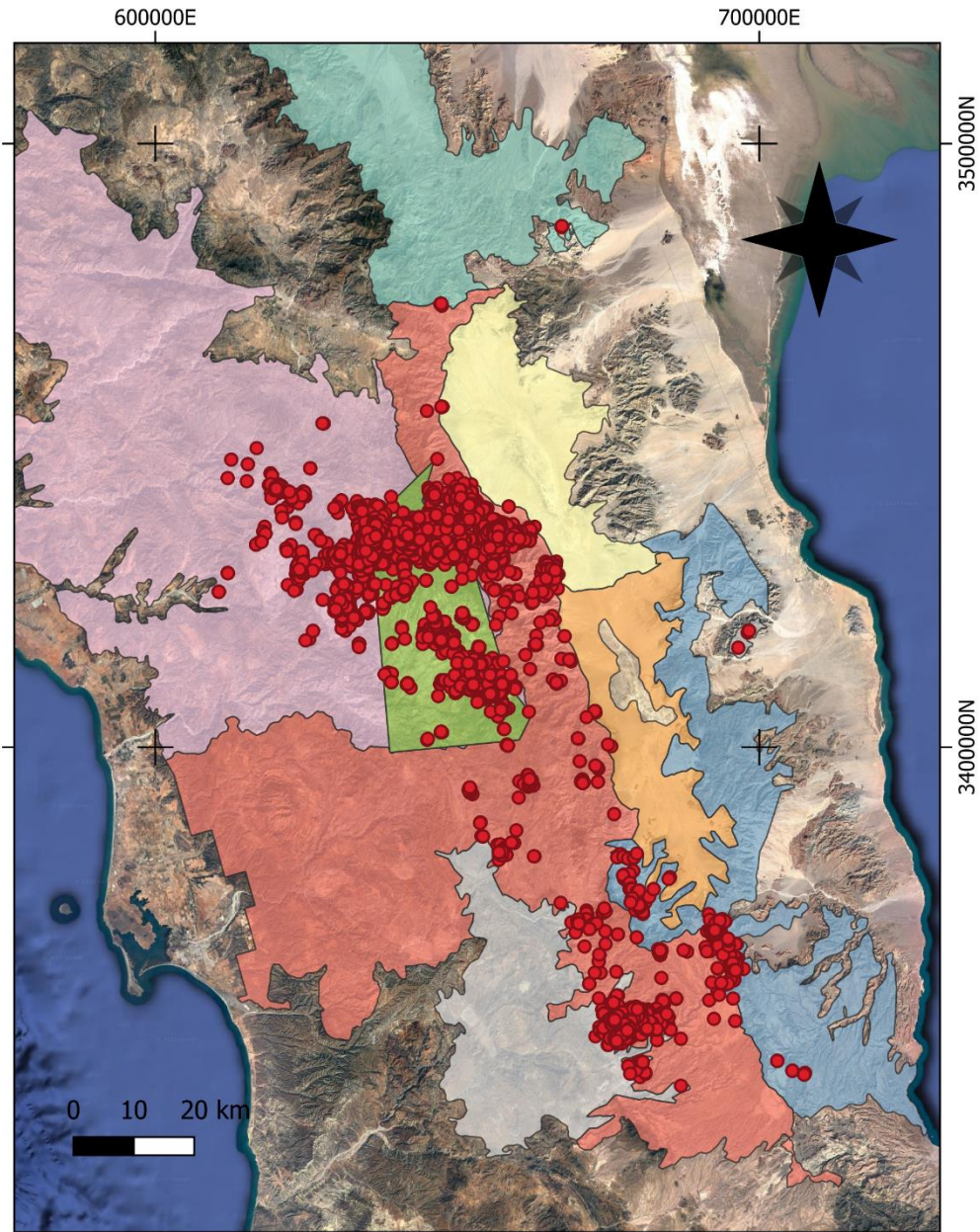
Se identificaron todas aquellas UGAS, en total 9, en las que se registraron puntos de descanso de los cóndores (Fig. 15). Las cuales, como podemos observar en la tabla 8, tienen en su mayoría una política ambiental de conservación a excepción de la UGA 11. La UGA con la mayor cantidad de puntos de descanso de los cóndores fue la 11, tratándose del polígono del PNSSPM que tiene una política ambiental de protección en la cual no se permite ningún tipo de actividad de aprovechamiento. Ahora bien, como podemos observar en la tabla 9, se realizó un relación con respecto a la cantidad de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre que estaban presentes en cada UGA, dando como resultado a la UGA 6.l con la mayor cantidad de UMAS (10 distintas) albergadas en ella, seguida por la UGA 5.j con 7 UMAS y finalmente la UGA 3.b con 3 UMAS en ella.

Tabla 8. Relación entre las UGAS con la mayor cantidad de visitas por distintos cóndores y su tipo de política ambiental.

Unidad de Gestión Ambiental	Política Ambiental	Cantidad de Puntos de descanso
3.b	Conservación	5,505
5.j	Conservación	541
6.l	Conservación	8356
6.o	Conservación	4
7.d	Conservación	6
7.q	Conservación	24
8.j	Conservación	646
9.c	Conservación	15
11	Protección	29976

Tabla 9. Relación de las UGAS y las UMAS que se encuentran dentro de ellas.

UGA	UMAS
3.b	Ejido Benito Juárez
	Rancho el Coyote
	Sierra de San Pedro Mártir
5.j	Arroyo el Represo
	Hermanos Duarte
	Arroyo Grande
	Los Enjambres
	San Juan de Dios
	La Huertita S.P.R de R.L.
	Los Moreno
6.l	Arroyo el Represo
	Arroyo Grande
	Cañón del Agua Caliente Fracción II
	Hermanos Duarte
	La Huertita S.P.R de R.L.
	Rancho el Coyote
	Sierra de San Pedro Mártir
	Los Enjambres
	Los Moreno
	San Juan de Dios
6.o	No aplica
7.d	No aplica
7.q	No aplica
8.j	Arroyo el Represo
	Valle del Canelo
9.c	Arroyo el Represo
11	No aplica



Simbología

- condores totales
- UGA 7.q
- UGA 11
- UGA 6.l
- UGA 6.o
- UGA 8.j
- UGA 3.b
- UGA 7.d
- UGA 9.c
- UGA 5.j

Figura 15. Ubicación espacial los polígonos de las UGAS de Baja California y su interacción con los sitios de descanso de los cóndores.

VII. DISCUSIONES

Nuestro estudio sugiere que los cóndores en Baja California muestran una fuerte preferencia por sitios de descanso que se encuentran dentro del Parque Nacional o en las áreas colindantes al parque lejanas de manchas urbanas. Este patrón sugiere una posible preferencia por los hábitats conservados, posiblemente debido a la disponibilidad de recursos o a la menor perturbación humana. De forma similar, un estudio reciente sobre cóndores andinos (*Vultur gryphus*) encontró patrones parecidos, documentando la presencia de estas aves en siete áreas naturales protegidas en la Cordillera de los Andes (Milla et al. 2023). No obstante, es importante considerar las limitaciones de nuestro estudio, dado que incluye datos únicamente del año 2020 y presenta un sesgo demográfico con una mayor representación de machos e individuos adultos en comparación con hembras e individuos jóvenes.

Los patrones de descanso de los cóndores fuera del PNSSPM sugieren una preferencia notable por la delegación de Punta Colonet, la cual fue visitada por todos los cóndores participantes en el estudio, destacando por tener el grupo con la menor edad promedio. Esta tendencia sugiere que Punta Colonet podría representar un área de especial interés o de amenazas potenciales para estos cóndores, considerando su alta frecuencia de visitas. En contraste, el municipio de San Felipe, aunque menos visitado, contuvo a cóndores con una edad promedio significativamente mayor, lo que podría indicar diferentes patrones de uso del hábitat relacionados con la edad de los cóndores. Por otro lado, las localidades de El Rosario y Puertecitos, si bien recibieron menos visitas, presentaron una distribución de edades más equilibrada entre los cóndores que las frecuentaron.

Las diferencias en las preferencias de sitios de descanso y la distribución de edades entre las localidades visitadas subrayan la complejidad de los patrones de hábitat de los cóndores en la región y resaltan la necesidad de un enfoque diferenciado en la conservación y gestión de estas áreas para adecuarse a las distintas necesidades de los cóndores según su edad, sexo y comportamiento.

7.1 Interacción con basureros

En cuanto a la potencial amenaza de la interacción con vertederos de basura al aire libre, se observó que los cóndores mantuvieron una notable distancia con respecto a ellos. El acercamiento más cercano registrado durante el año 2020, fue realizado por un macho adulto a una distancia de 16.4 km al basurero del municipio de San Felipe. Debido a la ubicación estratégica de la zona de liberación del cóndor en Baja California, la cual se sitúa significativamente alejada de zonas urbanas y sus basureros, los acercamientos a estos sitios han sido mínimos. Este patrón sugiere mínimas interacciones negativas entre los cóndores y los desechos, lo que es vital para la preservación de esta especie en peligro.

Sin embargo, es crucial continuar monitoreando estas interacciones para anticipar y mitigar posibles riesgos futuros. Un estudio de Ballejo et al. (2021) reveló una correlación entre la cantidad de basura encontrada en las egagrópilas de dos especies de buitres – el zopilote aura (*Cathartes aura*) y el cóndor andino (*Vultur gryphus*) – y su proximidad a zonas urbanizadas. Esta investigación destacó diferencias significativas en la tolerancia de estas especies hacia la interacción humana. Los zopilotes aura, más adaptados a las áreas antropizadas, tienden a establecer sus sitios de descanso cerca de vertederos al aire libre, lo que resulta en una mayor presencia de desechos en sus egagrópilas. Por contraste, los cóndores andinos, que muestran una baja tolerancia hacia la presencia humana, mantienen sus sitios de descanso a mayor distancia de estos vertederos. Consecuentemente, se encontró una menor cantidad de basura en las egagrópilas de los cóndores andinos en comparación con los zopilotes aura.

Esto sugiere que dentro de las especies carroñeras podría existir una relación entre la cantidad de basura encontrada en sus egagrópilas con respecto a su recurrencia con las zonas urbanizadas. En los cóndores de California, la ingestión de basura por parte de los polluelos representa una amenaza significativa para su supervivencia (Bakker , V. J, et al, 2023). Los polluelos consumen basura que accidentalmente les alimentan sus padres. Durante la crianza y el cuidado de los polluelos, las hembras buscan fuentes adicionales de calcio para la formación de

cáscaras de huevo y el crecimiento de los polluelos, lo que lleva a la ingestión accidental de plástico y otros desechos (Houston D.C, et al, 2007).

7.2 Interacción con las Zonas Agrícolas

Aunque había zonas agrícolas presentes en la mitad de las localidades visitadas por los cóndores, solamente tres cóndores tuvieron acercamientos a distancias menores de 10 km; el más cercano, un cóndor juvenil macho, llegó a una distancia de 921 metros. En el periodo 2017-2018, el Centro de Rescate del Cóndor Andino (CRCA) registró 77 muertes de cóndores andinos por intoxicación con plaguicidas. Cuatro eventos involucraron a varios cóndores debido a su conducta gregaria al alimentarse, siendo envenenados hasta 34 individuos con un solo cebo. Los análisis toxicológicos en los cadáveres revelaron que los plaguicidas carbofurano y Palation fueron los principales causantes de los decesos, y los cuerpos de los cóndores se hallaron cerca del cebo contaminado (Estrada-Pacheco et al., 2020).

El 78% de las especies de buitres del mundo están en riesgo por causas antropogénicas. Una de las amenazas más importantes es la exposición a los plaguicidas, principalmente por ingesta accidental. Plaza et al. (2019) recopilaron registros bibliográficos de muerte e intoxicación de buitres a nivel mundial a causa de agroquímicos, destacando los organofosforados, organoclorados, rodenticidas anticoagulantes y carbamatos. El carbofurano, un tipo de carbamato, fue el plaguicida más asociado con las muertes de buitres globalmente. Los compuestos organofosforados, utilizados en cultivos agrícolas en Baja California (véase Tabla 1 en la Introducción), afectan el sistema nervioso causando convulsiones, temblores, salivación y fallecimiento (Gupta, 1994).

Según el estudio de Kiff publicado 1989, se examinó el impacto de los plaguicidas organoclorados, particularmente el DDE, en la población de cóndores en los años 80's. Este estudio encontró una relación importante entre la presencia de DDE y la reducción en el grosor de la cáscara de los huevos de cóndor de California, los huevos contaminados eran más delgados que los no contaminados, demostrando que esta alteración en la estructura de los huevos se vinculó con dificultades reproductivas, ya que los huevos se rompían fácilmente durante la incubación.

Herring et al. (2022) evaluaron la exposición de los cóndores de California a rodenticidas anticoagulantes. Análisis de hígado y sangre revelaron que 42% de los cóndores examinados tenían niveles de rodenticida considerados bajos. Sin embargo, la presencia de rodenticidas aumenta la probabilidad de muerte por toxicosis de plomo, ya que los cóndores sufren de anemia y hemorragias, síntomas exacerbados por la coexistencia de rodenticidas anticoagulantes (Rattner y Harvey, 2021).

A pesar de que la intoxicación por plomo es la principal causa de mortalidad en los cóndores de California, se ha identificado una acumulación significativa de rodenticidas anticoagulantes en cóndores fallecidos, lo que sugiere múltiples exposiciones a estos compuestos (Herring et al, 2022). Esta combinación de plomo y rodenticidas podría empeorar los efectos de la intoxicación por plomo.

En cuanto a la potencial amenaza de intoxicación por plaguicidas y/o rodenticidas anticoagulantes, especialmente debido a la cercanía de las áreas agrícolas con sus puntos de descanso, principalmente en la delegación de Punta Colonet. Hasta ahora no se ha informado sobre casos de intoxicación en la población de cóndores de Baja California. Sin embargo, de acuerdo con datos no publicados, desde la reintroducción de los cóndores en Baja California no se han realizado análisis de sangre para detectar estos compuestos en los individuos. Por tanto, no se puede descartar la posibilidad de que las zonas agrícolas representen una amenaza para los cóndores en Baja California.

7.3 Interacciones con carreteras

Durante 2020 se observaron múltiples cóndores de California en proximidades de carreteras, registrándose 45 interacciones cercanas, especialmente alrededor del kilómetro 72, cerca de “Rancho Los Manzano”, en la carretera federal ‘Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir’. Si bien los cadáveres de animales atropellados en carreteras pueden parecer una fuente de alimento accesible para especies carroñeras, también representan un peligro. Estos sitios plantean amenazas de atropellamiento o ataques de depredadores para los grandes buitres, como el cóndor de California, debido a la lentitud con que estos toman vuelo (Lambertucci et al., 2009).

Un estudio de DeVault, T. L. et al. (2014) examinó el comportamiento de escape de buitres (*Cathartes aura*) frente a vehículos. Al atraer a estas aves con cadáveres y acercarse a velocidades de 30 a 90 kph, se midió la distancia y el tiempo que les tomaba iniciar el vuelo. Los resultados indicaron que los buitres no están adecuadamente adaptados para responder rápidamente a vehículos a velocidades cercanas a los 90 kph. Por otro lado, Speziale et al. (2008) investigaron cómo afecta la proximidad de las carreteras las preferencias alimenticias del Cóndor andino (*Vultur gryphus*) en el noroeste de la Patagonia, Argentina. Al ofrecerles alimento (cadáveres de ganado ovino) a diferentes distancias de la carretera, se descubrió una marcada preferencia por las áreas más alejadas, con un mayor número de cóndores alimentándose simultáneamente y permaneciendo por más tiempo en comparación con las zonas cercanas a las carreteras.

Los cóndores suelen ser cautelosos al bajar por alimento debido a su vulnerabilidad en tierra, atribuible a su gran tamaño y la dificultad para levantar vuelo rápidamente (Speziale et al., 2008). A pesar de no registrarse decesos de cóndores de California por atropellamiento hasta la fecha, su presencia frecuente cerca del kilómetro 72 hacia el PNSSPM es una señal de alerta que requiere atención

7.4 Impacto con líneas eléctricas de alta tensión

Las amenazas antropogénicas, es decir, aquellas relacionadas con actividades humanas y sus estructuras, son las principales causas de mortalidad en los cóndores de vida libre, según Rideout *et al.* (2012). Una de estas amenazas es la electrocución por el cableado de alta tensión, especialmente relevante en la zona del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM). En 2020, se registraron 14 acercamientos de dos cóndores, ambos machos adultos, a menos de 500 metros de distancia de uno de estos postes cerca del rancho “El Potrero”, el más cercano ocurrió a una distancia menor de 300 metros.

Rideout *et al.* (2012) documentaron 135 defunciones de cóndores desde el inicio del programa de reintroducción en 1992 hasta 2009. De estas, 76 fueron analizadas mediante necropsia, revelando que 11 (14.47%) murieron por electrocución debido a colisiones con líneas eléctricas, principalmente en California y uno en Arizona. Sin embargo, en Baja California no se reportaron muertes por esta causa. Los cóndores electrocutados mostraron quemaduras en piel y plumas, y muchos habían sido previamente observados cerca de estas líneas eléctricas, según Mee & Snyder (2007). La visibilidad limitada del cableado, especialmente cuando consta de un solo hilo, puede aumentar el riesgo de colisión.

Kelly *et al.* (2015) destacan que el menor índice de mortalidad por colisiones o electrocuciones en Arizona y Baja California se debe a la mayor distancia entre asentamientos humanos y, por lo tanto, a una menor presencia de líneas eléctricas. Las primeras muertes por colisión con líneas eléctricas se registraron en 1993, poco después del inicio del programa de reintroducción en California (Rideout *et al.*, 2012). Para prevenir futuras colisiones, se implementaron programas de entrenamiento de aversión. Estos programas consisten en la creación de réplicas de líneas eléctricas que, al posarse un cóndor, emiten una descarga eléctrica leve. El objetivo es enseñar a los cóndores a asociar las líneas eléctricas con un peligro potencial, como señalan Mee & Snyder (2007). Adicionalmente, se instalaron desviadores de aves en las líneas eléctricas y se enterró un tramo de éstas en las zonas de mayor amenaza. Estas medidas han resultado en una disminución significativa de los

casos de colisión y electrocución, no registrándose muertes por estas causas desde 2007.

Aunque en Baja California no se ha registrado ninguna muerte de cóndores debido a electrocuciones, los acercamientos al cableado de alta tensión cerca del rancho “El Potrero” son una señal de alerta que no debe ignorarse. Con el crecimiento continuo de la población de cóndores y el desarrollo urbanístico en las proximidades del parque, la amenaza de muerte por electrocución podría aumentar significativamente. Es esencial tomar medidas preventivas para mitigar esta amenaza potencial.

7.5 Colisiones con molinos de viento

La tendencia global hacia fuentes de energía más sostenibles ha llevado a muchos países, incluido México, a optar por la implementación de parques eólicos, como es el caso de “Fuerza Eólica de San Matías” en Baja California. Este parque eólico, situado en el municipio de San Felipe y a unos 16 km al este del PNSSPM, consta de 8 molinos aerogeneradores. Aunque es un parque pequeño, se considera que Baja California tiene un gran potencial para energía eólica y se espera que el número de molinos aumente exponencialmente con el establecimiento de más parques (Azamar Alonso y García Beltrán 2021). Sin embargo, si bien los parques eólicos ofrecen beneficios como fuente de energía limpia, también presentan desafíos ambientales significativos. Entre estos, la muerte accidental de aves a causa de colisiones con turbinas es una preocupación principal. Asimismo, estos parques pueden causar pérdida de hábitat y crear un efecto de barrera que limita el desplazamiento de las aves (Drewitt y Langston 2006).

Desde el inicio del proyecto de reintroducción del cóndor de California, no se han reportado muertes de cóndores en vida libre debido a colisiones con turbinas eólicas (Sheppard, J. K., et al, 2015). No obstante, en 2020 se observaron algunos acercamientos de cóndores al parque eólico en San Matias. El incidente más destacado involucró al cóndor 261, un macho de 19 años, que se aproximó a 7.3

km al suroeste de los molinos. Investigaciones, como las de Marques et al. (2014), indican que las características morfológicas y conductuales de los cóndores y otros buitres los colocan en un alto riesgo de colisión con turbinas. Según Janss (2000) y De Lucas et al. (2008), aves de gran tamaño y con alta carga alar, como los cóndores, son particularmente susceptibles a colisiones debido a su impacto en el patrón de vuelo, donde una carga alar elevada se asocia con una menor capacidad de maniobra en el aire. En cuanto a su comportamiento, los buitres, al buscar alimento en vuelo, suelen enfocar su mirada hacia el suelo, lo que reduce su campo visual frontal y superior, incrementando el riesgo de impacto con turbinas eólicas y otras estructuras, tal como lo señala Martin et al. (2012).

Es crucial considerar que amenazas como las colisiones con turbinas eólicas podrían intensificarse a medida que el cambio climático empeore y la demanda de energía genere más parques eólicos.

7.6 Riesgo de Intoxicación por plomo

Los resultados de este estudio sugieren que la interacción entre Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS) y cóndores podría ser la principal amenaza inmediata para la población de cóndores en Baja California. En 2020, se detectaron 2,738 puntos de descanso distribuidos en 12 UMAS en las que se realizan actividades de tipo cinegética y por lo tanto, existe un riesgo de intoxicación por plomo. Esto corresponde al 17.4% de los sitios de descanso totales registrados fuera del PNSSPM. Las tres UMAS más visitadas por los cóndores, Rancho el Coyote, Valle del Canelo y Sierra de San Pedro Mártir, permiten la caza de mamíferos grandes que podrían ser consumidos por los cóndores, tales como coyotes (*Canis latrans*), pumas (*Puma concolor*), venados bura (*Odocoileus hemionus*) y lince (*Lynx rufus*).

Según Pain et al. (2009), las aves carroñeras y rapaces se encuentran dentro del grupo de aves terrestres con mayor riesgo de intoxicación por plomo derivado de la ingesta de balas y/o perdigones de dicho material. La ingesta accidental de

munición de plomo fue históricamente una de las principales causas de mortalidad que casi conduce a la extinción de cóndores en vida libre en los años 1980 (Kelly and Jhonson, 2011) y actualmente sigue siendo una amenaza significativa (Filkenstein, M. et al, 2010). Para los cóndores y otras aves rapaces, el peligro de intoxicación por plomo se incrementa cuando sus sitios de forrajeo se encuentran cercanas a áreas de cacería (Wayland and Bollinger 1999), como lo son en este estudio las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.

Existen estudios que han encontrado una correlación entre los altos índices de plomo en buitres y su cercanía a zonas de cacería a nivel mundial, por ejemplo, en Asia, un análisis comparativo de los niveles de plomo en sangre y órganos de buitres negros (*Aegypius monachus*), capturados en Mongolia y Corea, arrojó resultados significativos: los buitres negros de Corea mostraron un mayor índice de toxicidad por plomo, una diferencia que se atribuye a la mayor prevalencia de la cacería en esta región en comparación con Mongolia (Kenny et al, 2015). Similarmente, un estudio en Norteamérica examinó águilas muertas, incluyendo el Águila Calva y Real, por intoxicación de plomo. Los investigadores encontraron una correlación directa entre los niveles de plomo en los cadáveres de estas águilas y su proximidad a áreas con alta actividad de caza, en contraste con aquellos hallados en regiones más alejadas (Wayland and Bollinger 1999).

Filkenstein et al. (2012), realizaron un estudio en cóndores en Estados Unidos donde se demuestra que estas aves están crónicamente expuestas a altos niveles de plomo. Se encontró que el 30% de las muestras de sangre analizadas presentaban niveles superiores a 200 ng/ml, una concentración que puede causar graves efectos en su salud. En casos extremos, estos niveles elevados de plomo pueden requerir intervención médica e incluso llegar a ser mortales. Fisher et al. (2006) señalan que, a nivel global, la principal fuente de exposición al plomo para las aves es el uso de municiones de plomo en actividades cinegéticas. Por este motivo, los miembros del equipo del Programa de Reintroducción del Cóndor de California en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, realizan análisis sanguíneos con regularidad a los individuos que se encuentran en vida libre,

esto para detectar a tiempo los signos de envenenamiento por plomo y atenderlos en caso de ser necesario.

Para lograr un cambio significativo en la recuperación de las poblaciones del cóndor de California en México y Estados Unidos, es necesario eliminar una de las principales causas de mortalidad de los cóndores de vida libre, la intoxicación por plomo (Plaza, P. I., & Lambertucci, S. A, 2019). En 2007, California aprobó una ley para prohibir el uso de balas de plomo en la zona de distribución del Cóndor (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2012), sin embargo, en México, aún no existe algún tipo de legislación que regule el uso de balas de plomo en la zona de distribución del cóndor de California.

7.7 Interacción con Unidades de Gestión Ambiental (UGAS)

Con respecto a los resultados obtenidos del análisis de traslape entre los sitios de descanso del cóndor con las UGAS, se identificaron nueve Unidades de Gestión Ambiental que visitan los cóndores: 3.b, 5.j, 6.l, 6.o, 7.d, 7.q, 8.j, 9.c y 11.

Como se mencionaba anteriormente, la política ambiental de cada UGA establecerá el nivel de intensidad de aprovechamiento de los recursos que se encuentren en dicho territorio. De las nueve UGAS que frecuentan los cóndores ocho se encuentran dentro de una “Política Ambiental de Conservación”, esta Política Ambiental se les concede a todas aquellas UGAS que en su territorio cuentan con ecosistemas que resguardan especies endémicas y/o en riesgo, aquellas en las que se encuentran ecosistemas frágiles para la conservación y donde se encuentran patrimonios naturales y culturales. En las UGAS con este tipo de política ambiental se permiten actividades económicas sustentables que sean una fuente de ingreso hacia los pobladores y permitan a su vez la conservación del ecosistema, como lo son las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS), las cuales deben estar reguladas mediante un plan de manejo.

Sin embargo, las actividades permitidas de desarrollo sustentable establecidas en los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) de las UGAS con Política de Conservación, admite la ocupación urbana, edificaciones, proyectos de parques eólicos, entre otras actividades que podrían poner en riesgo a la población del cóndor de california (Tabla, 10), si llegarán a establecerse cercanas a sus sitios de descanso.

Tabla 10. Unidades de gestión ambiental con sus respectivas políticas ambientales y actividades permitidas.

Unidad de Gestión Ambiental	Política Ambiental	Actividades de Desarrollo Sustentable permitidas
3.b	Conservación	Asentamientos humanos, Turismo, Aprovechamiento forestal, Minería, Ganadería, Agricultura, Caminos y vías de comunicación, Edificaciones, Parques eólicos y Aprovechamiento de energía solar, UMAS.
5.j	Conservación	Aprovechamiento forestal, Turismo, Agricultura, Minería, Asentamientos humanos, Edificaciones, Caminos y vías de comunicación, Aprovechamiento de energía solar, UMAS.
6.l	Conservación	Turismo, Aprovechamiento forestal, Ganadería, Minería, Caminos y vías de comunicación, Aprovechamiento de energía solar, UMAS.

6.o	Conservación	Turismo, Aprovechamiento forestal, Ganadería, Minería, Caminos y vías de comunicación, Aprovechamiento de energía solar, UMAS.
7.d	Conservación	Turismo, Minería, Agricultura, Ganadería, Aprovechamiento forestal, Caminos y vías de comunicación, Edificaciones, Aprovechamiento de energía solar, UMAS.
7.q	Conservación	Turismo, Minería, Agricultura, Ganadería, Aprovechamiento forestal, Caminos y vías de comunicación, Edificaciones, Aprovechamiento de energía solar, Asentamientos humanos, UMAS.
8.j	Conservación	Agricultura, Ganadería, Asentamientos humanos, Turismo, Aprovechamiento forestal, Minería, Edificaciones, Caminos y vías de comunicación, Aprovechamiento de energía solar, UMAS.
9.c	Conservación	Turismo, UMAS.
11	Protección	El desarrollo de obras y actividades se sujetarán al decreto de creación y al programa de manejo vigente de la ANP.

Cabe mencionar que las instalaciones del proyecto del Parque eólico “Fuerza Eólica de San Matías” se encuentra localizada en la UGA 7.q, en la cual de acuerdo a sus Criterios de Regulación Ecológica, la creación de parques eólicos no está permitida. Con respecto a la UGA 11, correspondiente al polígono del PNSSPM, maneja una Política Ambiental de Protección, en la cual no se permite ningún tipo de actividades de aprovechamiento y cualquier otro tipo de actividades tendrá que adecuarse al programa de manejo vigente del PNSSPM.

Por otro lado, dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, 2014. Se enlistan algunas de las especies de flora y fauna bajo categorías de Protección establecidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo 11 las especies de aves que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo mencionadas en el POEBC, 2014. Sin embargo, en este listado no se consideró al cóndor de california, quien de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra en la categoría “Peligro de extinción” (Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, 2014).

VIII. CONCLUSIONES

Los cóndores tienen una marcada preferencia en la selección de sus sitios de descanso dentro del polígono del PNSSPM o en áreas adyacentes a estas, las cuales son comúnmente zonas remotas. Lo cual sugiere una posible predilección por entornos preservados, con una mayor cantidad de recursos y un impacto mínimo por el ser humano.

Entre todas las delegaciones que visita el cóndor, Punta Colonet se destaca al tener la mayor cantidad de puntos de descanso siendo la única que visitan todos los cóndores (n=19).

Punta Colonet representa una potencial amenaza para esta especie, dado a que es la delegación con la que el cóndor interactúa con la mayor cantidad de habitantes (n=89). Además de albergar la mayor extensión de tierras destinadas a actividades agrícolas (2,183.4 Ha). De igual forma cuenta con áreas destinadas a la cacería, como la UMA “Rancho el Coyote”, la cual es la de mayor importancia dentro de este estudio debido a su gran cantidad de puntos de descanso (1,235) y también por ser la única delegación en la que el cóndor interactúa con una vialidad “Ramal a Observatorio de San Pedro Mártir” con el riesgo de colisionar con vehículos.

En lo que respecta al posible peligro de la interacción con vertederos de basura, el cóndor de California se mantuvo alejado de estos sitios durante el 2020. El acercamiento más significativo fue a una distancia de 16.4 km. Sin embargo, este estudio considera la posición geográfica de basureros registrados, y solo tres basureros clandestinos, por lo que no se descarta la posibilidad de ingestión de basura en más de estos últimos.

En relación a la interacción de cóndores con las zonas agrícolas, Punta Colonet es la delegación con mayor cantidad hectáreas de cultivo, la interacción de mayor importancia fue con un punto de descanso con una distancia entre estos de 920 metros. La principal amenaza con respecto a las zonas agrícolas es el riesgo de intoxicación por plaguicidas y rodenticidas. Sin embargo, no existe evidencia de

intoxicación en la población de cóndores de Baja California, debido a que no se han realizado análisis de este tipo.

En cuanto a la carretera que conduce hacia el PNSSPM y el cableado eléctrico fueron considerados sitios de amenaza. Las colisiones con el cableado eléctrico han resultado ser una causa de mortalidad en cóndores en Estados Unidos, y la carretera representa un riesgo para otro tipo de buitres, ya que los animales atropellados pueden atraer a los buitres a bajar a la carretera. Según los resultados de este estudio, los cóndores no muestran preferencia por estos sitios y, hasta ahora en Baja California, no hay registros de mortalidad por electrocución ni por colisión con vehículos. No obstante, es crucial prestar atención al tramo de la carretera cercano a una localidad llamada “Los Manzano” alrededor del km 72 ya que en esta sección se identificaron varios puntos de descanso muy cercanos a la carretera.

Con respecto a las interacciones con el Parque Eólico “Fuerza Eólica de San Matías” ubicado a 16 km de distancia hacia el este del polígono del Parque Nacional, en el municipio de San Felipe. La interacción más significativa tuvo lugar a 7.7 km de distancia entre un punto de descanso y los aerogeneradores.

Si bien durante el 2020 fueron pocos los puntos de descanso cercanas al este proyecto y al momento no se han reportado colisiones por parte de cóndores. En general, los aerogeneradores suelen ser sitios de amenaza para las poblaciones de aves, por lo que es de vital importancia el constante monitoreo del cóndor de California y su interacción con los parques eólicos en Baja California.

Sobre las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA), se identificaron 12 UMAS con puntos de descanso en ellas, en todas estas la cacería está permitida y enfocándose principalmente en mamíferos grandes como especies de importancia cinegética. Estas UMAS representan una potencial amenaza para el cóndor de California, ya que existe la posibilidad de que consuman cadáveres de animales contaminados con perdigones de plomo, provenientes de la caza no recuperada o de la evisceración de presas en el campo. La intoxicación por plomo

fue una de las principales razones detrás de la disminución de las poblaciones de cóndores de California a finales del siglo pasado.

Las UGAs 6.l y 3.b se destacan por albergar una mayor cantidad de puntos de descanso (8,356 y 5,505 respectivamente) en comparación con las demás. Ambas tienen una política ambiental de Conservación. Sin embargo, sus criterios de regulación ecológica permiten la realización actividades que podrían tener un impacto negativo en las poblaciones del cóndor de California.

En particular la UGA 3.b permite actividades como asentamientos humanos, turismo, aprovechamiento forestal, minería, ganadería, agricultura, creación de caminos y vías de comunicación, edificaciones, parques eólicos y aprovechamiento de energía solar y UMAS.

IX. RECOMENDACIONES DE MANEJO

- Realizar capturas periódicas y análisis sanguíneos para la detección de intoxicación por plomo con principal énfasis en la temporada de cacería de mamíferos grandes: coyote (*Canis latrans*), puma (*Puma concolor*), venado bura (*Odocoileus hemionus*) y lince (*Lynx rufus*), de acuerdo a lo estipulado en el “Calendario de Aprovechamiento de Vida Silvestre” emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Y de ser necesario realizar terapias de quelación en casos de emergencia.
- Realizar acciones de educación ambiental y concientización con respecto a los riesgos por intoxicación por plomo a los cóndores y otros buitres. Dirigido a los responsables técnicos de vida silvestre y titulares de los predios o instalaciones de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS) en donde haya presencia de cóndores. Solicitando a su vez, el uso de municiones sin plomo para las actividades cinegéticas que se realicen en su UMA.
- Explorar y promover el uso de municiones alternativas no tóxicas para su uso en actividades cinegéticas, especialmente entre los administradores de UMAS.
- Continuar implementando el protocolo de alimentación suplementaria sin plomo, llevado a cabo por el equipo de reintroducción del cóndor de California en Baja California.
- Proponer una ley a las autoridades competentes para prohibir el uso de municiones de plomo en la zona de distribución del cóndor de California.
- Implementar programas de entrenamiento de aversión ante cableados eléctricos antes de la liberación de cóndores en Baja California.

- Modernizar las líneas eléctricas, incluyendo la instalación de marcadores visuales y en zonas críticas el enterrado de líneas eléctricas.
- Proveer fuentes de calcio antes y durante la temporada de anidación y crianza de polluelos, para reducir la dependencia de los padres de buscar calcio en basureros.
- Realizar búsquedas y análisis de egagrópilas cerca de los sitios de anidación para identificar presencia de basura, y en caso positivo, mantener un monitoreo constante para prevenir la muerte de polluelos.
- Realizar monitoreos frecuentes en el perímetro del parque eólico de San Matías, con la finalidad de remover basura y cadáveres que puedan ser atractivos para los cóndores.
- Realizar inspecciones regulares sobre la carretera para remover restos de animales y desechos que puedan ser atractivos para los cóndores.
- Llevar a cabo evaluaciones periódicas de la exposición a anticoagulantes utilizados en rodenticidas mediante ensayos de coagulación sanguínea en plasma y análisis de residuos

X. RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA LA PRÓXIMA ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA:

- Considerar al cóndor de california dentro de sus listados de especies en riesgo en Baja California, debido a su estatus de “Peligro de Extinción” declarado en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Realizar cambios en los Criterios de Regulación Ecológica en la UGA 3.b, la cual es considerada la UGA con el mayor número de factores de amenaza para la frágil población del cóndor de california. Teniendo permitido el establecimiento de asentamientos humanos, lo que involucra indirectamente cambios en el paisaje, generación de basura, nuevos caminos y vialidades. Permite también actividades turísticas y la generación de parques eólicos en la zona de distribución del cóndor de california.
- Proponer una nueva UGA en la que se considere la zona de distribución del cóndor de california fuera del polígono de la UGA 11 correspondiente al PNSSPM, en donde no se permita la creación de edificaciones, parques eólicos, asentamientos humanos ni nuevas carreteras o vialidades que puedan poner en riesgo a la población del cóndor de california.
- Regular los basureros clandestinos en la zona sur del Estado y proponer estrategias para evitar la generación de nuevos basureros clandestinos. Evitando el riesgo de ingesta de basura por parte de los cóndores adultos y polluelos, con el propósito de minimizar el principal factor de mortalidad en polluelos de cóndor de california.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Ballejo, F., Plaza, P., Speziale, K. L., Lambertucci, A. P., & Lambertucci, S. A. (2021). Plastic ingestion and dispersion by vultures may produce plastic islands in natural areas. *Science of the Total Environment*, 755, 142421.

Barrios, L., & Rodriguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of applied ecology*, 41(1), 72-81.

Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Recuperado a partir de: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>

Comisión Nacional Forestal (2023) Guía para para el Manejo de Vida Silvestre, (1ª edición), México 28 p.

Comisión Nacional Forestal. 2009. Manual de Manejo de Vida Silvestre. En: <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manejo-de-vida-silvestre.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Portal de Geoinformación 2023, Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad, Recuperado a partir de: <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html>
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Conjunto de datos vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas. Edición 1.0, Baja California (INEGI). Recuperado a partir de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825291839>

de la Cruz Robles, E., & Peters, E. (2007). La reintroducción del cóndor de California en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. *Gaceta Ecológica*, (82), 55-67.

De Lucas, M., Janss, G. F., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of applied ecology*, 45(6), 1695-1703.

Delgadillo, J. (2004). El bosque de coníferas de la sierra de San Pedro Mártir, Baja California.

DeVault, T. L., Blackwell, B. F., Seamans, T. W., Lima, S. L., & Fernández-Juricic, E. (2014). Effects of vehicle speed on flight initiation by turkey vultures: implications for bird-vehicle collisions. *PloS one*, *9*(2), e87944.

Drewitt, A. L., & Langston, R. H. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, *148*, 29-42.

Dunbar-Irwin, M. and Safford, H. (2016). Climatic and structural comparison of yellow pine and mixed-conifer forests in northern Baja California (México) and the eastern Sierra Nevada (California, USA). *For. Ecol. Manage.* *363*: 252–266.

Ferrer A. (2003). Intoxicación por plaguicidas, *Toxicol. Clín.* *26*, 1-5.

Finkelstein, M. E., Doak, D. F., George, D., Burnett, J., Brandt, J., Church, M., ... & Smith, D. R. (2012). Lead poisoning and the deceptive recovery of the critically endangered California condor. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(28), 11449-11454.

Finkelstein, M. E., George, D., Scherbinski, S., Gwiazda, R., Johnson, M., Burnett, J., ... & Smith, D. R. (2010). Feather lead concentrations and 207Pb/206Pb ratios reveal lead exposure history of California condors (*Gymnogyps californianus*). *Environmental science & technology*, *44*(7), 2639-2647.

Finkelstein, M., Z. Kuspa, N. F. Snyder, and N. J. Schmitt (2020). California Condor (*Gymnogyps californianus*), version 1.0. In *Birds of the World* (P. G. Rodewald, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.

Fisher, I. J., Pain, D. J., & Thomas, V. G. (2006). A review of lead poisoning from ammunition sources in terrestrial birds. *Biological conservation*, *131*(3), 421-432.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM, México, D.F. 246p

Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Recuperado a partir de: <https://www.gits.igg.unam.mx/idea/inicio>

Gobierno del Estado de Baja California. Secretaria de Protección al Ambiente. 2014. Versión extensa del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California con 60 mapas temáticos. En: Periódico Oficial del Estado de Baja California del 3 de julio de 2014, Tomo CXXI No 34, Número especial

González, A. R. (1999). *Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico*. U. Jorge Tadeo Lozano.

González, F. B., Márquez, D. A., Solís, J. D. Á., Meraz, E. A., Aguilar, O. A., Bastidas, P. D. J. B., ... & Kubiak, S. M. W. (2015). Los plaguicidas altamente peligrosos en México. RAPAM Texcoco, 352.

Gupta, R. C. (1994). Carbofuran toxicity. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, 43(4), 383-418.

Hall, J. C., Braham, M. A., Nolan, L. A., Conley, J., Brandt, J., Mendenhall, L., ... & Katzner, T. E. (2019). Characteristics of feeding sites of California Condors (*Gymnogyps californianus*) in the human-dominated landscape of southern California. *The Wilson Journal of Ornithology*, 131(3), 459-471.

Hernández, M. y Margalida, A. (2008). Pesticide abuse in Europe: effects on the Cinereous vulture (*Aegypius monachus*) population in Spain. *Ecotoxicología*, 17 (4), 264-272.

Herring, G., Eagles-Smith, C. A., Wolstenholme, R., Welch, A., West, C., & Rattner, B. A. (2022). Collateral damage: Anticoagulant rodenticides pose threats to California condors. *Environmental Pollution*, 311, 119925.

Houston, D. C. (1978). The effect of food quality on breeding strategy in Griffon vultures (*Gyps spp.*). *Journal of Zoology*, 186(2), 175-184.

Houston, D. C., Mee, A., & McGrady, M. (2007). Why do condors and vultures eat junk?: the implications for conservation. *Journal of Raptor Research*, 41(3), 235-238.

INEGI, (19/11/2021). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional., escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2020). Censo de Población y Vivienda. Recuperado a partir de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados>

Janss, G. F. (2000). Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, 95(3), 353-359.

JANSS, G. F. E., AND M. FERRER. 1998. Rate of bird collision with power lines: effects of conductor marking and static wire-marking. *Journal of Field Ornithology* 69:8-17

Kelly, T. R., Bloom, P. H., Torres, S. G., Hernandez, Y. Z., Poppenga, R. H., Boyce, W. M., & Johnson, C. K. (2011). Impact of the California lead ammunition ban on reducing lead exposure in golden eagles and turkey vultures. *PLoS One*, 6(4), e17656.

Kelly, T. R., Rideout, B. A., Grantham, J., Brandt, J., Burnett, L. J., Sorenson, K. J., ... & Johnson, C. K. (2015). Two decades of cumulative impacts to survivorship of endangered California condors in California. *Biological Conservation*, 191, 391-399.

Kenny, D., Kim, Y. J., Lee, H., & Reading, R. (2015). Blood lead levels for Eurasian Black Vultures (*Aegypius monachus*) migrating between Mongolia and the Republic of Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 8(3), 199-202.

Kiff, L.F., 1989. DDE and the California condor *Gymnogyps californianus*: the end of a story. *Raptors Mod.World Eds BU Meyburg RD Chancell.* 477–480.

Lambertucci, S. A., Speziale, K. L., Rogers, T. E., & Morales, J. M. (2009). How do roads affect the habitat use of an assemblage of scavenging raptors?. *Biodiversity and Conservation*, 18, 2063-2074.

Manifiesto de Impacto Ambiental, Fuerza Eólica de San Matías. Documento disponible para consulta en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/bc/resumenes/2010/02BC2010E0010.pdf>

Manifiesto de Impacto Ambiental, Proyecto L.D. Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Mártir entronque circuito 5120 SE San Quintín 34,5 KV, FO en municipio de Ensenada B.C. Delegación Federal en Baja California Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental. Documento disponible para consulta en el Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Martir, Instituto de Astronomía UNAM.

Markandya, A., Taylor, T., Longo, A., Murty, M. N., Murty, S., & Dhavala, K. (2008). Counting the cost of vulture decline—an appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecological economics*, 67(2), 194-204.

Marques, A. T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M. J. R., Fonseca, C., ... & Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, 40-52.

Martin, G. R., Portugal, S. J., & Murn, C. P. (2012). Visual fields, foraging and collision vulnerability in Gyps vultures. *Ibis*, 154(3), 626-631.

Mee, A. y Snyder, NF (2007). California Condors in the 21st Century - conservation problems and solutions. *California Condors in the 21st Century* , 243-279.

Mee, A., Rideout, BA, Hamber, JA, Todd, JN, Austin, G., Clark, M. y Wallace, MP (2007). Junk ingestion and nestling mortality in a reintroduced population of California Condors *Gymnogyps californianus*. *Bird Conservation International* , 17 (2), 119-130.

Milla M, Guillén P, Samudio D, Espejo S F, Rojas B, Flores A, Sosaya H, Vergaray C, Sánchez M, De La Cruz K, Huanca O, Taya V, Loayza E, Sánchez A, Chipana G (2023). Registros de presencia de Cóndor andino en áreas naturales protegidas del SINANPE, Perú. Version 1.4. Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/u68aya> accessed via GBIF.org on 2023-12-03.

Miller, L. H. (1911). Avifauna of the Pleistocene cave deposits of California. Univ. Calif. Publ. Geol. 6:385-400.

Moir, J. (2006). Return of the Condor: the Race to Save our Largest Bird from Extinction. Rowman y Littlefield.

Mundy, P. J. and Ledger, J. A. (1976) Griffon vultures, carnivores and bones. S. Afr. J. Sci. 72: 106–110.

Ogada, D. L., Keesing, F., & Virani, M. Z. (2012). Dropping dead: causes and consequences of vulture population declines worldwide. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1249(1), 57-71.

Estrada-Pacheco et al., 2020

R.Estrada Pacheco, N.L. Jacome, V. Astore, C.E. Borghi, C.I. Piña Pesticides: the most threat to the conservation of the andean condor (*Vultur gryphus* Biol. Conserv., 242 (2020), Article 108418

Pain, D. J., Fisher, I. J., & Thomas, V. G. (2009). A global update of lead poisoning in terrestrial birds from ammunition sources. *Ingestion of lead from spent ammunition: implications for wildlife and humans*, 99-118.

Peinado. 1994. Pisos de vegetación en la Sierra de San Pedro Mártir. *Acta Botánica Mexicana*. 29:1 - 30.

Phillips, A. L. (2007). Junk food: it really can kill you--if you're a condor chick. *American Scientist*, 95(5), 402-404.

Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027. Recuperado a partir de: <https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/PED%20BC%20Completo%20110522.pdf>

Plaza, P. I., & Lambertucci, S. A. (2019). What do we know about lead contamination in wild vultures and condors? A review of decades of research. *Science of the Total Environment*, 654, 409-417.

Plaza, P. I., Martínez-López, E., & Lambertucci, S. A. (2019). The perfect threat: Pesticides and vultures. *Science of the total environment*, 687, 1207-1218.

Principales resultados por localidad (ITER) 2020 y 2010 Baja California, Recuperado a partir de: <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=5>

Rattner, B. A., & Harvey, J. J. (2021). Challenges in the interpretation of anticoagulant rodenticide residues and toxicity in predatory and scavenging birds. *Pest Management Science*, 77(2), 604-610.

Rideout BA, Stalis I, Papendick R, Pessier A, Puschner B, Finkelstein ME, et al. Patterns of mortality in free-ranging California Condors (*Gymnogyps californianus*). *J Wildl Dis*. 2012;48:95–112.

Rivera-Huerta, H., Safford, H. D., & Miller, J. D. (2016). Patterns and trends in burned area and fire severity from 1984 to 2010 in the Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, Mexico. *Fire Ecology*, 12(1), 52-72.

Rojo, A., & de la Cruz, E. (2003). La recuperación del cóndor de California en México. *Gaceta Ecológica*, (67), 33-44.

Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SMADS), Recuperado a partir de: https://www.bajacalifornia.gob.mx/medio_ambiente/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2004, octubre 20) Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Diario Oficial de la Federación. Recuperado a partir de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5623275&fecha=08/07/2021#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales /Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Instituto Nacional de Ecología (2012). Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) Jesús Lizardo Cruz Romo, Ismael Cruz Molina y Elvia de la Cruz Robles (Eds.) (1a Ed.) México

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Ley General de Vida Silvestre, (L.G.V.S.), Reformada, Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 3 de julio de 2000 (México).

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

Sheppard, J. K., McGann, A., Lanzone, M., & Swaisgood, R. R. (2015). An autonomous GPS geofence alert system to curtail avian fatalities at wind farms. *Animal Biotelemetry*, 3, 1-8.

Snyder, N. and H. Snyder. (2000). The California Condor, a saga of natural history and conservation. London, U.K: Academic Press.

SNYDER, N. AND H. SNYDER. 2000. The California Condor, a saga of natural history and conservation. Academic Press, London

Speziale, K. L., Lambertucci, S. A., & Olsson, O. (2008). Disturbance from roads negatively affects Andean condor habitat use. *Biological Conservation*, 141(7), 1765-1772.

Van Rooyen, C. S. (2000). An overview of vulture electrocutions in South Africa. *Vulture News*, 43, 5-22.

Victoria J Bakker, Myra E Finkelstein, Daniel F Doak, Rachel Wolstenholme, Alacia Welch, Joe Burnett, Arianna Punzalan, Joseph Brandt, Steve Kirkland, Nadya E Seal Faith, Erin R Lehnert, Estelle A Sandhaus, Lead, trash, DDE, and young age of breeders linked to lower fertility in the first two decades of reintroduction for critically endangered California Condors in California, *Ornithological Applications*, Volume 125, Issue 3, 7 August 2023, duad022.

Violante, E. Z., García, E. A., Ojinaga, L. C., Heusser, W. D., Von-Glascoe, C., Aguilera, J. C. L., & Ruiz, B. R. (2012). Daño genético y exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas del Valle de San Quintín, Baja California, México. *Revista de Salud Ambiental*, 12(2), 93-101.

Wayland, M., & Bollinger, T. (1999). Lead exposure and poisoning in bald eagles and golden eagles in the Canadian prairie provinces. *Environmental Pollution*, 104(3), 341-350.

XII. ANEXOS

Tabla 11. Localidades que visita el cóndor y sus principales características.

Localidad	Total de población	Delegación
El Parral	Desconocido	El Rosario
Las Tinajas	2	El Rosario
La Yegua	1	El Rosario
La Yegua [Rancho]	1	El Rosario
La Huertita	3	El Rosario
El Choyal	15	El Rosario
El Sauce de Carter	6	El Rosario
El Metate	Desconocido	El Rosario
El Portezuelo	Desconocido	El Rosario
La Pilita	7	El Rosario
Los Enjambres	Desconocido	El Rosario
Rancho Nuevo	14	El Rosario
La Suerte	Desconocido	El Rosario
El Rosarito	Desconocido	El Rosario
San Miguel	2	El Rosario
El Carrizo	Desconocido	Puertecitos
Matomí	Desconocido	Puertecitos
Ninguno (Centro de Salud)	Desconocido	Puertecitos
El Cajón (El Chaparral)	Desconocido	Puertecitos
Morelia	6	Puertecitos
Arco del Triunfo (Centro de Rehabilitación)	27	Puertecitos
Agua Caliente	3	Puertecitos
Algodón (El Aguaje)	2	Puertecitos
Plan Nacional Agrario	1	Puertecitos
Rancho de los Sánchez	3	Puertecitos
El Saltito	Desconocido	Puertecitos
Linda Vista	1	Puertecitos
La Calavera	Desconocido	Puertecitos
Campo Forestal Número Uno	1	Punta Colonet
Cerro Cuate (San Rafael)	Desconocido	Punta Colonet
El Socorro Mártir	6	Punta Colonet
Los Encinos	Desconocido	Punta Colonet
Los Manzanos	Desconocido	Punta Colonet
Mike's Sky Ranch	6	Punta Colonet
Rancho Garate	Desconocido	Punta Colonet

Meling	6	Punta Colonet
El Coyote	7	Punta Colonet
El Molino	2	Punta Colonet
La Fortuna (Mina)	1	Punta Colonet
Rancho Buenavista	24	Punta Colonet
El Cortez	4	Punta Colonet
El Papalote	3	Punta Colonet
El Sauzalito	10	Punta Colonet
Las Codornices (Campo)	Desconocido	Punta Colonet
Rancho la Choya 2	19	Punta Colonet
San Jorge	Desconocido	Punta Colonet
El Cincuenta y Dos (Colonia San Pedro Mártir)	8	San Felipe
Santa Clara (Colonia San Pedro Mártir)	10	San Felipe
La Esparza (Colonia San Pedro Mártir)	3	San Felipe
Los Tres Rhinos (Colonia San Pedro Mártir)	12	San Felipe
Sociedad de Productores Rural	Desconocido	San Felipe
Rancho Chinalito (Ejido Plan Nacional Agrario)	3	San Felipe
El Chavalo (Colonia San Pedro Mártir)	1	San Felipe
Familia López (Colonia San Pedro Mártir)	1	San Felipe
Familia Silva (Colonia San Pedro Mártir)	Desconocido	San Felipe
Las ánimas (Colonia San Pedro Mártir)	Desconocido	San Felipe
Los Pablos (Colonia San Pedro Mártir)	1	San Felipe
Rancho Marentez (Colonia San Pedro Mártir)	Desconocido	San Felipe
Familia Valtierra	1	San Felipe
El Copal	4	San Felipe
La Lomita	4	San Felipe
Villa del Sol	3	San Felipe
Familia Reynoso	3	San Felipe
Familia Andrade	1	San Felipe
Dos Potrillos (Rancho)	1	San Felipe

Alianza para la Producción (La Choyera)	7	San Felipe
El Ranchito (Rancho Nuevo)	3	San Felipe
Arroyo Grande (Ejido 16 de Septiembre)	1	San Felipe
La Morita (Ejido Tribu Kiliwas)	1	San Felipe
Familia Ortega	Desconocido	Valle de la Trinidad
El Chaparral	Desconocido	Valle de la Trinidad
El Carrizo	8	Valle de la Trinidad
El Tepi	Desconocido	Valle de la Trinidad
El Conejo	3	Valle de la Trinidad
Las Chivas	Desconocido	Valle de la Trinidad
Bajío del Conejo	2	Valle de la Trinidad
Los Alisos	Desconocido	Valle de la Trinidad
El Huico	Desconocido	Valle de la Trinidad
San Javier	1	Valle de la Trinidad
La Tinaja	Desconocido	Valle de la Trinidad
La Cieneguita	1	Valle de la Trinidad
La Víbora	Desconocido	Valle de la Trinidad
San Antonio (Aguaje del Burro)	Desconocido	Valle de la Trinidad
La Palizada	1	Valle de la Trinidad
San Francisco (El Alamar)	Desconocido	Valle de la Trinidad
San Carlos	5	Valle de la Trinidad
Familia Gómez	1	Valle de la Trinidad
Ejido General Leandro Valle	15	Valle de la Trinidad
El Jonuco (Ting Loya)	5	Valle de la Trinidad
Arroyo de León (Ejido Kiliwas)	31	Valle de la Trinidad
El Picacho	1	Valle de la Trinidad
Grano de Oro	1	Valle de la Trinidad
La Estaca (Ejido 16 de Septiembre)	1	Valle de la Trinidad
El Potrero	6	Vicente Guerrero
Santa Cruz	3	Vicente Guerrero
Valladares	Desconocido	Vicente Guerrero
El Carricito	Desconocido	Vicente Guerrero
San Antonio de los Murillo	Desconocido	Vicente Guerrero
El Morro	3	Vicente Guerrero
La Rinconada	Desconocido	Vicente Guerrero