

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/390071602>

Propuesta de Lineamientos para el Monitoreo, Evaluación, Prevención y Mitigación de los Impactos de los Parques Eólicos sobre la Quiropterofauna en México

Thesis · January 2025

DOI: 10.13140/RG.2.2.27732.10888

CITATIONS

0

READS

10

1 author:



Minerva Uribe

Autonomous University of Baja California

9 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO



**Propuesta de Lineamientos para el Monitoreo, Evaluación,
Prevención y Mitigación de los Impactos de los Parques Eólicos
sobre la Quiropterofauna en México**

TESIS

Presenta:

Minerva Ángela Uribe Rivera

Ensenada, Baja California

14 de enero de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Facultad de Ciencias Marinas

Facultad de Ciencias

Propuesta de Lineamientos para el Monitoreo, Evaluación, Prevención y Mitigación de los Impactos de los Parques Eólicos sobre la Quiropterofauna en México

Tesis

Que para obtener el grado de

Doctora en Medio Ambiente y Desarrollo

Presenta:

Minerva Ángela Uribe Rivera

Aprobada por:



Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera

Directora



Dr. Carlos Francisco Peynador Sánchez

Dra. Mariana Villada Canela

Sinodal

Sinodal



Dr. Miguel Ángel Briones Salas

Sinodal



PhD Cris Hein

Sinodal

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento al comité de tesis, cuyo apoyo y orientación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Su experiencia y dedicación han sido una guía muy valiosa a lo largo de este proceso de investigación.

Agradezco también al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) por el financiamiento proporcionado que hizo posible llevar a cabo esta investigación. Su apoyo ha sido crucial para el desarrollo de este proyecto y para la generación de conocimiento en un área tan relevante como lo es la interacción entre los parques eólicos y la quiropterofauna en México.

Mi reconocimiento se extiende a todas las personas que colaboraron en las entrevistas realizadas para esta investigación. Su disposición a compartir sus conocimientos y experiencias ha enriquecido este trabajo de manera significativa.

Al personal de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental que me facilitó información que fue indispensable para llevar a cabo este trabajo. A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por su invitación para participar en el Taller para la creación de guías para la Manifestación de Impacto Ambiental con énfasis en los proyectos eólicos, en colaboración con la Asociación Mexicana de Energía Eólica, la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA), miembros del sector privado, miembros del sector público, académicos de diversas instituciones y promoventes.

A mi familia y a mi esposo, les agradezco por su amor incondicional y su constante apoyo en cada etapa de este camino. Sin su comprensión y aliento, este logro no habría sido posible. También quiero agradecer a mis amigos, quienes me brindaron su apoyo emocional y motivacional cuando más lo necesité.

Un agradecimiento especial a todos los profesores que han sido parte de mi formación académica. Su dedicación y pasión por la enseñanza han contribuido a moldear mi pensamiento crítico y mi compromiso con la investigación.

Finalmente, agradezco a la UABC y al posgrado por su apoyo en facilitar mi asistencia a congresos, lo que me permitió enriquecer mis conocimientos y conectar con otros profesionales en el campo. Cada uno de ustedes ha sido una pieza clave en este viaje, y por ello, les estoy muy agradecida.

A todos, muchas gracias.

Contenido

RESUMEN	7
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
I. ANTECEDENTES	14
II. OBJETIVOS	15
Objetivo general	15
Objetivos particulares.....	15
III. MÉTODOS.....	15
4.1 Diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.....	16
4.1.1 Mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México	16
4.1.2 Problemáticas asociadas a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México.....	17
4.2 Análisis de los lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México.....	21
4.3 Diseño de una propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.....	25
4.3.1 Análisis de los lineamientos internacionales para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos	25
4.3.2 Identificación de criterios a incluir en la propuesta de lineamientos	33
4.3.3 Identificación y análisis de alternativas para la inclusión de los lineamientos en el marco regulatorio de la energía eólica en México.....	34
4.3.4 Elaboración y validación de la propuesta de lineamientos	39
IV. RESULTADOS	41
5.1 Diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.....	41
5.1.1 Listado de parques eólicos	41
5.1.2 Informes recibidos por plataforma de transparencia.....	41
5.1.3 Información recabada en publicaciones científicas y tesis	43
5.1.4 Análisis de la información recopilada sobre hallazgos de mortalidad.....	43
5.1.5 Problemáticas asociadas a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México.....	51
5.2 Lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México.....	58

5.3 Propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México	64
VI. DISCUSIÓN	66
6.1 Mortalidad de murciélagos en parques eólicos	66
6.2 Problemáticas asociadas a los impactos negativos de la operación de los parques eólicos sobre los murciélagos en México	69
6.3 Lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos	70
6.4 Lineamientos internacionales para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos	71
6.5 Discusión general	72
VII. CONCLUSIONES	74
7.1 Diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México	74
7.2 Problemáticas asociadas a la mortalidad de murciélagos en parques eólicos	75
7.3 Lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos	76
7.4 Conclusiones generales	78
VIII. RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL MONITOREO, EVALUACIÓN, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS PARQUES EÓLICOS SOBRE LA QUIROPTEROFAUNA EN MÉXICO	80
8.1 Aspectos regulatorios y legislativos	80
8.1.1 Tratados, acuerdos y convenios internacionales o regionales	80
8.1.2 Leyes generales	81
8.1.3 Reglamentos	82
8.1.4 Normas oficiales mexicanas	82
8.1.5 Normas internacionales	82
8.1.6 Ordenamiento ecológico	83
8.1.7 Instrumentos económicos	83
8.1.8 Autorregulación y auditorías ambientales	83
8.2 Aspectos tecnológicos y técnicos	85
8.3 Colaboración y diálogo interinstitucional	86
8.4 Conocimiento y formación técnica	87
8.5 Evaluación de impacto ambiental	88
8.6 Integridad y calidad de la información	89
8.7 Monitoreo y seguimiento	91
8.8 Participación comunitaria y transparencia	92

8.9 Vacíos de conocimiento y necesidades de investigación	94
REFERENCIAS.....	96
ANEXOS	105
I. Guión de entrevista.....	105
II. Cuadro de sistematización de categorías de ATLAS.TI (lineamientos internacionales).....	108
III. Listado de parques eólicos en operación en México al 2024	114
IV. Matriz de hallazgos de mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México	117
V. Matriz de actores clave involucrados en la elaboración, ejecución y vigilancia del cumplimiento de los lineamientos para la evaluación y mitigación de impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.....	126
VI. Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, dirigida y adaptada a Proyectos Eólicos	130

RESUMEN

Palabras clave: energía eólica, murciélagos, directrices, impacto ambiental

México es el segundo productor de energía eólica en Latinoamérica. Sin embargo, se desconoce la magnitud del impacto que tiene la operación de los parques eólicos respecto a la mortalidad de murciélagos debido a la colisión de éstos con los aerogeneradores. La información sobre las especies afectadas y el riesgo de mortalidad en relación con la ubicación de los proyectos es escasa, lo que dificulta el establecimiento de medidas de prevención y mitigación específicas y eficaces.

Aunado a esto, no existen lineamientos específicos en nuestro país para la valoración de estos efectos negativos. Por este motivo el objetivo general de este trabajo fue elaborar una propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

Se realizó un diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México. Con este fin se solicitaron los informes de los monitoreos de quirópteros entregados por los promotores a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental y se consultaron publicaciones científicas sobre mortalidad de murciélagos en México. Se identificaron 39 especies de murciélagos afectadas por colisiones con aerogeneradores, incluyendo dos especies en riesgo: *Enchisthenes hartii* (Protección Especial, NOM-059-SEMARNAT-2010) y *Leptonycteris yerbabuena* (Amenazada, UICN). La mayoría de los registros provienen de zonas tropicales, lo que indica una cobertura geográfica limitada. Aunque la información disponible es insuficiente para un panorama completo, los resultados ampliaron el conocimiento existente al incorporar datos no públicos y representa el primer diagnóstico integral de los hallazgos de mortalidad de murciélagos en México. Se enfatiza la importancia de mejorar la disponibilidad de información para desarrollar estrategias efectivas de prevención y mitigación de impactos en la quiropterofauna mexicana. Como recomendaciones, se propone realizar estudios más exhaustivos en diferentes regiones del país, mejorar la transparencia y accesibilidad de los datos de monitoreo y desarrollar medidas de mitigación específicas para las especies en riesgo identificadas.

Adicionalmente se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a actores clave para identificar las problemáticas asociadas a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México. Como resultado se documentó que los principales problemas en orden de importancia son: 1) ausencia de lineamientos específicos para el monitoreo y evaluación de impacto ambiental en los murciélagos en parques eólicos, 2) ausencia de un análisis de la información plasmada en los informes de cumplimiento del plan de vigilancia ambiental, 3) falta de implementación de medidas de mitigación efectivas en parques eólicos, 4) falta de acceso público a la información sobre los impactos de los murciélagos en parques eólicos y 5) falta de diálogo entre empresas desarrolladoras, investigadores, consultores, universidades y las autoridades.

Posteriormente se analizaron los lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México. Se realizó una búsqueda y revisión de todos los instrumentos jurídicos que promueven o regulan la autorización, construcción, operación y abandono de parques eólicos en México, así como las regulaciones existentes para evitar, prevenir y mitigar los impactos en los murciélagos. Se encontró que existen al menos ocho tratados internacionales y regionales que promueven el uso de la energía eólica, cuatro artículos de la Constitución Política Mexicana regulan a esta

industria y en materia de impacto ambiental, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente tiene la mayor relevancia. Para la evaluación de los impactos en la quiropterofauna existen criterios sugeridos por la SEMARNAT, sin embargo, éstos son muy generales y omiten aspectos importantes para conservar a la quiropterofauna en parques eólicos.

Ante la problemática de la falta de lineamientos específicos para la protección de murciélagos en parques eólicos en México, se estableció como estrategia prioritaria el desarrollo de una Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental adaptada a estos proyectos. Esta guía se fundamenta en un borrador anterior creado durante un taller organizado por la SEMARNAT y la AMDEE, en el que participaron diversos actores, incluidos académicos y especialistas en derecho ambiental y monitoreo de fauna. A través de mesas de trabajo, se generaron recomendaciones basadas en lineamientos internacionales y la experiencia de expertos de varias universidades y del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de EE. UU. El documento final integra las recomendaciones internacionales adaptadas al contexto mexicano, considerando también aportaciones de desarrolladores y consultores ambientales.

La guía propuesta es la primera en México enfocada en la evaluación de impacto ambiental exclusivamente para parques eólicos y que incluye los criterios a considerar sobre los impactos en la fauna voladora. Su aplicación pretende promover la estandarización de métodos para la evaluación, prevención y mitigación de los impactos sobre la quiropterofauna. Además, es el primer trabajo que se elabora de manera colaborativa con las autoridades, academia, consultores, promotores y técnicos ambientales. Esta forma de trabajo aumenta las posibilidades de aceptación y aplicación de esta guía ya que considera los puntos de vista de los diferentes actores involucrados.

Además de la Guía se incluyen en este trabajo recomendaciones para mejorar la evaluación, prevención y mitigación de los impactos sobre la quiropterofauna en México, con base en los instrumentos de política ambiental federal descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente: Planeación ambiental, Ordenamiento ecológico del territorio, Evaluación de impacto ambiental, Normalización, Autorregulación y Auditorías ambientales e Investigación y Educación ecológicas.

ABSTRACT

Key words: wind energy, bats, guidelines, environmental impact

Mexico is the second producer of wind energy in Latin America. However, the magnitude of the impact that the operation of wind farms has on bat mortality due to their collision with wind turbines is unknown. Information on the species affected and the risk of mortality in relation to the location of the projects is scarce, making it difficult to establish specific and effective prevention and mitigation measures.

In addition to this, there are no specific guidelines in our country for the assessment of these negative effects. For this reason, the general objective of this work was to prepare a proposal for guidelines for the monitoring, evaluation, prevention and mitigation of the impacts of wind farms on bats in Mexico.

A diagnosis of the impact of the installation and operation of wind farms on the bats in Mexico was carried out. For this purpose, the bat monitoring reports delivered by the promoters to the General Directorate of Environmental Impact and Risk were requested and scientific publications on bat mortality in Mexico were consulted. 39 species of bats affected by collisions with wind turbines were identified, including two species at risk: *Enchisthenes hartii* (Special Protection, NOM-059-SEMARNAT-2010) and *Leptonycteris yerbabuenae* (Threatened, IUCN). Most records come from tropical areas, indicating limited geographic coverage. Although the available information is insufficient for a complete picture, the results expanded existing knowledge by incorporating non-public data and represents the first comprehensive diagnosis of bat mortality findings in Mexico. The importance of improving the availability of information to develop effective strategies for the prevention and mitigation of impacts on the Mexican bats is emphasized. As recommendations, it is proposed to carry out more exhaustive studies in different regions of the country, improve the transparency and accessibility of monitoring data and develop specific mitigation measures for the identified species at risk.

Additionally, semi-structured interviews were carried out with key actors to identify the problems associated with the negative impacts of wind farms on bats in Mexico. As a result, it was documented that the main problems in order of importance are: 1) absence of specific guidelines for the monitoring and evaluation of environmental impact on bats in wind farms, 2) absence of an analysis of the information contained in compliance reports of the environmental monitoring plan, 3) lack of implementation of effective mitigation measures in wind farms, 4) lack of public access to information on the impacts of bats in wind farms and 5) lack of dialogue between companies developers, researchers, consultants, universities and authorities.

Subsequently, the current guidelines for the monitoring, evaluation and mitigation of impacts on bats in wind farms in Mexico were analyzed. A search and review was carried out of all legal instruments that promote or regulate the authorization, construction, operation and abandonment of wind farms in Mexico, as well as existing regulations to avoid, prevent and mitigate impacts on bats. It was found that there are at least eight international and regional treaties that promote the use of wind energy, four articles of the Mexican Political Constitution regulate this industry and in terms of environmental impact, the General Law of Ecological Balance and Environmental Protection has the greater relevance. For the evaluation of impacts on bats there are criteria suggested by SEMARNAT, however, these are very general and omit important aspects to conserve bats in wind farms.

Given the problem of the lack of specific guidelines for the protection of bats in wind farms in Mexico, the development of a Guide for the presentation of Environmental Impact Statements adapted to these projects was established as a priority strategy. This guide is based on a previous draft created during a workshop organized by SEMARNAT and AMDEE, in which various actors participated, including academics and specialists in environmental law and wildlife monitoring. Through working groups, recommendations were generated based on international guidelines and the experience of experts from several universities and the US National Renewable Energy Laboratory. The final document integrates the international recommendations adapted to the Mexican context, also considering contributions from developers and environmental consultants.

The proposed guide is the first in Mexico focused on the environmental impact assessment exclusively for wind farms and that includes the criteria to consider regarding impacts on flying fauna. Its application aims to promote the standardization of methods for the evaluation, prevention and mitigation of impacts on bats. Furthermore, it is the first work that is prepared collaboratively with authorities, academia, consultants, promoters and environmental technicians. This way of working increases the possibilities of acceptance and application of this guide since it considers the points of view of the different actors involved.

In addition to the Guide, this work includes recommendations to improve the evaluation, prevention and mitigation of impacts on bats in Mexico, based on the federal environmental policy instruments described in the General Law of Ecological Balance and Environmental Protection: Planning environmental management, Ecological territorial planning, Environmental impact assessment, Standardization, Self-regulation and Environmental audits and Ecological research and education.

INTRODUCCIÓN

Panorama de la energía eólica en México y sus impactos en los murciélagos

La producción de energía constituye un elemento fundamental en la problemática del cambio climático, así como una clave esencial para su mitigación. Un porcentaje significativo de los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global se genera a partir de la producción de la combustión de combustibles fósiles destinada a la generación de electricidad y calor (Naciones Unidas, 2024).

Los combustibles fósiles, como el carbón, petróleo y gas natural, son responsables de más del 75 % de las emisiones de gases de efecto invernadero y casi el 90 % de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial (IPCC, 2023). Para mitigar los efectos del cambio climático, es crucial reducir estas emisiones en un 50 % para 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono para 2050, lo que requiere desvincularse de los combustibles fósiles e invertir en fuentes de energía limpias y sostenibles (Naciones Unidas, 2024).

A pesar de que los combustibles fósiles aún representan más del 80 % de la producción energética global, se observa un avance hacia energías más limpias, con un 29 % de la generación de electricidad proveniente de fuentes renovables (Naciones Unidas, 2024). En particular, el desarrollo de la energía eólica ha experimentado avances significativos. En 2023, se registró a nivel mundial la mayor cantidad de nuevas instalaciones de parques eólicos terrestres en la historia, así como el segundo número más elevado de parques eólicos marinos (GWEC, 2024).

Con una ubicación geográfica privilegiada, México ocupa el sexto lugar a nivel mundial en cuanto a potencial de energía renovable y se posiciona como el segundo productor de energía eólica en América Latina. En la actualidad, el país cuenta con 75 parques eólicos en funcionamiento, que suman un total de 3,247 turbinas y representan 7,317 MW de capacidad instalada, distribuidos en 15 estados (AMDEE, 2024). Las regiones con mayor capacidad eólica se encuentran en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León y Baja California. Estas áreas tienen el potencial de generar hasta 15 veces la demanda estimada de energía para México en 2024 (NREL, 2022).

A pesar de los beneficios del impulso hacia el uso de la energía eólica, esta transición enfrenta importantes retos en términos de sostenibilidad ambiental. Las colisiones de murciélagos con aerogeneradores en los parques eólicos se han identificado como una de las principales causas de mortalidad para estos mamíferos en América del Norte y Europa, lo que genera una creciente preocupación por su conservación a nivel global (BCI, 2024). Las altas tasas de mortalidad pueden conducir a una rápida disminución de las poblaciones de murciélagos y aumentar el riesgo de extinción para algunas especies (Frick et al., 2017).

Los murciélagos que habitan en América Latina y el Caribe representan una gran diversidad, con más de 300 especies, de las cuales al menos 58 están en peligro de extinción según la UICN. Estos mamíferos ofrecen importantes servicios ecológicos. El 75% se alimenta de insectos, siendo capaces de consumir miles en una hora, lo que los convierte en aliados clave para la agricultura al controlar plagas. Adicionalmente, muchas

especies de murciélagos son esenciales para la dispersión de semillas de frutas importantes y para la regeneración natural de selvas, especialmente donde otros grandes mamíferos ya no están presentes. Por último, los murciélagos también son cruciales para la polinización de varias plantas, contribuyendo así a la reproducción de especies ecológica y económicamente significativas (RELCOM, 2024a).

Se ha demostrado que la modificación del hábitat conlleva un recambio de las especies de murciélagos y afecta el ensamblaje de éstas. Este recambio puede resultar en una disminución de las poblaciones e incluso en extinciones a nivel local o global. Ambos efectos tienen consecuencias significativas, como la ruptura y el desbalance en las cadenas tróficas, así como la reducción o pérdida de servicios ecosistémicos, incluyendo la polinización, la dispersión de semillas y el control de plagas. Además, la salud de los ecosistemas también se ve afectada, lo que puede traducirse en pérdidas económicas para la agricultura, ya que estos servicios son fundamentales para la producción de cultivos. Muchos de estos impactos se agravan en las especies de murciélagos que se consideran prioritarias, que incluyen especies endémicas, amenazadas y migratorias (RELCOM, 2024a).

A pesar de la relevancia de los murciélagos en los ecosistemas y el rápido crecimiento de la energía eólica, en México se carece de información precisa sobre el impacto que la operación de parques eólicos tiene en estos mamíferos. Sin embargo, investigaciones efectuadas en otras regiones han evidenciado que la mortalidad de murciélagos en parques eólicos puede ser significativa.

Se estima que en parques eólicos de Norteamérica mueren 888.000 murciélagos anualmente (Smallwood, 2013) y en la actualidad se considera que las especies más afectadas, como el murciélagos canoso (*Aeroestes cinereus*) podrían estar en riesgo de extinción si sus poblaciones siguen disminuyendo a la tasa actual (Frick et al., 2017).

De acuerdo con la literatura, en México se tiene registro de 33 especies de murciélagos que han muerto por colisión con aerogeneradores (Villegas, 2013, Bolívar-Címe et al., 2016, Cabrera et al., 2020). Sin embargo, estos hallazgos corresponden únicamente a tres parques eólicos ubicados en el istmo de Tehuantepec en Oaxaca.

En este sentido, la información sobre las especies afectadas y el riesgo de mortalidad en relación con la ubicación de los proyectos en México es escasa y fragmentada. Esta falta de datos imposibilita el establecimiento de medidas de prevención y mitigación específicas y eficaces.

Evaluación de impacto ambiental

Como forma de prever los impactos negativos de la operación de los parques eólicos en la quiropterofauna, la legislación mexicana, por disposición del Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, establece que los proyectos eólicos deben ser sometidos a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2012). Complementariamente, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) cuenta con una Guía de evaluación de impacto ambiental para parques eólicos, sin embargo, no se cuenta con lineamientos específicos para la valoración de los impactos en la quiropterofauna, por ejemplo, no se especifica cuál debe ser la duración de los monitoreos o qué métodos son los ideales para estos estudios.

Como parte de las condicionantes que solicita la SEMARNAT a los promotores de los parques eólicos, éstos deben realizar monitoreos de murciélagos una vez que los parques eólicos entran en operación y registrar en una bitácora los hallazgos de mortalidad de murciélagos. La información recabada debe ser integrada en un informe que se entrega a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de la entidad correspondiente.

Sin embargo, una de las problemáticas es que estos informes de monitoreo no son de acceso público y rara vez se integran en la literatura científica disponible. Esta situación genera una brecha en el conocimiento accesible para investigadores y tomadores de decisiones. Principalmente, se desconoce en México qué especies de murciélagos registran mortalidad en parques eólicos, el riesgo de mortalidad en relación a la ubicación de los proyectos, y los impactos acumulativos de la muerte por colisión (AWWI, 2018). Esto ha llevado a que no se pueda evaluar la magnitud de los impactos o que éstos sean subestimados y no se exijan las medidas de mitigación específicas para minimizar los efectos adversos.

A pesar de que el desarrollo eólico en México continúa y por consiguiente los impactos negativos en los murciélagos, pocos estudios han analizado el marco regulatorio para la evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos en los murciélagos. Esto es necesario para identificar áreas de oportunidad en las regulaciones y normatividad vigente para parques eólicos y sus impactos en los murciélagos en México.

I. ANTECEDENTES

En un esfuerzo por mejorar la evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos en la fauna, se han llevado a cabo diversos eventos en México, como el *Simposio: Impacto de los parques eólicos sobre los murciélagos en México*, celebrado por la Asociación Mexicana de Mastozoología en 2016. Aquí se reunieron 26 investigadores de 14 instituciones académicas con el objetivo de integrar una perspectiva sobre el conocimiento de los impactos de los parques eólicos en los murciélagos y se creó el compromiso de elaborar una Guía general para la realización de Manifestaciones de Impacto Ambiental en zonas donde se establecerán parques eólicos (CIIDIR – IPN, 2016).

En 2018, se organizó el *Taller para la creación de guías para la Manifestación de Impacto Ambiental con énfasis en los proyectos eólicos, promovidos por la SEMARNAT*. En este taller se reunieron expertos en derecho ambiental e investigadores con conocimientos en el monitoreo de vegetación, aves y murciélagos en parques eólicos. Como resultado, se elaboró un borrador para la Propuesta de la Guía para la Elaboración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) de los Proyectos Eólicos. Este documento quedó en preparación para su envío a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) con el propósito de ser publicado en un futuro en la Gaceta Ecológica.

Posteriormente, tuvo lugar en México la conferencia internacional *Parques Eólicos y sus Impactos: Enfoque en la Biodiversidad y Aspectos Sociales*, organizado por Wind Energy and Biodiversity Summit. En este evento se reunieron miembros de entidades gubernamentales, especialistas en derecho ambiental, consultores ambientales, investigadores y organizaciones de la sociedad civil, quienes identificaron la necesidad de crear sinergias y dinámicas participativas para la construcción de soluciones para la mitigación de los impactos de los parques eólicos. Adicionalmente, se reconoció que se requiere de un intercambio de información a nivel regional para la evaluación de impactos acumulativos (WIBIS, 2018).

A pesar de los esfuerzos realizados por diferentes entidades en México, no se ha dado seguimiento a éstos y no se han visto reflejados en un documento único que siente las bases para una mejor evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos en los murciélagos a nivel nacional.

En este sentido, en el presente proyecto el objetivo general es elaborar una propuesta para el monitoreo, evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar una propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

Objetivos particulares

1. Realizar un diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.
2. Analizar los lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México.
3. Diseñar una propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

III. MÉTODOS

Para dar cumplimiento al objetivo general de este trabajo, la elaboración de una propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México, se siguieron los pasos propuestos por Fischer (1999) para el análisis de políticas, en el orden que se detalla a continuación:

- 1) Definición del problema: En esta etapa se realizó un diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México, el cual consta de dos componentes: a) documentación de la mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México y b) identificación de problemáticas asociadas al monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México: qué es lo que está mal, qué tan significativas son estas problemáticas, cuándo y dónde ocurren, sus causas y sus efectos y qué problemáticas son prioritarias a resolver.
- 2) Identificación de actores clave: en este paso se determinó quiénes son los autores interesados en el problema. Se incluyeron tomadores de decisión, expertos nacionales, internacionales y regionales, consultores ambientales, promoventes y miembros de organizaciones no gubernamentales.
- 3) Identificación de alternativas: se plantearon recomendaciones para atender las problemáticas identificadas, con base en las entrevistas, asistencia a congresos y analizando los lineamientos que existen para otros países.
- 4) Evaluación de alternativas: se realizó un análisis de campo de fuerza con el fin de evaluar la viabilidad de las alternativas.

A continuación se muestra en la figura 1 el esquema metodológico con base en los objetivos de este trabajo:



Figura 1. Esquema metodológico para el desarrollo de la Propuesta de Lineamientos para Monitoreo, Evaluación, Prevención y Mitigación de los Impactos de los Parques Eólicos sobre la Quiropterofauna en México

4.1 Diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México

4.1.1 Mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México

Para conocer el impacto de la operación de los parques eólicos sobre los murciélagos, se realizó una búsqueda de los registros de mortalidad de quirópteros en parques eólicos en México. De manera inicial se obtuvo un listado exhaustivo y actualizado de los parques eólicos en operación en México, para lo cual se consultó la página de la Asociación Mexicana de Energía Eólica (2024), el mapa actualizado del sitio web Global Energy Monitor (2024) y las páginas de las empresas dedicadas al desarrollo de energía eólica.

Para recopilar información sobre la mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México, se consultaron artículos científicos y, de manera complementaria, tesis e informes presentados a la Procuraduría de Protección al Ambiente. Esta estrategia se adoptó debido a la escasez de información pública sobre los hallazgos relacionados con la mortalidad de estos mamíferos.

Para rastrear los informes, primero se llevó a cabo la búsqueda de la clave del proyecto que permitió el ingreso de los parques eólicos para su evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Para ello, se realizó una búsqueda sistemática en el motor de búsqueda Google, utilizando el nombre del proyecto junto con las siguientes palabras clave: “clave del proyecto”, “manifestación de impacto ambiental”, “SEMARNAT” y “consulta pública”.

Una vez obtenida dicha información, se ingresaron todas las claves de los proyectos al portal de consulta de trámites de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (<https://app.semarnat.gob.mx/consulta-tramite/#/portal-consulta>) para descargar los resolutivos correspondientes de cada proyecto y consultar las condicionantes respecto a la evaluación de impacto en los quirópteros e identificar qué documentos fueron solicitados y a qué autoridad fueron entregados.

Posteriormente, se accedió a la Plataforma Nacional de Transparencia (Welcome - PNT, disponible en plataformadetransparencia.org.mx), donde se solicitaron los informes de cumplimiento de los planes de vigilancia ambiental de los 75 parques eólicos en operación en México. Estos informes abarcan los resultados de los monitoreos de aves y quirópteros y su mortalidad.

Se presentaron dos solicitudes para cada parque eólico, una a nivel federal ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, DGIRA y otra a nivel estatal ante la delegación de PROFEPA correspondiente. En dichas solicitudes se incluyó el nombre del parque eólico, la clave del proyecto y los documentos requeridos.

De manera complementaria, se llevó a cabo una búsqueda y compilación sistemática de artículos publicados en revistas indexadas y tesis, sin restricción de año, sobre la mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México. Para ello, se seleccionaron palabras clave, así como sus equivalentes en inglés, que incluyeron: mortalidad, fatalidad, murciélagos, parques eólicos, energía eólica, aerogeneradores, turbinas, México, impactos y efectos adversos. La búsqueda se realizó utilizando Google Scholar y bases de datos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Los artículos identificados fueron sistematizados utilizando el software Mendeley®.

Una vez recopilada la información, se revisaron los informes, artículos y tesis en busca de registros de mortalidad de murciélagos. Estos datos fueron organizados en una matriz que abarcaba el nombre de la especie, gremio trófico (de acuerdo con la clasificación de Schnitzler y Kalko, 2001), la ubicación del parque eólico, las coordenadas del hallazgo de mortalidad, la temporada de registro y el estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se incluyeron el año y el lugar donde se llevó a cabo el estudio, el número de aerogeneradores presentes en el parque eólico analizado y/o su capacidad instalada en Megawatts, así como la tasa de mortalidad reportada y el método utilizado para su estimación.

Adicionalmente, se contactó a supervisores ambientales en parques eólicos para solicitarles información sobre los hallazgos de mortalidad de murciélagos.

4.1.2 Problemáticas asociadas a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México

El presente trabajo se enfoca en los impactos que la operación de los parques eólicos tiene sobre los murciélagos, sin embargo, es importante reconocer que la transición hacia el uso de energía eólica abarca no solo el medio físico y biológico, sino también aspectos relacionados con la producción, la tecnología, la organización social y la economía.

Por consiguiente, se consideró fundamental indagar sobre las problemáticas que han surgido en dichas áreas.

Para lo cual se trabajó en colaboración con investigadores de instituciones académicas expertos en murciélagos en México, consultores ambientales, promoventes, tomadores de decisiones y organizaciones no gubernamentales.

Para la identificación de problemáticas asociadas a la mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México se empleó el método de escaneo de horizontes, el cual consiste en explorar problemas potenciales o persistentes, así como amenazas y oportunidades en torno a una temática. Este método ha sido empleado en países como Alemania, para identificar las necesidades emergentes de acciones colaborativas basadas en los puntos de vista de diversos tomadores de decisiones y el estado del conocimiento de la conservación de los murciélagos y su interacción con los parques eólicos (Köppel *et al.*, 2019).

De acuerdo con este método, en la fase inicial se realizó un escaneo sobre los problemas en torno a la evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos, con base en la experiencia propia, la revisión de literatura y la asistencia a simposios sobre este tema. Se consultaron 21 fuentes de información que incluyeron ocho artículos científicos, tres notas periodísticas, tres tesis, tres actas de simposios, tres notas de divulgación y un reporte institucional (Tabla 1).

Tabla 1. Fuentes de información consultadas en la fase inicial del escaneo de horizontes

Fuente	Título
Artículos científicos	In search of wind farm sustainability on the Yucatan coast: Deficiencies and public perception of Environmental Impact Assessment in Mexico (Zárate - Toledo, 2021)
	Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parques eólicos del trópico mexicano (García-Luis y Briones- Salas, 2017)
	Bats in a tropical wind farm: species composition and importance of the spatial attributes of vegetation cover on bat fatalities (Bolívar-Cimé <i>et al.</i> , 2016)
	La política eólica mexicana: Controversias sociales y ambientales debido a su implantación territorial. Estudios de caso en Oaxaca y Yucatán (Zárate y Fraga, 2016)
	Studying wind energy/bird interactions: a guidance document metrics and methods for determining or monitoring potential impacts on birds at existing and proposed wind energy sites. Washington D.C: National Wind Coordinating Committee (Anderson <i>et.al.</i> , 1999)
	Efectos de las turbinas sobre las aves y los murciélagos en el suroeste de Minnesota (Estados Unidos) (Higgins <i>et al.</i> , 2009)
	Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec (Castillo, 2014)
	Evaluación de impacto ambiental por aerogeneradores en Arriaga, Chiapas (Sánchez <i>et. al.</i> , 2024)
Notas periodísticas	El impacto de los parques eólicos en Yucatán, un ejemplo a no seguir (Open democracy, 2021)

Parques eólicos: lejos de la transición justa en comunidades de México (LAFTEM, 2022)

Parques eólicos: ¿desarrollo para todas las personas? (OCSA, 2023)

Tesis	Propuesta de Guía para la Evaluación y Mitigación del Impacto de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en Baja California, México (Uribe, 2016) Retos y oportunidades en el desarrollo de la energía eólica y vertebrados voladores en el noroeste de México (Moreno, 2022) Régimen jurídico ambiental de la energía eólica en México Un estudio comparado con el régimen español y del estado de California, Estados Unidos de América, y oportunidades de mejora (Blanco, 2023)
Actas de simposios	Memorias del Simposio sobre la Energía Eólica y la Fauna, Mérida, Yucatán, 2011 Simposio Impacto de los parques eólicos sobre los murciélagos en México (CIIDIR-IPN, 2016) Wind Energy and Biodiversity Summit. Wind farms and their impacts. Focus on biodiversity and social aspects (WIBIS, 2018)
Nota de divulgación	Los murciélagos, víctimas inesperadas de los parques eólicos en México (EFE Verde, 2018) ¡Santos ventiladores Batman!: Energía eólica y murciélagos (Vargas- Jiménez et.al., 2023) ¿Cómo afectan los parques eólicos en las poblaciones de murciélagos? (Sin embargo, 2017)
Reporte institucional	Global Wind Report (GWEC, 2024)

Posteriormente, con el propósito de verificar las problemáticas previamente identificadas en la literatura y de explorar la posible existencia de nuevas cuestiones, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con actores clave.

Se empleó la técnica de mapeo de actores clave (MAC), para elaborar un listado, clasificación y análisis de todas las personas, grupos y organizaciones involucradas en el monitoreo, evaluación, y mitigación de los impactos de los parques eólicos en los murciélagos en México (Pozo Solís, 2007).

Para clasificar a los actores, se elaboró una matriz que contiene las siguientes categorías, de acuerdo a lo recomendado por la Comisión Nacional del Agua:

1. Grupo de actores sociales: Clasificación de los diferentes actores sociales en un espacio preciso.
2. Actor: Persona o conjunto de personas con intereses homogéneos que participan en el

proyecto o propuesta.

3. Rol en el proyecto: Funciones que desempeña cada actor y el objetivo que persigue con sus acciones.
4. Relación predominante: Se define como las relaciones de afinidad (confianza) frente al proyecto:
1) A FAVOR, 2) INDIFERENTE, 3) EN CONTRA.
5. Jerarquización de su influencia: Capacidad del actor de limitar o facilitar las acciones:
1) ALTO, 2) MEDIO, 3) BAJO.

Una vez identificados los actores clave, se les contactó por correo electrónico para solicitarles una entrevista presencial o por videoconferencia en caso de no residir en Baja California. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas y los participantes fueron seleccionados a través del método de bola de nieve e incluyeron a tres consultores ambientales, un director de un parque eólico, un investigador especialista en murciélagos, tres supervisores ambientales, una abogada, un técnico de monitoreo de murciélagos en parques eólicos y un desarrollador de parques eólicos en México.

Las entrevistas se basaron en un guion de 20 preguntas clasificadas en cuatro ejes temáticos: Evaluación de impacto ambiental, lineamientos, aspectos técnicos y medidas de mitigación, vigilancia y vinculación. Se usó el mismo guion para todos los participantes, con pequeñas modificaciones para que las preguntas fueran adecuadas para cada grupo (ANEXO I).

Para la transcripción de las entrevistas se usó el programa de acceso libre Pinpoint y los documentos generados se ingresaron al Software ATLAS.ti 23TMpara su análisis, junto con la literatura consultada. En este programa se identificaron las problemáticas, se les asignó un código y fueron agrupadas en categorías generales.

Posteriormente, para identificar los rubros en los que se concentran el mayor número de problemáticas se empleó la herramienta de tabla código - documento en Atlas.tiTM, a partir de la cual se construyó una tabla que muestra las frecuencias de los códigos, es decir, cuántas veces se mencionó ese código o problemática en las entrevistas. Esta tabla incluyó las frecuencias absolutas y relativas y se exportó a Excel.

Para identificar las problemáticas que contribuyen en mayor medida a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos se elaboró un diagrama de Pareto en Excel, para lo cual se utilizó la tabla exportada de Atlas ti y además de la frecuencia absoluta, se calculó la frecuencia acumulada, el porcentaje unitario y el porcentaje acumulado para poder elaborar un diagrama de Pareto.

Un diagrama de Pareto es una herramienta gráfica que organiza la información de mayor a menor relevancia, ayudando a identificar y priorizar los problemas más significativos a resolver. Se basa en el principio de Pareto (regla 80/20), que establece que el 80% de las consecuencias provienen del 20% de las causas. Este diagrama clasifica los aspectos de una problemática según su frecuencia, facilitando la visualización de la causa principal de una consecuencia.

Con base en este principio, se identificaron en el diagrama las problemáticas que representan el 20% de las causas y que por lo tanto son prioritarias de abordar.

4.2 Análisis de los lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México.

Con base en la jerarquía normativa de México, se realizó una revisión de todos los instrumentos legales que promueven o regulan la obtención de permisos, la construcción, operación y desmantelamiento de parques eólicos en México. El análisis comenzó con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, posteriormente los tratados y finalmente, las leyes federales y locales.

Luego, se examinaron las pautas existentes para monitorear, evaluar, prevenir y mitigar los impactos de los parques eólicos en los murciélagos. Para ello, se revisaron los protocolos específicos para murciélagos de la Secretaría del Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT), tanto en modalidades particulares como regionales.

Adicionalmente, se buscaron todos los proyectos de energía eólica en operación en México y se accedió a sus códigos de Manifestación de Impacto Ambiental a través del portal de seguimiento de procedimientos de la SEMARNAT. Esto permitió descargar las correspondientes Manifestaciones de Impacto Ambiental y Resolutivos para identificar las condicionantes requeridas relacionadas con los impactos de los parques eólicos en los murciélagos.

De manera complementaria, se buscaron instrumentos de política ambiental que incluyeran algún criterio para la regulación de parques eólicos y murciélagos. Para ello, se revisaron los Programas de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de todos los Estados de México buscando las palabras clave: energía renovable, energía eólica, parques eólicos y murciélagos (Tabla 2).

Tabla 2. Documentos revisados sobre la promoción y regulación de la energía eólica y sus impactos en los murciélagos en México

	Nombre	Año de publicación	Autores
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917)	Artículo 25	Artículo reformado en 2024	Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión
	Artículo 27	Última modificación en 2014	
	Artículo 28	Última modificación en 2011	
Tratados, acuerdos y convenciones internacionales/regionales	Acuerdo de París [De la Convención Marco sobre el Cambio Climático]	2015	Naciones Unidas
	Protocolo de Kyoto [De la Convención Marco sobre el Cambio Climático]	1998	Naciones Unidas
	Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo	1992	Naciones Unidas
	Convenio de la Diversidad Biológica	1992	Naciones Unidas
	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	1973	CITES
	Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	1964	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
	Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre la Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona	1983	Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y Gobierno de los Estados Unidos de América
	Acuerdo de Cooperación Ambiental América del Norte	1993	Gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América y Canadá

Leyes Generales	Ley General de Cambio Climático	2012	Congreso de la Unión de México
	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	1988	Congreso de la Unión de México
	Ley General de Vida Silvestre	2000	Congreso de la Unión de México
Leyes Federales	Ley de Transición Energética	2015	Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos
	Ley de la Industria Eléctrica	2014	Gobierno federal con la Secretaría de Energía
	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía	2008	Congreso de la Unión de México
	Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética	2008	Congreso de la Unión de México
Reglamentos	Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental	2000	Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión
	Reglamento de la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética	2009	Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión
	Reglamento de la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía	2009	Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión
Normas Oficiales Mexicanas	NOM-059-SEMARNAT-2010	2010	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
	NOM-081-SEMARNAT-1994	2013	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Leyes estatales	Ley de energías renovables para el estado de Baja California	2012	Congreso del estado de Baja California
	Ley para el fomento de energías renovables y eficiencia energética del estado de Colima	2014	Congreso del estado de Colima

	Ley para el Fomento, Aprovechamiento y Desarrollo de Eficiencia Energética y de Energías Renovables del Estado de Chihuahua	2013	Congreso del estado de Chihuahua
	Ley para el fomento, uso y aprovechamiento de las fuentes renovables de energía del estado de Durango y sus municipios	2010	Congreso del estado de Durango
	Ley de coordinación para el fomento del aprovechamiento sustentable de las fuentes de energía renovable en el estado de Oaxaca	2010	Congreso del estado de Oaxaca
Guías para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental	Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector eléctrico. Modalidad: particular	2002	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional	2022	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
	Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California	2014	Gobierno del estado de Baja California
	Resumen del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca	2016	Secretaría de Protección al Ambiente
	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del estado de Tabasco	2019	Gobierno del estado de Oaxaca
	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán	2014	Gobierno del estado de Tabasco
			Gobierno del estado de Yucatán

4.3 Diseño de una propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

Para elaborar la propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México se llevó a cabo el procedimiento que se muestra a continuación en la Figura 2:



Figura 2. Procedimiento para la elaboración de la propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

A continuación se describen con mayor detalle los métodos empleados en cada una de las etapas.

4.3.1 Análisis de los lineamientos internacionales para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos

Se llevó a cabo una recopilación y análisis de los lineamientos propuestos por las regiones con mayor trayectoria en el desarrollo de la energía eólica, así como de aquellos sugeridos por organizaciones internacionales para la protección de los murciélagos y recomendados por investigadores especializados en el tema.

A partir de estos criterios, se seleccionaron y compilaron once documentos que contienen lineamientos para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos: uno internacional, cuatro para Norteamérica, dos para Latinoamérica, dos para Europa y dos para África (Tabla 3).

Tabla 3: Lineamientos internacionales analizados para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos.

Región	Documento y (año de publicación)	Autor
Internacional	Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la energía eólica (2015)	Banco Mundial
Norteamérica	U.S. Fish and Wildlife Service Land-Based Wind Energy Guidelines (2012)	U.S. Fish and Wildlife Service
	Bat Mitigation Framework for Wind Power Development (2013)	Alberta Government
	Wind Energy and Bat Conservation (2018)	Canadian Wind Energy Association
	Bats and Bats Habitats: Guidelines for Wind Power Projects (2011)	Ontario Ministry of Natural Resources
Latinoamérica	Lineamientos de evaluación de impacto ambiental sobre murciélagos por plantas de energía eólica en Latinoamérica y el Caribe (2016)	Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos
	Guidelines for Consideration of Bats In Environmental Impact Assessment of Wind Farms in Brazil: A Collaborative Governance Experience from Rio Grande Do Sul State (2017)	Sector de Fauna de la Secretaría de Estado para el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible. Ramos et. al., 2017
Europa	Guidelines for consideration of bats in wind farm projects (2008)	Eurobats
	Surveying for onshore wind farms	Bat Conservation Trust
África	South African Good Practice Guidelines for Operational	South African Bat

Monitoring for Bats (2020)	Assesment Association
South African Best Practice Guidelines for Pre- Construction monitoring of bats at wind energy facilities (2020)	South African Bat Assesment Association

Posteriormente se identificaron las características generales de cada uno de los lineamientos:

- Carácter: se refiere a si el cumplimiento de los lineamientos es obligatorio por disposición legal o es voluntario.
- Objetivo: objetivo de los lineamientos
- Aplicabilidad: a qué tipo de parques eólicos se aplican los lineamientos
- Alcance: utilidad de la aplicación de los lineamientos y usuarios beneficiados de la información generada.
- Contenido: rubros que contemplan los lineamientos
- Autores y colaboradores: personas e instituciones que participaron en la elaboración de los lineamientos

Las características generales que se identificaron para cada lineamiento se muestran a continuación en la Tabla 4:

Tabla 4: Características generales de los lineamientos internacionales analizados

Documento	Carácter	Objetivo	Aplicabilidad	Alcance	Contenido/Etapas	Autores y colaboradores
Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad	Obligatorios para Proyectos financiados por Banco Mundial.	Proveer una guía a los usuarios sobre los asuntos ambientales, de salud y seguridad más comunes aplicables potencialmente a todos los sectores de la industria.	Parques eólicos terrestres y marinos. Desde las etapas iniciales de evaluación de factibilidad, evaluación de impacto ambiental y durante las fases de construcción y operación.	ND	1. Manejo e impactos específicos de la industria: medio ambiente, higiene y seguridad ocupacional, higiene y seguridad en la comunidad. 2. Seguimiento de los indicadores del desempeño: medio ambiente, higiene y seguridad ocupacional.	Banco Mundial
Lineamientos de evaluación de impacto ambiental sobre murciélagos por plantas de energía eólica en Latinoamérica y el Caribe	Voluntarios	Proponer un protocolo mínimo de evaluación pre - y post construcción considerando algunos aspectos técnicos y de la historia natural de los murciélagos de la región, así como pautas de manejo que deben establecerse antes y después de la planificación, construcción y operación de plantas eólicas.	Parques eólicos terrestres	ND	Pre-construcción y post construcción	RELCOM

U.S. Fish and Wildlife Service Land-Based Wind Energy Guidelines	Voluntarios (no exenta a ningún individuo o empresa de la responsabilidad de cumplir leyes y regulaciones. Sin embargo, si se produce una infracción, el Servicio considerará los esfuerzos documentados del desarrollador por comunicarse con el Servicio y cumplir con las pautas	Proveer un proceso estructurado y científico para abordar las preocupaciones de la conservación de la fauna silvestre en todas las etapas de desarrollo de parques eólicos terrestres. Promover una comunicación efectiva entre los desarrolladores, la Federación, los Estados, agencias locales de conservación y comunidades.	Proyectos de energía eólica terrestre de “escala de servicios públicos” independiente mente de si son propuestos para terrenos privados o públicos.	ND	Prospección, evaluación del sitio, construcción, operación, desmantelamiento	Interior Department's U.S. Fish and Wildlife Service trabajando con the Wind Turbine Guidelines Advisory Committee
Bat Mitigation Framework for Wind Power Development	Voluntarios	Informar al personal de Medio Ambiente y Desarrollo de Recursos Sostenibles y a los proponentes industriales sobre el manejo de los murciélagos en relación con la generación de energía eólica y ayudar en la aplicación de medidas de mitigación específicas para reducir el efecto de la operación de las turbinas en los murciélagos	ND	ND	Pre-construcción y Post - construcción	Medio Ambiente y Desarrollo de Recursos Sostenibles de Alberta, Subdivisión de Vida Silvestre
Wind Energy and Bat Conservation Wind Energy	Voluntarios	Proveer a la industria y	Parques eólicos en Canadá	Fuente de información para la industria	Selección del sitio, pre-construcción, operación	Académicos investigadores, desarrolladores de energía,

Association		tomadores de decisiones las herramientas e información necesaria para mejorar las regulaciones existentes, así como incrementar la efectividad del manejo de decisiones para parques eólicos y proveer un contexto para asegurar la sustentabilidad de las poblaciones de murciélagos de Canadá.	eólica, agencias regulatorias, ONGS y tomadores de decisiones públicos	operadores de la industria, consultores ambientales
Bats and Bats Habitats: Guidelines for Wind Power Projects	Obligatorios	Ayuda en la identificación y abordaje de las problemáticas asociadas con las interacciones entre las turbinas y los murciélagos, y contribuir hacia un enfoque de manejo adaptativo para proteger a los murciélagos y sus hábitats.	Parques eólicos terrestres en Ontario. Estos lineamientos apoyan las Regulaciones Aprobadas para la Energía Renovable y aplican tanto para terrenos de la Corona como privados.	ND 1.Evaluación de los murciélagos y sus hábitats (evaluación previa del sitio) 2. Estudio de Impacto Ambiental 3.Plan de monitoreo de efectos ambientales (monitoreo post-construcción)
Surveying for onshore wind farms	Voluntarios	Proveer orientación técnica para consultores encargados de llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental para parques	Parques eólicos terrestres de todo tipo, que cuenten desde una turbina de más de 250 Kw hasta varias turbinas.	ND 1.Evaluación de la necesidad de monitoreo 2.Preparación y planificación del monitoreo 3.Técnicas y

	eólicos, para asegurarse de que puedan realizar estudios con un nivel de detalle suficiente en el sitio de uso por los murciélagos para proveer una evaluación bien informada de los impactos a las autoridades.	estándares del monitoreo 4.Esfuerzo de monitoreo	Council for Wales y Scottish Natural Heritage.			
Guidelines for consideration of bats in wind farm projects	Voluntarios	Sensibilizar a los desarrolladores y planificadores de la necesidad de considerar a los murciélagos y sus refugios, sus rutas migratorias y áreas de alimentación cuando los constructores están evaluando aplicaciones para construir parques eólicos	Parques eólicos tanto en zonas urbanas como rurales, que varían en tamaño desde la escala doméstica hasta la comercial y también se pueden aplicar a turbinas eólicas marinas.	De interés para las autoridades locales y nacionales que deben elaborar planes estratégicos de energía sostenible. Además, es una lista de verificación útil para que las autoridades locales garanticen que la posible presencia de murciélagos y sus efectos se tengan en cuenta al considerar la planificación de parques eólicos.	Selección del sitio, construcción, operación y desmantelamiento	Sociedad Francesa para la Conservación de los Mamíferos, Francia, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y la Biodiversidad, Alemania, Unión Europea, Fondo Estonio para la Naturaleza, Bat Conservation Trust, Reino Unido
Guidelines for Consideration of Bats In Environmental Impact Assessment of Wind Farms in Brazil: A	Voluntarios	Actualizar y desarrollar directrices integrales para la consideración de los murciélagos en	Parques eólicos terrestres en el estado Rio Grande Do Sul	Otras regiones brasileñas	1. Concepción/ planificación 2. Construcción 3. Operación	Sector de Fauna de la Secretaría de Estado para el Medio Ambiente y el

Collaborative Governance Experience from Rio Grande Do Sul State		la evaluación del impacto ambiental de los parques eólicos en el estado.		Desarrollo Sostenible, la Universidad Federal de Rio Grande do Sul y la Sociedad Brasileña para el Estudio de los Murciélagos. Especialistas en conservación y técnicos en gestión y licenciamiento de la SEFAU/SEMA , académicos.
South African Good Practice Guidelines for Operational Monitoring for Bats	Voluntarios	Proveer a los usuarios un protocolo estandarizado para el monitoreo y estimación de la mortalidad de murciélagos, facilitando la comparación entre tasas de mortalidad entre diferentes parques eólicos.	Parques eólicos terrestres	Parques eólicos de Sudáfrica
			Operación: monitoreo acústico y búsqueda de cadáveres	Arcus Consultancy Services South Africa
				Bat Interest Group KwaZulu-Natal
				Inkululeko Wildlife Services (Pty)
				University of Cape Town
				Animalia Zoological & Ecological Consultation
				University of Venda
				Scientific Advisor – Bats without Borders
				Bat Conservation International
				Durban Natural Science

					Museum
South African Best Practice Guidelines for Pre-Construction monitoring of bats at wind energy facilities	Voluntarios	Proveer orientación para consultores encargados de llevar a cabo evaluaciones de impactos para parques eólicos propuestos, para asegurar que los estudios de monitoreo pre-construcción tengan el nivel de detalle requerido y cumplan con los requisitos solicitados por las autoridades.	Parques eólicos terrestres	Parques eólicos de Sudáfrica	<p>1.Preparación y planeación del monitoreo pre-construcción</p> <p>2.Métodos de monitoreo pre-construcción</p> <p>3.Interpretación de resultados</p> <p>4.Reportes de monitoreo pre-construcción</p> <p>5.Impactos acumulativos</p> <p>6. Medidas de mitigación</p> <p>7. Monitoreo operativo</p> <p>8. Colecta y almacenamiento de línea base</p>

4.3.2 Identificación de criterios a incluir en la propuesta de lineamientos

Los documentos sobre los lineamientos internacionales fueron ingresados al software ATLAS.ti 23™, donde se obtuvo un total de 76 códigos cuyas recomendaciones se clasificaron en seis categorías generales: etapa pre-operativa, etapa operativa, evaluación de impacto ambiental, medidas de mitigación, medidas de compensación y disponibilidad de la información.

La categoría para la cual se identificó un mayor número de recomendaciones fue la de la etapa operativa con 37, seguida de la etapa pre-operativa, con 24 (Figura 3).

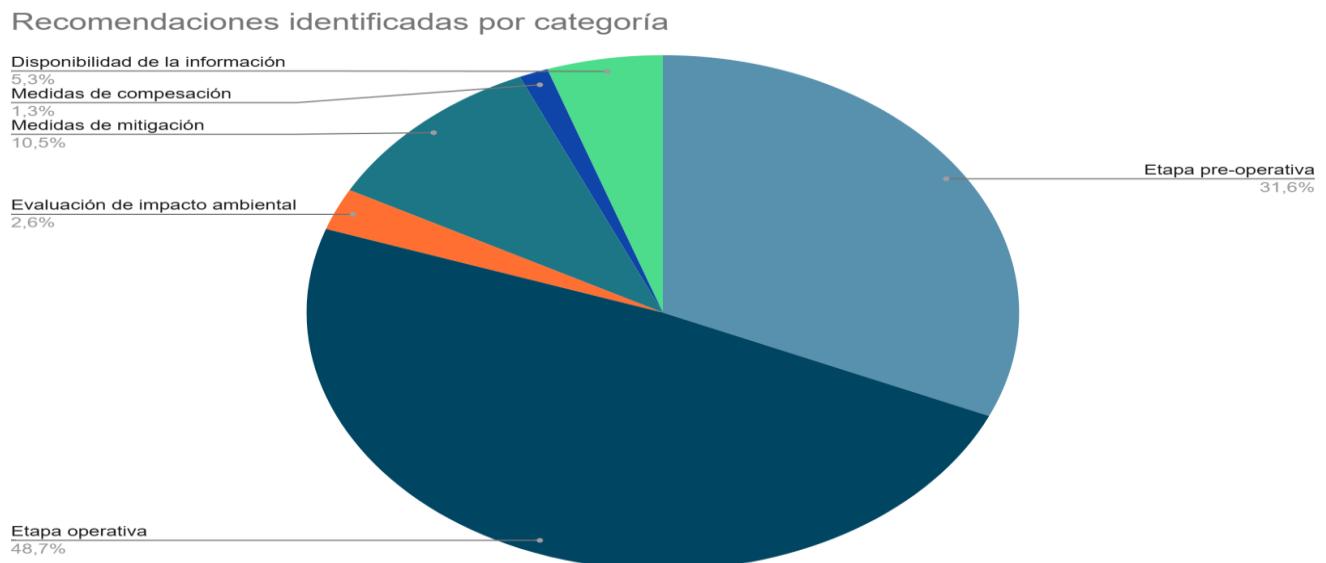


Figura 3. Número de recomendaciones encontradas en lineamientos internacionales por categoría de análisis (%)

Posteriormente, se realizó una clasificación más detallada, asignando un código a cada criterio de recomendación incluido en las categorías, estos criterios fueron organizados en un cuadro de sistematización de categorías que incluye el nombre del documento, definición del código y preguntas a responder a partir de cada código (ANEXO II).

Esto permitió identificar cuáles criterios están incluidos en los lineamientos internacionales para la evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna, así como aquellos que podrían considerarse para su inclusión en los criterios aplicables a México.

4.3.3 Identificación y análisis de alternativas para la inclusión de los lineamientos en el marco regulatorio de la energía eólica en México

Con base en el análisis de las entrevistas realizadas, se identificaron las alternativas propuestas por los interlocutores para incorporar los lineamientos para murciélagos en parques eólicos en el marco regulatorio en México. De manera complementaria, se exploraron como alternativas los instrumentos de política ambiental federal descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Figura 4).



Figura 4. Instrumentos de política ambiental federal analizados como propuestas para la inclusión de lineamientos para murciélagos en parques eólicos en México. Elaboración propia a partir de Hernández et. al., 2021

Una vez identificadas todas las alternativas, se elaboró un análisis de campos de fuerza con el fin de analizar la viabilidad de cada una de las propuestas, de acuerdo con las recomendaciones de Fischer, 1999. Las fuerzas positivas y negativas fueron identificadas a partir del análisis de las entrevistas y de consulta de literatura especializada (Tabla 5):

Tabla 5. Análisis de campos de fuerza de las alternativas para la inclusión y cumplimiento de lineamientos para murciélagos en parques eólicos en México

Para la inclusión y cumplimiento de lineamientos para murciélagos en parques eólicos en México		
Alternativa	Fuerzas positivas	Fuerzas negativas
Ordenamiento ecológico del territorio		
Incorporar las áreas prioritarias para murciélagos en el ordenamiento (AICOMS) en los ordenamientos ecológico del territorio	Protección de las zonas importantes para los murciélagos	Algunas regiones en México carecen de una ordenación ecológica Controversia entre las necesidades de energía renovable y la conservación de la fauna en regiones donde los hábitats de murciélagos se superponen con áreas destinadas a energía eólica
Instrumentos económicos		
Proporcionar subsidios a empresas eólicas para la adopción de tecnologías que reduzcan la mortalidad de murciélagos, como sistemas de detección de murciélagos o ajustes en las turbinas	Fomento de la innovación y el desarrollo de soluciones tecnológicas Reducción del costo de implementación de medidas de mitigación	Mayor carga fiscal para el gobierno No garantiza que todas las empresas adopten las tecnologías de forma efectiva

Implementar un impuesto sobre las empresas eólicas que no implementen prácticas adecuadas de conservación de fauna voladora	Incentivo a las empresas a adoptar buenas prácticas Recaudación de fondos que pueden ser utilizados en proyectos de conservación	Puede ser visto como una carga adicional para las empresas, lo que puede desincentivar la inversión en el sector Puede ser difícil de medir y comprobar el impacto real en la conservación
Implementar un sistema de bonos de carbono donde las empresas eólicas que logren reducir la mortalidad de murciélagos puedan obtener créditos que puedan ser comercializados	Creación de un incentivo financiero directo para la adopción de prácticas de conservación Contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en general	Complejidad en la medición y verificación de las reducciones de mortalidad El mercado de bonos de carbono puede ser volátil e incierto
Establecer incentivos económicos como la deducción de impuestos para aquellas empresas que cumplan con estándares específicos de conservación de fauna voladora	Motivación a las empresas a cumplir con regulaciones medioambientales Promoción de una cultura de sostenibilidad dentro del sector	Puede ser costoso para el gobierno y difícil de implementar
Evaluación de impacto ambiental		
Incorporar como anexo al reglamento de la LEGEEPA los lineamientos para murciélagos en parques eólicos	Evaluaciones de impacto ambiental más rigurosas, asegurando que se minimicen los efectos negativos sobre los murciélagos Proporcionar un marco claro y obligatorio para mejores prácticas en la planificación y operación de parques eólicos Alineación de las políticas nacionales con normativas ambientales internacionales	Incremento de los costos operativos y de instalación para los desarrolladores de parques eólicos debido a la necesidad de estudios adicionales y medidas de mitigación Se podría retrasar el proceso de aprobación de proyectos eólicos, lo que podría frenar el desarrollo de energías renovables Aumento en la complejidad regulatoria, dificultando la comprensión y aplicación de los normativos por parte de los inversores y desarrolladores. Si los lineamientos no se actualizan regularmente, pueden volverse obsoletos y no reflejar las mejores prácticas

<p>Elaborar una guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental (MIA) para parques eólicos donde se incluyan las directrices para los murciélagos</p>	<p>Al ser un documento avalado por SEMARNAT tiene mayor rigurosidad y más posibilidad de que se sigan las recomendaciones</p> <p>Se puede garantizar que todas las MIA de parques eólicos sigan criterios uniformes, lo que facilita su revisión y aprobación por parte de las autoridades</p> <p>Promoción de prácticas de diseño y operación que reduzcan el impacto de los parques eólicos sobre la fauna</p> <p>Mejora en la toma de decisiones para la evaluación ambiental de los proyectos eólicos</p>	<p>Mayor complejidad en la elaboración y revisión de las MIA, lo que podría resultar en mayores tiempos de espera y costos para los desarrolladores</p> <p>Resistencia de desarrolladores de energía eólica al percibir la guía como una carga adicional</p> <p>Requiere actualizaciones periódicas para adaptarse a los nuevos conocimientos científicos sobre la conservación de murciélagos y los impactos de los parques eólicos, lo que podría ser un desafío logístico y financiero</p> <p>Si las directrices son muy restrictivas, podrían limitar la viabilidad de ciertos proyectos eólicos, afectando el crecimiento del sector de energías renovables en el país</p>
--	---	---

Normalización

<p>Presentar un proyecto de Norma Oficial Mexicana para la protección de la fauna voladora en parques eólicos en México</p>	<p>Cumplimiento obligatorio</p> <p>Criterios claros y uniformes para la evaluación de impactos y la implementación de medidas de mitigación</p>	<p>Requiere de un sustento científico sobre el impacto en los murciélagos en México</p> <p>Requiere un proceso administrativo largo</p> <p>El cumplimiento puede implicar costos extra para las empresas de energía eólica</p> <p>Procesos burocráticos que retrasan la construcción y operación de parques eólicos, afectando la inversión en energías renovables</p> <p>Las restricciones impuestas por la norma podrían limitar la expansión de proyectos de energía eólica en áreas con alta biodiversidad, reduciendo el potencial de crecimiento de la industria</p> <p>La efectividad de la norma dependerá de su correcta aplicación y seguimiento</p> <p>Las medidas de mitigación requeridas para proteger la fauna voladora podrían afectar la eficiencia de los parques eólicos, resultando en menor producción de energía</p>
---	---	--

Incorporar a especies de murciélagos afectadas por parques eólicos en la NOM - 059-SEMARNAT-2010	Obligatoriedad de los parques eólicos para implementar medidas de mitigación	Requiere sustento científico Creación de restricciones adicionales para la instalación y operación de parques eólicos
	Fomento de la investigación y el monitoreo de los murciélagos	Costos adicionales debido a la necesidad de implementar medidas de mitigación y monitoreo Poca aceptación del sector eólico
Creación de Normas internacionales en torno a protección de fauna voladora en parques eólicos (Ej., normas ISO)	Creación de una política empresarial orientada al cuidado medioambiental Brinda una imagen a la sociedad de empresa comprometida con el medio ambiente a nivel internacional Da cumplimiento legal en aspectos ambientales evitando multas y sanciones por parte de la autoridad	La iniciativa de su creación debe surgir del sector eólico Puede requerir inversiones significativas en investigación, monitoreo y cumplimiento, lo que puede aumentar los costos para los desarrolladores de energía eólica Las normas internacionales tienden a ser rígidas y pueden no adaptarse fácilmente a nuevos avances en tecnología o cambios en el conocimiento científico sobre la fauna voladora y sus interacciones con los parques eólicos Variaciones en la capacidad de cumplimiento entre diferentes países y regiones
Autorregulación y auditorías ambientales		
Desarrollar un esquema de certificación para empresas eólicas que implementen buenas prácticas ambientales en la conservación de la fauna voladora	La empresa puede recibir por parte de las autoridades el reconocimiento de excelencia ambiental Mejora la imagen pública de la empresa y su aceptación social Puede abrir oportunidades de mercado, especialmente con consumidores y socios que valoren la sostenibilidad Son procesos voluntarios que pueden tener mayor aceptación de las empresas	Los costos y el tiempo requeridos para obtener la certificación pueden ser un obstáculo para algunas empresas. Puede haber dificultad en establecer criterios claros y universales para la certificación

Elaboración de una guía de buenas prácticas para murciélagos en parques eólicos	Buena aceptación por las empresas	Cumplimiento voluntario
	Contribuye a la reputación de las empresas de energía eólica como responsables y comprometidas con la conservación medioambiental	Algunas empresas pueden mostrarse reacias a adoptar nuevas prácticas debido a preocupaciones sobre la reducción de la producción o aumento de costos.
	Promueve prácticas fundamentadas con evidencia científica	La diversidad de especies de murciélagos y sus comportamientos puede dificultar la creación de una guía única que funcione para todos los proyectos
	Ayuda a las empresas a cumplir con regulaciones ambientales y normas internacionales sobre la conservación de especies	La eficacia de la guía dependerá de la capacitación adecuada del personal y del compromiso de la industria en su implementación
Investigación y educación ecológicas		
Programas de capacitación para empleados en parques eólicos, promoventes y consultores sobre buenas prácticas para la conservación de los murciélagos	Aumenta la conciencia sobre la biodiversidad y la importancia de los murciélagos en el ecosistema Mejora las prácticas de manejo entre el personal	Requiere tiempo y recursos Es posible que algunos empleados no estén motivados para participar

4.3.4 Elaboración y validación de la propuesta de lineamientos

A partir de los resultados obtenidos del análisis de campos de fuerza y considerando que la falta de lineamientos específicos para la protección de murciélagos en parques eólicos en México fue la problemática más destacada durante el escaneo de horizontes, se definió como estrategia prioritaria el desarrollo de una Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental dirigida y adaptada a Proyectos Eólicos.

Para el desarrollo de la Guía se tomó como base el borrador elaborado previamente como resultado del Taller para la creación de guías para la Manifestación de Impacto Ambiental con énfasis en los proyectos eólicos, promovido por la Dirección General de Riesgo e Impacto Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT en colaboración con la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA), miembros del sector privado, miembros del sector público, académicos de diversas instituciones y promoventes.

En este taller se organizaron varias mesas de trabajo que incluyeron la participación de especialistas en derecho ambiental e investigadores con conocimientos en el monitoreo de vegetación, aves y murciélagos

en parques eólicos. Bajo el método de observación participante, se dialogó y se hicieron aportaciones en la mesa de trabajo del área de medio biótico, particularmente para quirópterofauna.

Como representante de la región noroeste de México, se trabajó en conjunto con otros especialistas en murciélagos de la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Con base en los lineamientos internacionales y la experiencia de los especialistas, se generaron las recomendaciones para murciélagos y se integraron al documento final.

La guía se elaboró tomando como base la estructura de la actual Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional desarrollada por SEMARNAT.

El documento que se generó derivado de este taller se tomó como base en el presente trabajo y se complementaron las recomendaciones con base en los 76 criterios identificados a partir del análisis de los lineamientos internacionales. Estas recomendaciones fueron adaptadas al contexto de los parques eólicos en México, considerando las sugerencias de especialistas en el estudio de quirópteros y evaluación de impacto ambiental de diversas instituciones, como la Universidad Autónoma de Baja California, el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma de Tamaulipas, así como de desarrolladores de parques eólicos, consultores ambientales, técnicos en monitoreo de murciélagos y directivos de estos parques. También se tomó en cuenta la experiencia de especialistas del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos.

IV. RESULTADOS

5.1 Diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México

5.1.1 Listado de parques eólicos

Según la información recopilada de la página de la Asociación Mexicana de Energía Eólica, inicialmente se identificaron 70 parques eólicos en funcionamiento, distribuidos en 15 estados de México. Sin embargo, tras realizar una búsqueda más exhaustiva utilizando el mapa actualizado de Global Energy Monitor y consultando los sitios web de las empresas dedicadas a la energía eólica, se confirmó la existencia de un total de 75 parques eólicos operativos en el país. Es importante señalar que algunos parques eólicos se desarrollaron en diferentes fases, las cuales se presentaron como iniciativas separadas para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo tanto, se consideraron como parques eólicos independientes (ANEXO III).

Se logró obtener la clave de ingreso del trámite correspondiente a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para un total de 24 de los 75 parques eólicos en análisis. Estas claves fueron registradas en el portal de consulta de trámites de SEMARNAT, permitiendo la descarga de todos los resolutivos pertinentes. A partir de la revisión de dichos resolutivos, se identificó que los documentos requeridos a los promotores de los parques eólicos, en relación con la evaluación de los impactos en los murciélagos, fueron los siguientes: 1. Programa de Vigilancia Ambiental; 2. Informes de cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental; y 3. Propuesta de un Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos. En todos los casos, estos documentos debieron ser presentados ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, así como ante las delegaciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) del estado donde se desarrolló cada proyecto.

5.1.2 Informes recibidos por plataforma de transparencia

Se recibieron 28 informes provenientes de 14 proyectos de parques eólicos del total de los 75 solicitados. Con relación a un proyecto en particular, no fue posible obtener los datos requeridos debido a su naturaleza confidencial. Por otro lado, en 58 parques eólicos se notificó que no se encontró la información solicitada. Finalmente, no se recibió respuesta sobre dos de los parques eólicos consultados (Figura 5).

Informes disponibles sobre mortalidad de murciélagos en parques eólicos

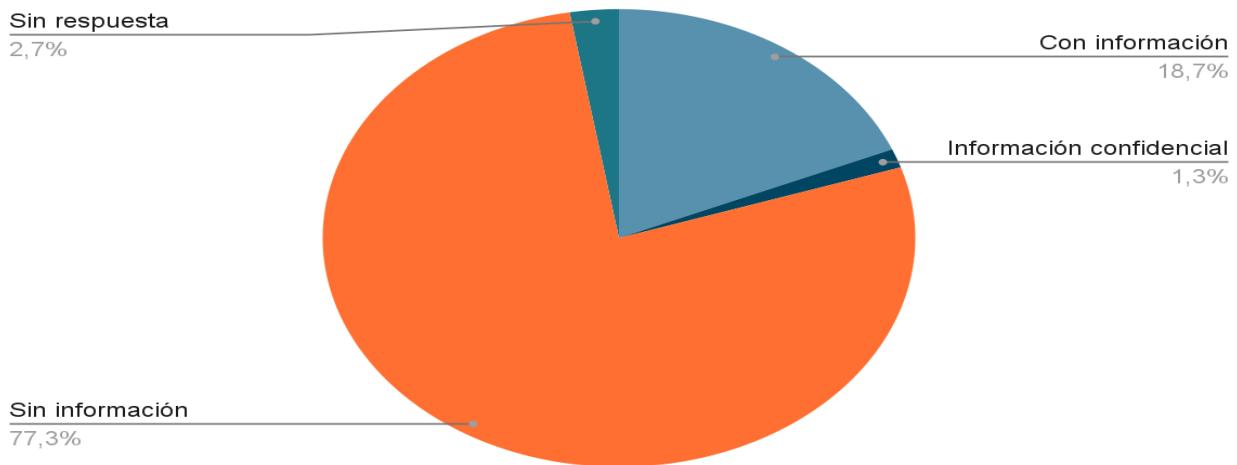


Figura 5. Respuesta recibida sobre los informes de cumplimiento de los planes de vigilancia ambiental de los parques eólicos en operación en México.

La información recibida incluyó reportes provenientes de ocho parques eólicos situados en el estado de Tamaulipas, dos en Yucatán, dos en Nuevo León, dos en Baja California Sur, uno en San Luis Potosí y uno en Zacatecas. (Figura 6).

No. de parques eólicos con información por estado

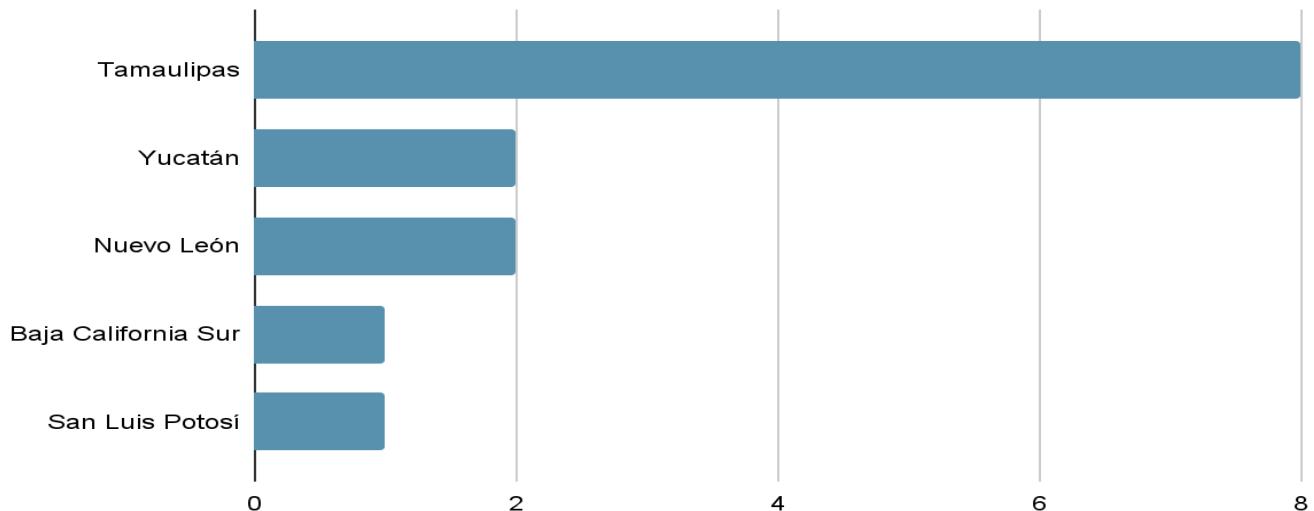


Figura 6. Número de parques eólicos por estado de los cuales se recibieron informes de cumplimiento de planes de vigilancia ambiental

De estos informes, sólo tres contenían información sobre hallazgos de mortalidad de murciélagos: Parque eólico Fenicias, Parque Eólico Dzilam Bravo y Parque eólico la Bufa Wind ubicados en los estados de Nuevo León, Baja California Sur, Yucatán y Zacatecas respectivamente.

Como resultado de la revisión de estos reportes, se recabaron 53 registros de mortalidad de murciélagos pertenecientes a seis especies (ANEXO IV).

Derivado de las gestiones realizadas con supervisores ambientales, se estableció contacto con dos supervisores de diferentes parques eólicos; sin embargo, no se logró obtener la autorización para acceder a los informes de mortalidad. En el primer caso, la firma de un convenio de confidencialidad no pudo concretarse a tiempo, mientras que, en el segundo, la información fue clasificada como confidencial, lo que impidió su divulgación.

5.1.3 Información recabada en publicaciones científicas y tesis

Se identificaron tres artículos científicos que aportan datos sobre la mortalidad de murciélagos, todos provenientes de investigaciones realizadas en el estado de Oaxaca. A partir de estos estudios, se registraron un total de 398 cadáveres correspondientes a 34 especies (ANEXO IV).

Adicionalmente, se encontraron dos tesis: una de ellas reporta hallazgos de mortalidad en parques eólicos en Coahuila y Tamaulipas, mientras que la otra se centra en un parque eólico en Baja California. De estos trabajos se obtuvo un registro de 114 cadáveres pertenecientes a 14 especies (ANEXO IV).

5.1.4 Análisis de la información recopilada sobre hallazgos de mortalidad

Tomando en cuenta todas las fuentes de información consultadas se obtuvo un registro total de 483 cadáveres de murciélagos en un periodo del año 2009 al 2021(ANEXO IV), provenientes de 11 parques eólicos ubicados en ocho estados de México, cuyas características se describen en la Tabla 6.

La fuente por la que se obtuvo un mayor número de registros de mortalidad fueron los artículos científicos, con 260 cadáveres de murciélagos encontrados en cinco parques eólicos ubicados en el estado de Oaxaca (Figura 7).

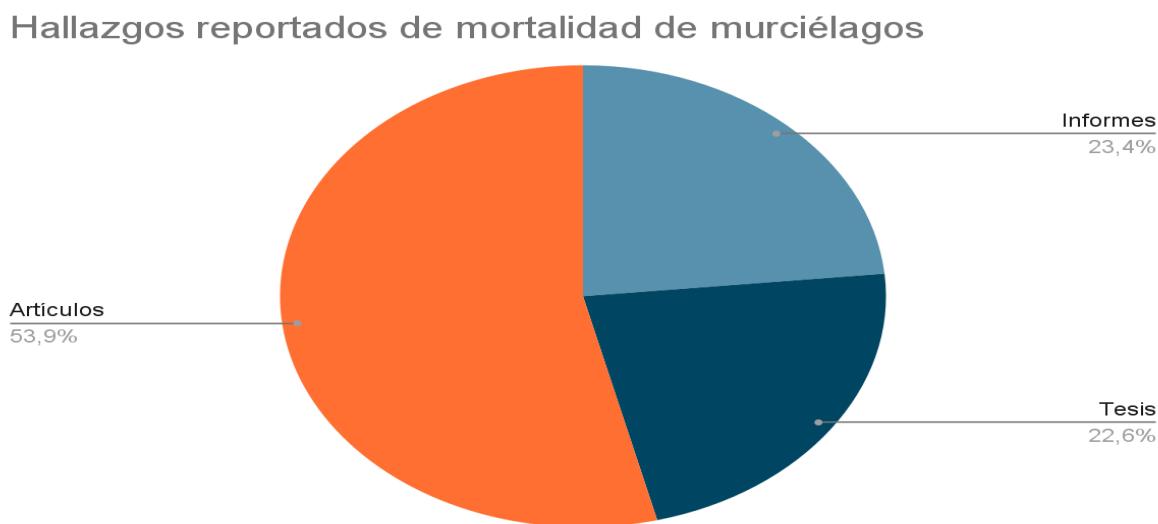


Figura 7. Número de cadáveres de murciélagos reportados en parques eólicos en las fuentes de información consultadas.

Tabla 6: Características generales de los parques eólicos con hallazgos de mortalidad

*Parque eólico	Vegetación predominante	Clima	Superficie total (ha)	Capacidad instalada (MW)	No. de aerogeneradores	Potencia unitaria (MW)	Modelo	Altura total de torre (m)	Dist. entre torres (m)	Long. de las palas (m)
NL	Pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	(A)Cx'(semicálido subhúmedo)	558.44	168	40	4.2	V-50 4.0-4.2MW	134	ND	74.5
YUC	Pastizales inducidos que albergan ganadería extensiva y agricultura	Cálido semiseco semicálido y cálido subhúmedo	56.43	70	36	2	VESTAS V100-1.8/2.0MW	125	504	50
BC	Chaparral montano	(BSks) Clima seco con lluvias de invierno	2	10	5	2	Gamesa G-87	80	ND	42
ZAC	Matorral xerófilo	BS 1Kw Semiseco templado	172.4	130	65	2	Gamesa G114/2000	90	ND	55.5
OAX - 1	Campos agrícolas, vegetación secundaria y bosque ripario (< 1%).	Tropical subhúmedo con lluvias en verano	982	83.3	98	0.85	Gamesa G-52	50	130	25
OAX-EAS	Tierras agrícolas con parches de pastizales y bosques caducifolio s	ND	ND	160	80	2	ND	125	240	39.5
OAX-NOR	Tierras agrícolas con parches de pastizales y bosques	ND	ND	86.5 MW/año	98	0.85	ND	75	135	24.5

		caducifolio								
		s								
TAM -1	Matorral xerófilo, bosque de mezquite, pastizal cultivado y pastizal	Cálido (Aw0)	3,637.34	55	15	3.3	ND	120	ND	ND
COA-1	Bosque espinoso de Prosopis; matorral xerófilo, matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo	Muy seco semicálid o (BWh)	4753.55	199.5	95	2.1	ND	137	ND	ND
OAX-NW	Pastizales para ganado, tierras de cultivo, vegetación secundaria y parches de bosque tropical caducifolio y subcaducifolio	ND	ND	102.85 MW/año	121	0.85	ND	69	160 - 1115	ND
OAX-SW	Pastizales para ganado, tierras de cultivo, vegetación secundaria y parches de bosque tropical caducifolio y subcaducifolio	ND	ND	160 MW/año	80	2	ND	125	240	ND

El estado para el cual se tiene mayor número de registros de mortalidad es Oaxaca, con 398 hallazgos (Figura 8).

Hallazgos de mortalidad por estado

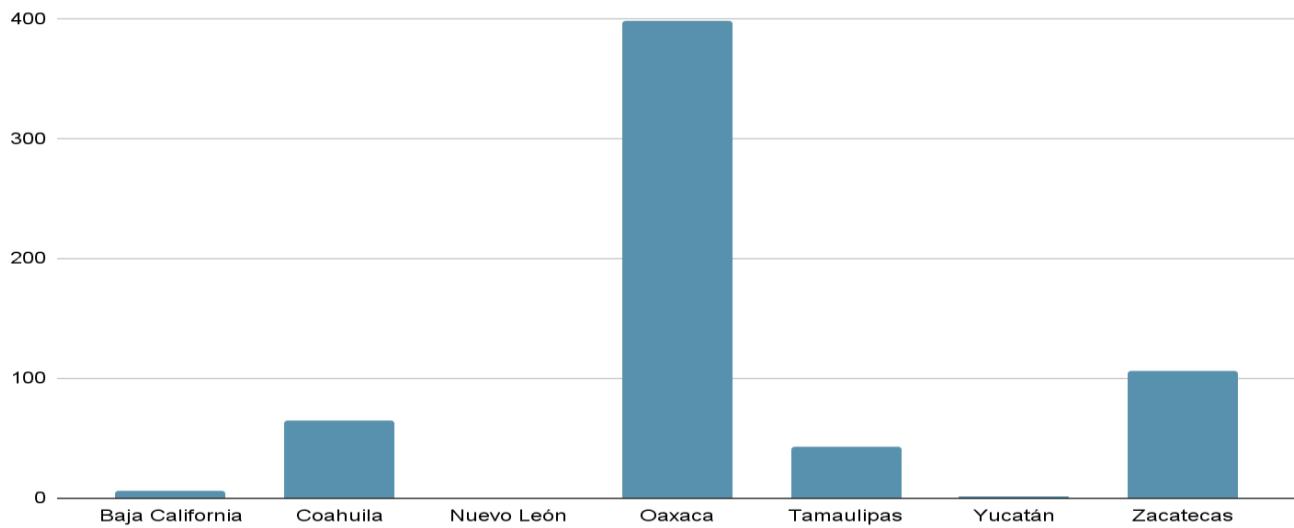


Figura 8: Número de hallazgos de mortalidad de murciélagos en parques eólicos por estados

Los hallazgos corresponden a 20 géneros, 39 especies, cuatro hallazgos identificados sólo a nivel de género y 28 que no fue posible identificar género ni especie (ANEXO IV).

La familia con mayor número de hallazgos de mortalidad de murciélagos fue la Vespertilionidae con 158 registros, seguida de la Mollosidae con 157 (Figura 9).

Registros de mortalidad por familia

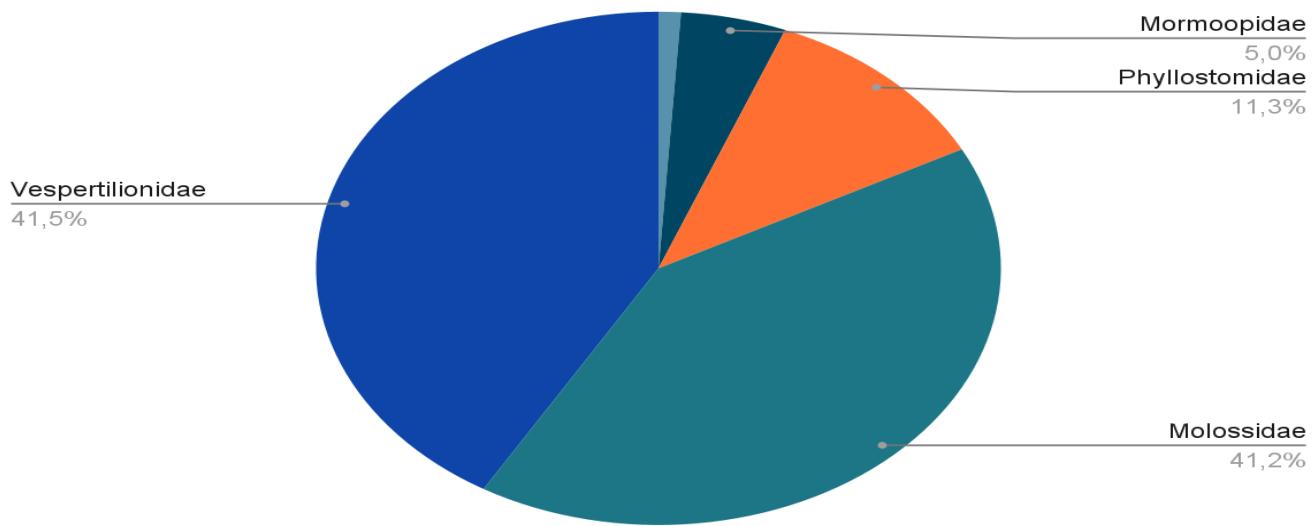


Figura 9. Hallazgos de mortalidad reportados por familia

Las especies con mayor número de registros de mortalidad fueron *Pteronotus davyi* y *Tadarida brasiliensis*, ambas con 73 cadáveres encontrados, en segundo lugar *Aeroestes cinereus* con 70, seguido de *Nyctinomops macrotis* con 31 (Figura 10).

Especies con más registros de mortalidad

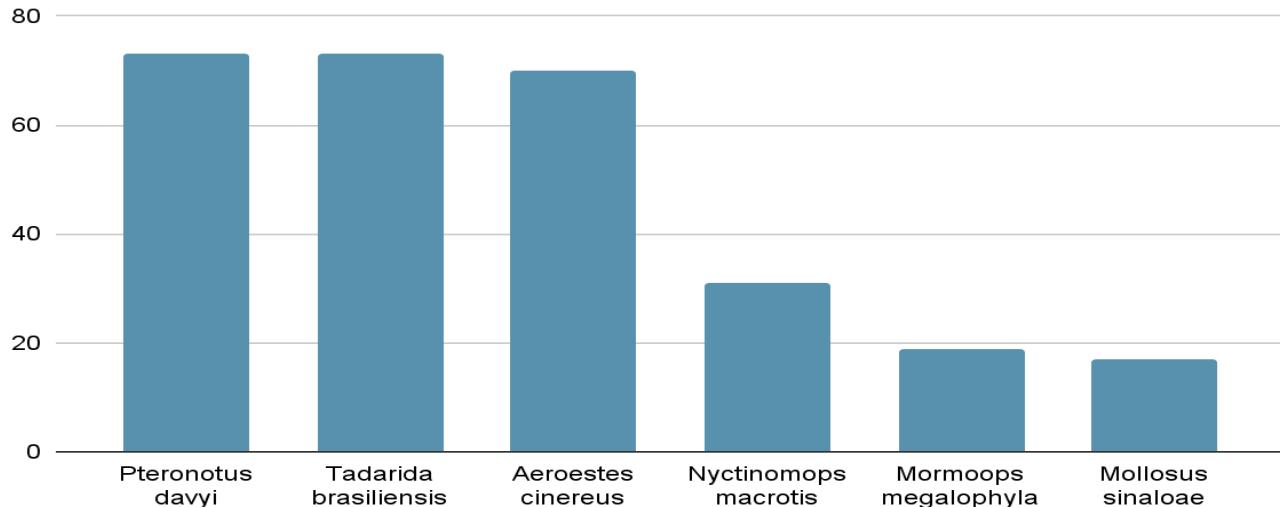


Figura 10. Especies con mayor número de registros de mortalidad en parques eólicos en México

En lo que respecta a los gremios tróficos, se identificaron ocho grupos a los que pertenecen las especies con registros de mortalidad: insectívoros de espacios saturados (IS), insectívoros de espacios muy saturados (IMS), omnívoros (O), nectarívoros (N), polinívoros (P), frugívoros (F), insectívoros de espacios abiertos (IEA) y recolectores de espacios muy saturados (RMS). Cabe destacar que la mayoría de las especies con registros de mortalidad pertenecen al grupo de insectívoros de espacios abiertos (Figura 11).

Especies con hallazgos de mortalidad por gremio trófico

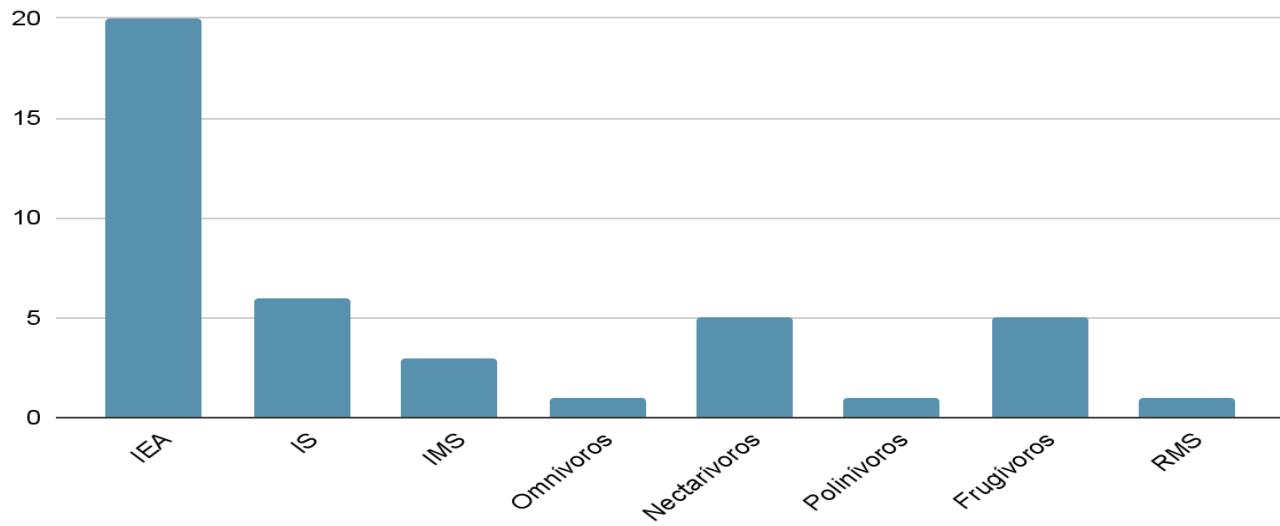


Figura 11. Número de especies con hallazgos de mortalidad, de acuerdo con su gremio trófico

De las especies que cuentan con registros de mortalidad, dos se encuentran en alguna categoría de riesgo: *Enchisthenes hartii* está enlistada en la NOM - 059 - SEMARNAT - 2010 como Sujeta a Protección Especial

y *Leptonycteris yerbabuenae* está en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como amenazada.

Sólamente para 115 cadáveres se reportó la temporada del registro de los hallazgos (23% del total de los cadáveres), los cuales ocurrieron en las cuatro estaciones del año, sin embargo la temporada en la que se registraron mayor número de cadáveres fue el otoño con 85 cadáveres, seguida del verano con 30 cadáveres.

La temporada donde se registró mayor número de especies con mortalidad fue el verano con siete especies, seguida del otoño con cuatro especies.

En lo que respecta a las tasas de mortalidad estimadas, se informaron datos correspondientes a siete parques eólicos. Las cifras reportadas oscilan entre 3.48 y 43.79 murciélagos muertos por Megawatt por año (Tabla 7).

Tabla 7. Tasas de mortalidad de murciélagos reportadas en parques eólicos en México

Parque eólico	Periodo del estudio	Área y método de búsqueda de cadáveres	Tiempo de búsqueda por aerogenerador	Intervalo de búsqueda	No. de cadáveres encontrados	Tasa de mortalidad estimada	Tiempo de permanencia de cadáveres
NL	Septiembre 2021 - febrero de 2022	Variable, de hasta 250 m, en función de la accesibilidad, topografía y cobertura vegetal	La superficie mínima de muestreo se cubrió en 10-15 minutos	Diario	ND	ND	ND
YUC	Septiembre - noviembre 2019	ND	ND	ND	1	ND	ND
BC	Julio 2015 - agosto 2016	80 m ² , tomando como base la altura total de los aerogeneradores	20 minutos aerogenerador	Mensual	7	ND	ND
ZAC	Enero - diciembre 2021	100 m ² , con base en la altura total de los aerogeneradores	20 minutos por aerogenerador	5 días de búsqueda continuos cada mes	102	462 murciélagos por año, equivalente a 3.5 murciélagos por megawatt o 7.1 murciélagos por turbina al año	ND
OAX - 1	2009 - 2013	Caminos de servicio, zanjas a lo largo de ellos y en el área de servicio (35 × 15 m alrededor de las turbinas) y transectos.	ND	Cada 3 o 4 días en promedio (aproximadamente 2 búsquedas por semana), durante al menos 8 meses (marzo a octubre) por año	203	4.18–20.20 murciélagos /turbina	2 días

OAX-EAS	Junio - noviembre 2015	4427,2 m ² (diez bandas radiales de 10 m alrededor de cada turbina)	ND	Diario, excepto con mal clima (p.ej. Lluvia rain)	23	20.47 murciélagos/MW/año	2 días
OAX-NOR	Junio - noviembre 2015	2056,5 m ² (ocho bandas radiales de 10 m)	ND	Diario, excepto con mal clima (p.ej. Lluvia rain)	49	43.79 murciélagos/MW/año	2 días
TAM -1	2019-2021 (todas las temporadas del año)	50 m. alrededor de los aerogeneradores	20 minutos por punto de muestreo	Una vez a la semana durante un año	42	3.48 Murciélagos/MW/año	2.86 verano; 2.63 otoño; invierno 1.47 Y primavera 2.87
COA-1	2019 - 2021 (todas las temporadas del año)	50 m. alrededor de los aerogeneradores	20 minutos por punto de muestreo	Una vez a la semana durante un año	65	29.4 murciélagos/MW/año	0.5 verano; 0.05 otoño; 1.9 invierno; 0.5 primavera
OAX-NW	Noviembre 2016 - 2018	Aproximadamente 2017 m ² (sólo caminos y áreas de servicio)	ND	En promedio cada 10 - 11.6 días (Diferentes frecuencias y durante períodos de diferente duración cada año)	54	15.41 – 15.72 murciélagos/MW/año	0.5 (estimada)
OAX-SW	Noviembre 2016 - 2018	Aproximadamente 3138 m ² (sólo caminos y áreas de servicio)	ND	Cada 3.3 - 3.9 días	69	3.97 - 4.32 murciélagos/MW/año	0.5 (estimada)

5.1.5 Problemáticas asociadas a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México

Se identificó a 63 actores clave involucrados en la promoción y el desarrollo de parques eólicos en México. Estos actores desempeñan roles fundamentales en diversas áreas, como la elaboración de normativas para la regulación de estos proyectos, la evaluación del impacto ambiental, el financiamiento, la supervisión del cumplimiento de las condicionantes establecidas, la emisión de opiniones técnicas sobre la viabilidad de los proyectos y la investigación en energía eólica. Además, representan a los usuarios de energía, los propietarios de las tierras donde se construyen los parques eólicos y los habitantes de las comunidades cercanas (Anexo V).

Los actores clave fueron clasificados en 13 grupos según los roles que desempeñan. Se definió asimismo la relación predominante de cada uno respecto a la instalación de parques eólicos en México, identificando así a actores en contra, neutrales y a favor del proyecto. Posteriormente, se estableció una jerarquía de influencia, revelando que los actores de mayor impacto son los gobiernos nacionales y extranjeros, los inversionistas y los propietarios de las tierras. El grado de influencia también varió según el alcance geográfico de los actores, abarcando desde lo local hasta lo internacional (Figura 12).

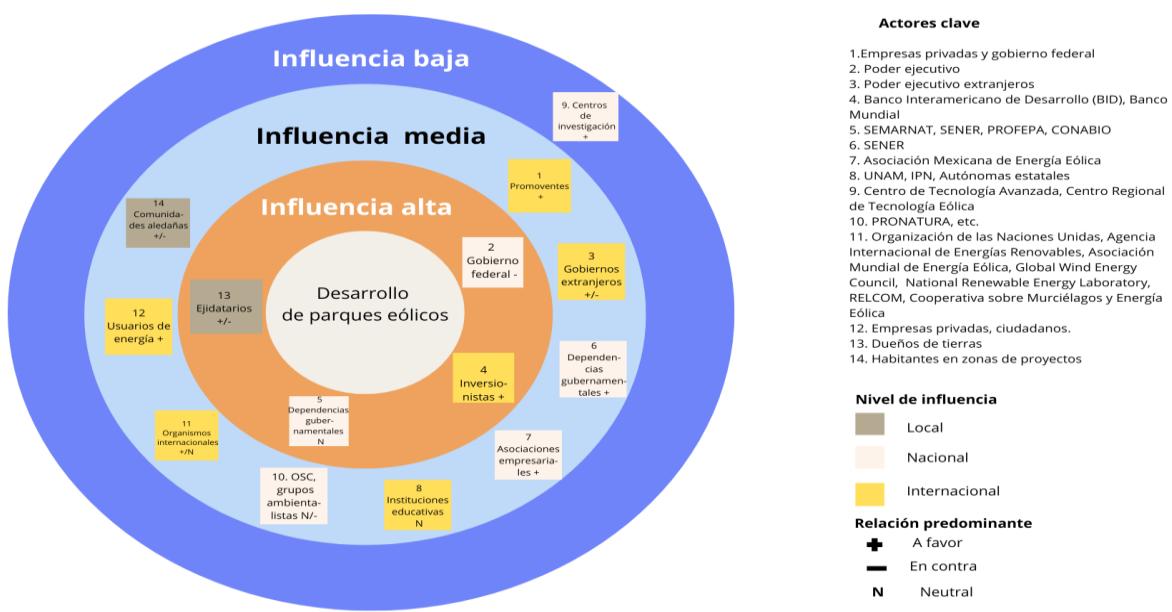


Figura 12. Mapa de actores clave involucrados en la elaboración, ejecución y vigilancia del cumplimiento de los lineamientos para la evaluación y mitigación de impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

Con base en el listado de actores clave se contactó y entrevistó a once personas, que incluyeron a tres consultores ambientales, un director de un parque eólico, un investigador especialista en murciélagos, tres supervisores ambientales, una abogada, un técnico de monitoreo de murciélagos en parques eólicos y un desarrollador de parques eólicos en México.

Como resultado del análisis de la literatura y de las entrevistas en el software ATLAS.ti 23™, se identificó un total de 151 problemáticas asociadas con el impacto de los parques eólicos en los murciélagos en México. Estas se clasificaron en diez categorías:

- 1) Aspectos regulatorios y normativos
- 2) Aspectos tecnológicos y técnicos
- 3) Colaboración y diálogo interinstitucional
- 4) Conflictos entre desarrollo y conservación de la biodiversidad
- 5) Conocimiento y formación técnica
- 6) Evaluación de impacto ambiental
- 7) Integridad y calidad de la información
- 8) Monitoreo y seguimiento
- 9) Participación comunitaria y transparencia
- 10) Vacíos de conocimiento y necesidades de investigación

Considerando tanto el número de problemáticas por categoría como la frecuencia con la que fueron mencionadas, se pudo identificar que la mayoría de los problemas se concentran en el ámbito de la evaluación de impacto ambiental. Le siguen en orden de importancia los aspectos regulatorios y normativos, y en tercer lugar, los temas relacionados con el monitoreo y seguimiento (Figura 13).

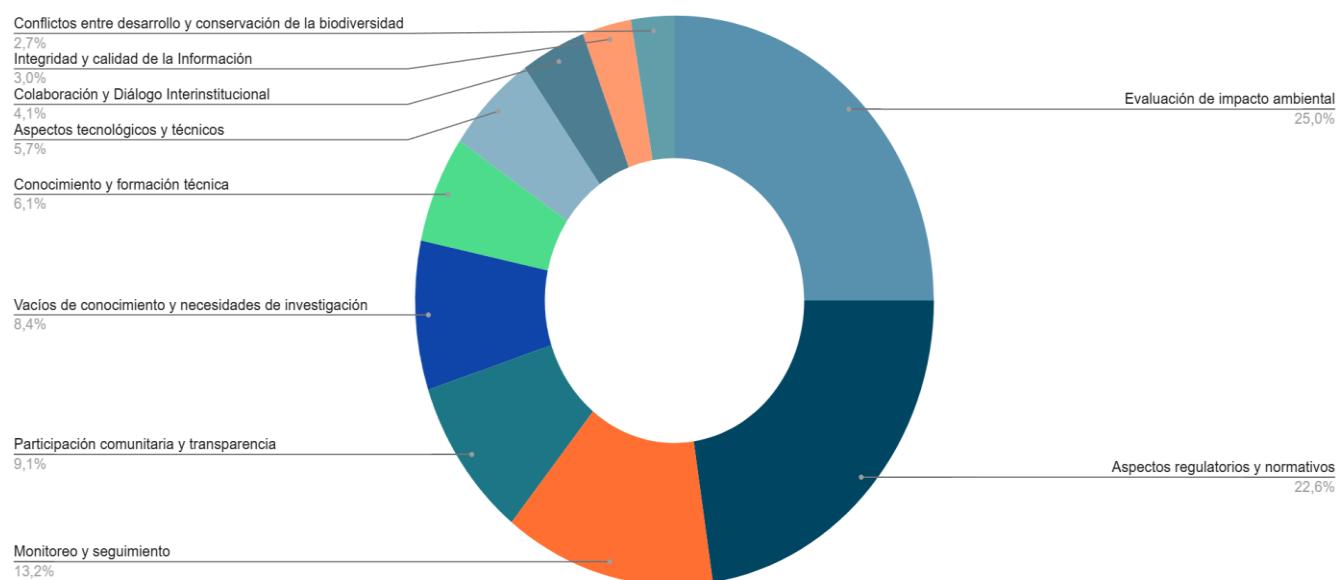


Figura 13. Proporción de problemáticas identificadas por categoría de análisis.

Con base en el diagrama de Pareto, se identificó que las problemáticas que contribuyen en mayor medida a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México son las siguientes: (figura 14).

- 1) Ausencia de lineamientos específicos para el monitoreo y evaluación de impacto ambiental en los murciélagos en parques eólicos.

- 2) Falta de implementación de medidas de mitigación efectivas en parques eólicos.
- 3) Ausencia de un análisis de la información plasmada en los informes de cumplimiento del plan de vigilancia ambiental, lo que impide proporcionar retroalimentación a las empresas eólicas, fomentar la generación de conocimiento y desarrollar políticas efectivas.
- 4) Falta de acceso público a la información sobre los impactos de los murciélagos en parques eólicos.
- 5) Vacíos de información sobre los impactos de los parques eólicos en los murciélagos.
- 6) Falta de diálogo entre empresas desarrolladoras, investigadores, consultores, universidades y las autoridades participantes de empresas y representantes de las autoridades.
- 7) Falta de diálogo entre empresas desarrolladoras, investigadores, consultores, universidades y las autoridades participantes de empresas y representantes de las autoridades
- 8) Falta de capacitación de los técnicos que realizan monitoreos de murciélagos en parques eólicos.

Con base en el principio de Pareto, se estima que el 80% de los problemas se deriva del 20% de las causas. Si se observa en la figura 14 la línea anaranjada que representa las frecuencias acumuladas de las problemáticas se interpreta que la ausencia de lineamientos específicos contribuye en un 20% a los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México.

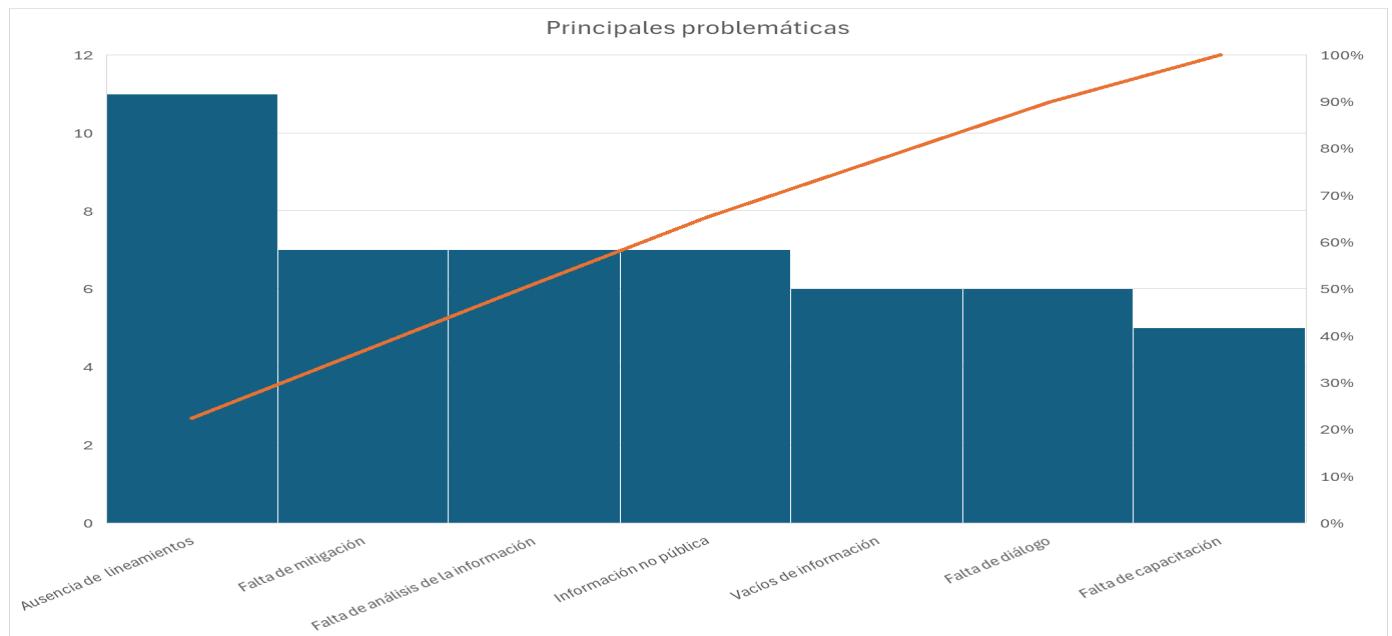


Figura 14. Principales problemáticas identificadas en torno a la evaluación y monitoreo de los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos en México.

A continuación, se llevó a cabo un análisis de las problemáticas por cada categoría, lo que permitió identificar los aspectos más relevantes en cada rubro, tal como se detalla a continuación:

I. Aspectos regulatorios y normativos

La protección adecuada de los murciélagos en México se ve amenazada por una serie de problemáticas interrelacionadas, comenzando por la falta de lineamientos específicos para la evaluación del impacto ambiental que permita mitigar los efectos negativos de los proyectos eólicos. Además, la información presentada en los informes de cumplimiento de los planes de vigilancia ambiental no se analiza de forma efectiva, lo que genera un ciclo de inacción en la revisión y retroalimentación a las empresas, impidiendo así que se utilice para crear políticas efectivas o para generar un conocimiento útil para la sociedad y las comunidades afectadas. La carencia de estandarización en la duración mínima de los estudios y la ambigüedad de los criterios establecidos por las guías de SEMARNAT contribuyen a un marco regulatorio insuficiente que no garantiza la protección de los murciélagos de manera efectiva. Aunque se considera positiva la creación de áreas naturales protegidas, se revela insuficiente para proteger a la quirópterofauna en parques eólicos debido a los amplios rangos de distribución de estos mamíferos y su naturaleza migratoria. Adicionalmente, la falta de inclusión de criterios de conservación en los instrumentos de política ambiental y la ausencia de directrices claras en los planes de manejo para la instalación de parques eólicos representan serias limitaciones en la protección de la quirópterofauna.

II. Aspectos tecnológicos y técnicos

La operación de los parques eólicos ha suscitado preocupaciones respecto a su impacto negativo en las comunidades de murciélagos, en cierta medida debido a diversas limitaciones tecnológicas y técnicas. En este aspecto, se mencionó en primer lugar que la mayoría de los aerogeneradores actualmente en funcionamiento carecen de tecnologías diseñadas para prevenir colisiones, lo que aumenta la vulnerabilidad de estos animales.

Por otra parte, la complejidad relacionada con el encendido y apagado de los aerogeneradores para prevenir colisiones hace que el apagado programado no se considere una opción viable para proteger a los murciélagos. Además, para poder implementar este tipo de medidas se requiere colectar datos mediante el uso de detectores y cámaras de acceso remoto, lo cual se complica por temas de ciberseguridad en parques eólicos. Respecto al uso de disuasores de murciélagos, la principal preocupación es que aún se encuentran en fase de investigación y se desconoce su eficacia, o esta puede variar dependiendo de la especie, lo que implica que las medidas de mitigación deben ser adaptadas a las características específicas de cada proyecto, exigiendo un enfoque integral y personalizado.

Asimismo, la dificultad para cubrir completamente las extensas áreas de los parques eólicos, así como el color y tamaño de los murciélagos complica la búsqueda de cadáveres, impidiendo así una evaluación precisa de los impactos. Otro de los desafíos técnicos que se menciona en el norte del país es la detección y el muestreo de murciélagos en amplias áreas abiertas y desprovistas de vegetación. Por el contrario, en la región sureste, la vegetación densa puede complicar la búsqueda de cadáveres.

Adicionalmente, a menudo, la falta de lesiones externas o el estado de descomposición de los cuerpos dificulta determinar si las muertes están relacionadas con colisiones con las turbinas.

III. Colaboración y diálogo interinstitucional

La falta de colaboración y diálogo entre las empresas desarrolladoras de parques eólicos, investigadores, consultores, universidades y autoridades competentes es uno de los aspectos que ha obstaculizado la conservación de los murciélagos en parques eólicos en México. La carencia de espacios de comunicación impide una efectiva integración de conocimientos y experiencias, lo que se traduce en decisiones poco informadas sobre la selección del sitio para el emplazamiento de parques eólicos, ya que no se involucra a biólogos o especialistas en las visitas de prospección. Además, la ausencia de académicos en la elaboración de instrumentos como los ordenamientos territoriales limita la identificación de áreas críticas para la quiropterofauna. Las investigaciones que se llevan a cabo no alcanzan a responder a las necesidades prácticas de los consultores, y los estudios de impacto ambiental son diseñados sin un enfoque integral, limitándose a ser entregados a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para la emisión de opiniones técnicas, sin involucrar a otras instituciones educativas o centros de investigación. Este déficit de colaboración se ve reflejado también en la falta de vinculación entre las autoridades y la comunidad académica, que es esencial para interpretar adecuadamente los resultados de los informes de cumplimiento de los planes de vigilancia ambiental para desarrollar estrategias efectivas que mitiguen el impacto sobre los murciélagos.

IV. Conflictos entre desarrollo y conservación de la biodiversidad

La instalación de parques eólicos, aunque representa una alternativa crucial en la lucha contra el cambio climático, presenta serios conflictos con la conservación de la biodiversidad, especialmente en lo que respecta a la protección de los murciélagos. En muchos casos, la selección del sitio para estos proyectos se realiza sin considerar adecuadamente los aspectos ecológicos, enfocándose únicamente en factores técnicos y financieros. Esto resulta en la confluencia de ubicaciones óptimas para la generación de energía eólica con rutas migratorias y hábitats críticos para la fauna voladora, lo que incrementa el riesgo de colisiones fatales. Además, la falta de consideración hacia áreas protegidas y la creciente envergadura de los aerogeneradores, que dificulta la implementación de medidas de mitigación como disuasores ultrasónicos, exacerbar los impactos negativos sobre estas especies. La percepción de que los beneficios de la energía eólica superan a la pérdida de biodiversidad es un argumento que a menudo se utiliza para justificar estas decisiones, ignorando las consecuencias que pueden acarrear en los ecosistemas locales.

V. Conocimiento y formación técnica

En este rubro se resaltó una serie de deficiencias en conocimientos y formación técnica entre los profesionistas involucrados. La falta de capacitación adecuada de los técnicos para llevar a cabo monitoreos adecuados de murciélagos, en aspectos como ecología, impacto ambiental y monitoreo acústico, se identificó como uno de los problemas más graves. Muchos de estos técnicos, que a menudo se autodenominan especialistas, carecen de la preparación necesaria, lo que agrava la situación. Además, la contratación de profesionistas que no están familiarizados con las características específicas del sitio de estudio limita la fiabilidad y calidad de las evaluaciones de impacto ambiental. Este desconocimiento

también se extiende a los promotores y consultores, quienes ignoran los impactos potenciales de los parques eólicos en los murciélagos, así como las medidas de mitigación que podrían implementarse para reducir las colisiones. La falta de capacitación en vigilancia y en el monitoreo de mortalidad, junto con la ausencia de herramientas matemáticas y estadísticas para el análisis de los datos, exacerba los efectos negativos de la operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna.

VI. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental de los parques eólicos presenta diversas deficiencias que contribuyen a los efectos perjudiciales sobre las comunidades de murciélagos. En primer lugar, la falta de estandarización en los métodos de monitoreo dificulta la elaboración de una línea base sólida y confiable, lo que impide una evaluación precisa de los impactos. Además, la ausencia de criterios uniformes para la evaluación de impactos limita la capacidad para identificarlos y mitigarlos de manera adecuada.

Otro problema destacado es la falta de evaluación de los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales. En este aspecto se destacó la carencia de directrices y obligatoriedad para evaluar este tipo de impactos. Asimismo, la fragmentación de proyectos en diferentes evaluaciones de impacto ambiental dificulta la comprensión integral y precisa de los impactos en los murciélagos. A esto se suma la falta de conocimiento sobre los impactos indirectos y la omisión de los amplios hábitats y rutas migratorias de los murciélagos, lo que resulta en una evaluación incompleta y sesgada.

También se observan deficiencias en la definición del área de influencia y en la realización de estudios de ruido previos a la autorización de los proyectos, lo que refleja una falta de atención a los riesgos potenciales para la fauna. Esta situación perpetúa una política de reparación en lugar de prevención de impactos.

VII. Integridad y calidad de la información

La integridad y calidad de la información relacionada con la operación de parques eólicos son fundamentales para mitigar los impactos negativos sobre los murciélagos. Sin embargo, el ocultamiento de información por parte de los desarrolladores a las autoridades dificulta la evaluación precisa de los riesgos que enfrentan estas especies. Además, las omisiones en la información presentada en las Manifestaciones de Impacto Ambiental, tales como atributos críticos del hábitat, rutas migratorias y la presencia de especies amenazadas, agravan la situación, limitando la capacidad de gestión y conservación. Por otro lado, los estudios de seguimiento realizados durante la operación de los parques son inconsistentes en términos de duración y esfuerzo de monitoreo, lo que impide obtener una imagen clara sobre el impacto real en los murciélagos. También es preocupante que la información proporcionada por medio del recurso de transparencia no siempre corresponda a lo solicitado o no se entregue de manera completa, lo que dificulta aún más la toma de decisiones informadas y efectivas en favor de la preservación de estas especies.

VIII. Monitoreo y seguimiento

El monitoreo y seguimiento de los impactos negativos sobre los murciélagos y del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en los Planes de Vigilancia Ambiental para parques eólicos enfrenta una serie de desafíos que deben abordarse para garantizar la conservación de estas especies. En primer lugar, la

falta de estandarización en los métodos de recolección, análisis e interpretación de la información acerca de la mortalidad dificulta la comparabilidad y validez de los datos obtenidos. Además, en la mayoría de los casos se carece de medidas de mitigación efectivas, y los esfuerzos en este sentido se concentran en gastos en monitoreos que no siempre se traducen en acciones concretas para reducir los impactos. La entrega de informes a la SEMARNAT a menudo se convierte en un requisito formal sin una retroalimentación significativa que fomente la mejora continua. Esto aunado a la falta de un seguimiento riguroso que garantice el cumplimiento de los monitoreos solicitados durante la operación de los parques eólicos. Asimismo, los estudios a largo plazo que podrían documentar impactos indirectos son escasos. La falta de transparencia y objetividad en la vigilancia del cumplimiento, junto con la ausencia de formación especializada en quienes revisan los informes, contribuyen a un panorama en el que la vigilancia se percibe más como un trámite administrativo que como un mecanismo efectivo para la conservación de la biodiversidad.

IX. Participación comunitaria y transparencia

La participación comunitaria y la transparencia son esenciales para abordar los impactos de los parques eólicos en los murciélagos, ya que la falta de acceso a información adecuada y la exclusión de las comunidades locales en los procesos de toma de decisiones agravan las problemáticas relacionadas con estos proyectos. En primer lugar, la ausencia de información pública sobre los impactos ambientales es un obstáculo significativo, ya que el desconocimiento de las especies de murciélagos sufren mortalidad en parques eólicos y si existen patrones espaciales, temporales o variables climáticas relacionadas con estos incidentes impide el desarrollo de medidas de mitigación efectivas y el diseño de políticas para la conservación de los murciélagos. Además, se desconoce el procedimiento para solicitar información a las autoridades y, a menudo, las autorizaciones de los proyectos se otorgan sin una consulta previa libre, informada y suficiente. Esta falta de transparencia infringe los derechos de las comunidades a participar en procesos que afectan su entorno. Adicionalmente, la información sobre modificaciones en los proyectos se revela tardíamente, y los plazos breves para la consulta pública limitan aún más la participación efectiva.

X. Vacíos de conocimiento y necesidades de investigación

A pesar del rápido desarrollo de la energía eólica en México, existen vacíos de conocimiento significativos en cuanto a sus impactos sobre los murciélagos. Uno de los aspectos más críticos es la falta de información sobre los efectos de estos parques en la mortalidad de murciélagos, con datos escasos sobre las tasas de mortalidad y las especies afectadas. Además, la carencia de información específica para realizar evaluaciones de impacto ambiental complica la implementación de medidas efectivas que puedan mitigar estos efectos. Existe un desconocimiento considerable sobre la eficacia de las estrategias de mitigación implementadas hasta ahora, así como sobre los efectos acumulativos en regiones con un alto desarrollo eólico. Asimismo, se requiere investigar la distribución geográfica y el estatus de conservación de los murciélagos en áreas de parques eólicos, así como sus patrones de actividad y conectividad de hábitat. Otros aspectos relevantes incluyen el estudio de los impactos por ruido en la quirópterofauna, las velocidades de viento asociadas con mayor mortalidad y si las especies de murciélagos llegan a adaptarse a la presencia de aerogeneradores.

5.2 Lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México.

En la Constitución Política Mexicana el sector eléctrico se encuentra regulado en los artículos 25, 27 y 28. En el artículo 25 de la Constitución Política de México se establece que la Nación llevará a cabo la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución.

El artículo 27 dispone que corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones. Las leyes determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica, que en ningún caso tendrán prevalencia sobre la empresa pública del Estado, cuya esencia es cumplir con su responsabilidad social y garantizar la continuidad y accesibilidad del servicio público de electricidad.

Finalmente, el artículo 28 menciona que no constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Estos artículos constitucionales tienen como eje rector la modernización del sector energético de México sin privatizar las empresas públicas dedicadas a la producción y uso de hidrocarburos y electricidad (Gobierno de la República, 2023); sin embargo, no incorporan a las energías renovables, ni consideran los efectos negativos sobre el medio ambiente que no están implícitos en los costos de producción de energía (CEMDA, 2023).

En materia de tratados, acuerdos y convenciones internacionales y regionales destacan los últimos compromisos asumidos en la Conferencia de las Partes COP 27, celebrada en 2022, en la cual México aumentó la meta de reducción de emisiones de 22% (establecida en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) a 35% para 2030. Para esto el país pretende aumentar la generación de energías renovables durante los próximos 8 años, tales como energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica, con el objetivo de llegar a los 40 GW (Gigawatt). Esta meta forma parte de un proyecto en conjunto con Estados Unidos que representa una inversión de 48 mil millones de dólares (Gobierno de México, 2022).

Respecto a las regulaciones que se encontraron para la vida silvestre, una de las iniciativas surge de la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza que creó la Lista Roja de Especies Amenazadas. Esta lista proporciona información sobre la distribución de las especies, tamaño de la población, hábitat y ecología, uso y/o comercio y amenazas; es una poderosa herramienta para informar al gobierno, agencias, departamentos de vida silvestre, organizaciones no gubernamentales, planificadores de recursos naturales,

organizaciones educativas y la comunidad empresarial sobre las acciones necesarias para la conservación de la biodiversidad y el cambio de políticas, que son fundamentales para proteger los recursos naturales.

De las especies de murciélagos que se distribuyen en México, dos se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas, principalmente debido a los impactos de la producción de energía eólica. El murciélago pipistrelo del este americano (*Perimyotis subflavus*) se encuentra en estado de especie vulnerable y el murciélago miotis norteamericano (*Myotis lucifugus*) está en peligro de extinción (IUCN, 2024). Sin embargo, en el procedimiento de evaluación ambiental en México estas listas no se consideran; sólo las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la Norma Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Un aspecto especialmente relevante para el establecimiento de parques eólicos se menciona en la Ley de Transición Energética. Esta ley señala que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, con el apoyo de instituciones públicas y educativas especializadas, deben preparar estudios de evaluación ambiental estratégica regional para proyectos desarrollados en zonas de alto potencial para la energía limpia. Los estudios deben determinar las características relevantes del ecosistema o ecosistemas potencialmente afectados por los proyectos, evaluar regionalmente los potenciales impactos ambientales y dictar medidas de prevención y control que deben cumplir los desarrolladores de los proyectos (Ley de Transición Energética, 2015).

Asimismo, una de las Normas Oficiales Mexicanas, específicamente la NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene como objetivo identificar y asegurar el cuidado de especies de flora y fauna en peligro en México. Las especies listadas en esta norma deben reportarse en las Manifestaciones de Impacto Ambiental de Parques Eólicos junto con propuestas de acciones para evitar o mitigar los efectos negativos sobre la especie.

Otra norma que se debe cumplir es la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas (incluidas las turbinas eólicas) y especifica el método de medición de emisiones.

Debido al posible impacto en aves y murciélagos por el ruido generado durante la construcción y operación de parques eólicos, los promotores deberán apegarse a lo dispuesto en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Sin embargo, los límites de ruido en esta norma se establecieron con base en los valores de concentración máxima permisible para los seres humanos de contaminantes en el medio ambiente, los cuales fueron determinados por la Secretaría de Salud (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 2023).

En términos de leyes estatales, cinco regiones –Baja California, Colima, Chihuahua, Durango y Oaxaca– cuentan con legislación específica para energías renovables (Cámara de Diputados, 2023b). Todas estas leyes tienen como objetivo promover el uso y desarrollo de energías renovables de forma compatible con la sociedad y el medio ambiente; sin embargo, no contienen ninguna regulación específica para evaluar, prevenir o mitigar los impactos de los parques eólicos sobre la fauna voladora.

Cabe destacar que a pesar de que Tamaulipas y Yucatán se encuentran entre los cinco principales productores de energía eólica de México, estos estados carecen de legislación específica relativa al desarrollo de parques eólicos.

Para facilitar la elaboración de las manifestaciones de impacto ambiental (MIA) que deben presentar los promotores de parques eólicos, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cuenta con dos guías cuyo contenido se fundamenta en lo solicitado en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, 2000).

Estas guías brindan recomendaciones generales para facilitar una gestión más sistemática, eficiente y completa para la integración de los resultados de las evaluaciones de impacto ambiental de parques eólicos.

Una de las guías es particular y la otra es regional. La guía regional es aplicable a proyectos que cumplan uno o más de los siguientes criterios: 1) proyectos cuya superficie sea mayor a 500 hectáreas, 2) proyectos cuyas obras o actividades están incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o planificación ecológica. ; 3) proyectos que pretendan llevarse a cabo en una región ecológica específica; y/o 4) proyectos que pretendan desarrollarse en lugares donde, debido a su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, generen impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, se espera que causen la destrucción, aislamiento o fragmentación de los ecosistemas. En todos los demás casos, se debe utilizar la guía de tipo particular (Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, 2014).

Estas guías para elaboración de MIA solicitan una descripción del estado de la fauna presente en el sitio antes del desarrollo del parque eólico y la identificación de posibles impactos a la fauna derivados de la preparación, construcción, operación y actividades de abandono. Finalmente, las guías solicitan la propuesta de medidas de prevención y mitigación de impactos negativos.

Una vez elaborada la MIA, se somete a evaluación por parte de la SEMARNAT quien emite la respuesta correspondiente en el documento conocido como resolutivo, donde se puede aprobar la ejecución del proyecto en los términos solicitados o mediante el cumplimiento de determinadas condicionantes o medidas adicionales de prevención o mitigación. También se puede negar la realización del proyecto en aquellos casos en los que no se cumpla la normatividad aplicable, cuando por la realización del proyecto se amenace o se ponga en peligro de extinción una o más especies, o cuando exista falsedad en la información proporcionada por el interesado (artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente).

A partir de la revisión que se realizó de los resolutivos de los parques eólicos aprobados en México, en la Tabla 8 se muestran las principales condicionantes solicitadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a los promotores para proteger a los murciélagos en parques eólicos (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023).

Tabla 8. Condicionantes solicitadas por SEMARNAT respecto a murciélagos en parques eólicos.

Descripción de los quirópteros	Identificación de impactos	Medidas
Diversidad de aves y murciélagos, residentes y migratorias a lo largo del ciclo de estudio	Estimación del riesgo de colisiones con los aerogeneradores y análisis de consecuencias a nivel de poblaciones y comunidades de murciélagos	Presentación de un Programa de Monitoreo de Aves, Murciélagos y Mariposas, donde deben establecer la metodología adecuada para el monitoreo de estos grupos y los resultados correspondientes Propuesta de acciones para minimizar los impactos sobre los individuos de las especies de murciélagos que pudieran resultar afectados
Distribución y abundancia por especie a lo largo del ciclo de estudio		Registro de colisiones en los aerogeneradores para cada especie, residente o migratoria, número de aerogenerador, y análisis de las consecuencias a nivel de poblaciones y comunidades
Comportamiento de vuelo (arribo, altura de vuelo, direcciones de vuelo, etc.)		Restablecer y/o restaurar áreas de anidación, refugio y alimentación que fueron afectados por el proyecto
Zonas de anidación, alimentación o percheo en la zona y área de influencia del proyecto		Estudio de ruido (diurno y nocturno) enfocado a determinar la alteración que los aerogeneradores crean en el comportamiento de las especies de murciélagos
		Instrumentar un sistema capaz de detectar grandes parvadas de aves o murciélagos de forma temprana, que permita parar los aerogeneradores para evitar colisiones
		Presentar informes semestrales de monitoreos de murciélagos durante etapa de preparación, operación y mantenimiento para conocer el comportamiento y alturas de vuelo a fin de implementar en su caso medidas adicionales para prevenir y reducir colisiones en la etapa de operación

Además de la evaluación de impacto ambiental, otros instrumentos de política ambiental incluyen la Planificación Territorial (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio). El objetivo de este instrumento es regular o inducir el uso de la tierra y las actividades productivas para lograr la protección ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales. En este sentido, se encontró que cuatro entidades federativas en México cuentan con algún criterio de regulación ecológica para parques eólicos y murciélagos en su Ordenamiento territorial (Tabla 9).

Tabla 9. Criterios de regulación para parques eólicos y murciélagos en los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Entidad federativa	Criterio Ecológico	Descripción
Baja California	EOL 01	Los proyectos de parques eólicos deberán evitar establecerse en las Áreas Naturales Protegidas, sitios Ramsar, y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, así como en zonas donde alteren o pongan en riesgo los corredores y rutas migratorias de aves y quirópteros
	EOL 02	Se deberán establecer medidas específicas, para evitar, prevenir, mitigar o minimizar los riesgos potenciales de afectación por colisiones de aves y quirópteros con las aspas de aerogeneradores, durante su operación
	EOL 03	Con el fin de conocer el estado actual de las poblaciones de aves y murciélagos se deberán realizar estudios prospectivos para el monitoreo de las poblaciones de aves residentes, migratorias y quirópteros
Oaxaca	C-047	Se debería prevenir, y en su caso, reparar, los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno
Tabasco	ER1	La instalación de parques eólicos, campos de cogeneración y demás actividades de energías renovables deberá contar con la evaluación de impacto ambiental y la autorización de la autoridad competente
	ER2	Los proyectos de parques eólicos deberán evitar establecerse en las Áreas Naturales Protegidas, sitios Ramsar, y áreas de importancia para la conservación de las aves, así como en zonas donde alteren o pongan en riesgo los corredores y rutas migratorias de aves y quirópteros
	GN18	Restringir el establecimiento de termoeléctricas, hidroeléctricas, campos eólicos y refinerías en UGA de conservación, prioritaria de conservación y protección costera, previa justificación técnica y autorización correspondiente
Yucatán	No.65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología, topografía, geofísica y geotecnia, así como la evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios.

Los criterios ecológicos que se incluyen en los ordenamientos territoriales varían desde algunos muy generales a otros más específicos. Por ejemplo, en el caso de Oaxaca, el estado con mayor desarrollo eólico

de México actualmente no existe un criterio específico para prevenir o mitigar los impactos de los parques eólicos en murciélagos. Yucatán es otro estado con notable desarrollo de la energía eólica y es el único estado del país que especifica la duración mínima de los estudios de murciélagos que deben realizarse antes de la instalación de parques eólicos.

Finalmente, una herramienta propuesta por los especialistas en murciélagos, a través de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de Murciélagos es el decreto de Áreas y Sitios de Importancia para la Conservación de Murciélagos (AICOM y SICOM respectivamente). El objetivo de esta iniciativa es proteger a los murciélagos de determinadas amenazas, como la instalación de parques eólicos. Actualmente México cuenta con treinta áreas y un sitio de importancia para la conservación de murciélagos (RELCOM, 2024a) (Figura 15); sin embargo, la declaración de estas áreas no tiene peso legal por lo que el establecimiento de parques eólicos en estos sitios no viola ninguna ley.

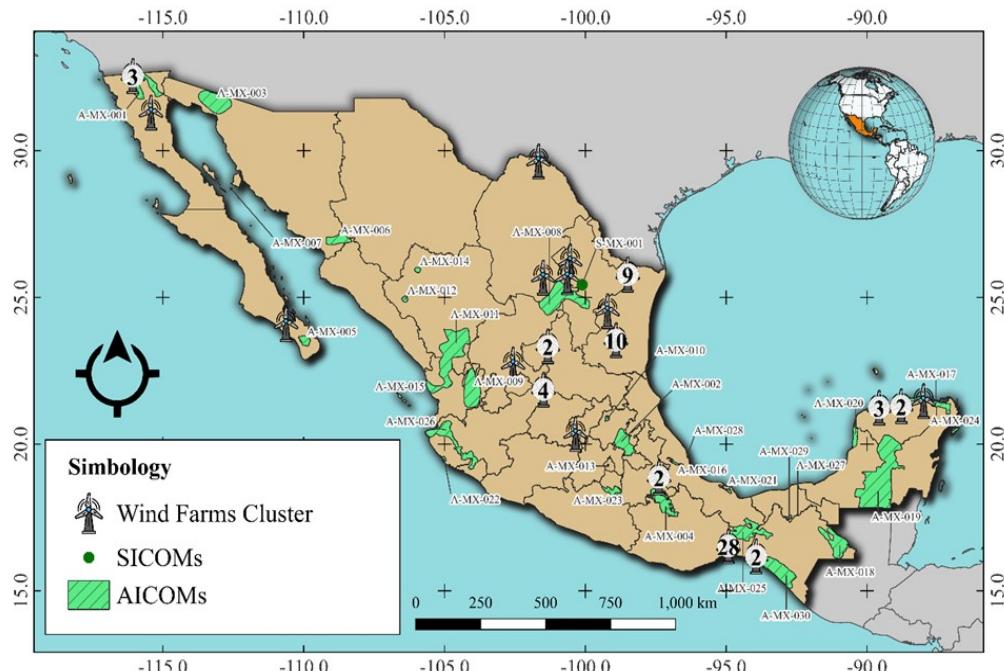


Figura 15. Áreas y sitios de importancia para la conservación de murciélagos y parques eólicos en operación en México (los números en el mapa indican el número de parques eólicos que están en operación en el área)

5.3 Propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México

Los lineamientos propuestos para la quiropterofauna se integraron a la Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental de Proyectos Eólicos Modalidad Regional (Ver ANEXO VI).

Las aportaciones que se hicieron a este documento respecto a los murciélagos se incluyeron en los siguientes capítulos e incisos:

CAPÍTULO IV. DEFINICIÓN, DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO; SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA POR LA INFLUENCIA DEL PROYECTO Y DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.5 Caracterización biótica del Área del Proyecto: se incluyeron recomendaciones de las fuentes que se pueden consultar para la caracterización de la quiropterofauna antes de la construcción de los parques eólicos.

IV.5.4. Hábitat: se incluyeron recomendaciones para la identificación de atributos del hábitat importantes para los murciélagos, uso de hábitat y comportamiento de vuelo.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Identificación de impactos: se enlistaron los impactos que pueden ocurrir en la fauna voladora

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Se mencionan medidas referentes a aspectos como la localización y diseño de los parques eólicos y duración de los monitoreos para murciélagos.

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO II.1. INCORPORACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS INTERNACIONALES AL DISEÑO y ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

II.1.1 Buenas Prácticas Internacionales (BPI)

Se incluyó un listado de manuales de buenas prácticas internacionales que se pueden consultar para la evaluación de los impactos de los parques eólicos en los murciélagos.

II.1.2 Recomendaciones para mitigar los impactos en quiropterofauna (murciélagos): en este apartado se describieron todas las medidas de mitigación que se pueden implementar en la etapa pre – operativa, operativa y abandono. También se incluyeron recomendaciones sobre medidas de compensación.

ANEXO IV.2. FUENTES ABIERTAS DISPONIBLES DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

1. **BASES DE DATOS BIÓTICOS:** Se incluyó en un listado las ligas de acceso para bases de datos que contienen información sobre áreas que pueden ser importantes para los quirópteros como las áreas naturales protegidas y los corredores biológicos.

ANEXO IV.4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE -MEDIO BIÓTICO- FAUNA AVES Y QUIRÓPTEROS

Se incluyeron recomendaciones para el estudio del hábitat y para la identificación de atributos de importancia para los murciélagos. También se enlistó la información que se debe recabar sobre los quirópteros, como su abundancia y comportamientos de vuelo y se describieron las temporadas en las que se recomienda hacer los monitoreos en México, tomando en cuenta la época migratoria. Se incluyeron recomendaciones sobre los métodos de monitoreo para murciélagos, considerando un protocolo para el monitoreo acústico

ANEXO IV.5. METODOLOGÍAS A UTILIZAR DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES EÓLICAS.

Se incluyó el protocolo recomendado para la búsqueda de cadáveres de aves y murciélagos en la etapa de operación y para la estimación de mortalidad.

Glosario de términos: en esta sección se agregaron las definiciones de Áreas y sitios de importancia para la conservación de los murciélagos.

A continuación se presentan las recomendaciones hechas para murciélagos, las cuales se integraron en la propuesta final.

VI.DISCUSIÓN

6.1 Mortalidad de murciélagos en parques eólicos

La información recopilada sobre los registros de mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México presenta vacíos significativos, ya que no incluye datos de 8 de los 15 estados que cuentan con parques eólicos en operación. Además, los datos disponibles abarcan únicamente el período de 2009 a 2021, lo que genera un vacío de información entre 1994, año en que se instaló el primer parque eólico en Oaxaca, y 2008, así como entre 2022 y 2023.

Esta falta de información puede deberse a que la primera evaluación de impacto ambiental (EIA) de parques eólicos (2000-2004) se realizó con lineamientos similares a los utilizados para cualquier otra infraestructura (por ejemplo, hidroeléctrica, termoeléctrica, etc.) y por lo tanto, no contempló los impactos asociados con las instalaciones eólicas y las colisiones de murciélagos no se consideraban en la EIA. Por lo tanto, no era un requisito proponer medidas de mitigación para reducir estos impactos (Arnett et. al., 2016).

Por otro lado, a pesar de haberse solicitado información sobre los 75 parques eólicos en operación en México a través del recurso de transparencia, sólo se obtuvieron cuatro informes que incluían datos sobre la mortalidad de murciélagos. Esta problemática también fue evidenciada en las entrevistas realizadas, donde se mencionó que, al solicitar información a las autoridades, a menudo se recibe información incompleta o faltan los datos solicitados.

Durante el proceso de solicitud de información, se identificaron diversas limitaciones que dificultaron la obtención de datos exhaustivos sobre todos los proyectos. Estas limitaciones incluyen:

- 1. Falta de una fuente oficial y actualizada:** No existe una base de datos que centralice y actualice de manera regular el nombre y la cantidad de los parques eólicos en funcionamiento en el país.
- 2. Variabilidad en la nomenclatura:** Los nombres de los parques eólicos cambian a lo largo de las distintas fases de su desarrollo, especialmente tras la evaluación de impacto ambiental, lo que complica el rastreo y la identificación de los mismos.
- 3. Dificultades en la localización de claves de proyectos:** Se presentan retos significativos para rastrear las claves asociadas a los proyectos de parques eólicos que han sido sometidos a evaluación de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- 4. Desafíos para las autoridades:** Las propias autoridades han encontrado dificultades para localizar la información solicitada, lo que sugiere una falta de organización en la gestión de datos ambientales.
- 5. Confidencialidad de informes:** Algunos informes no están disponibles para el público, ya que se consideran información confidencial, lo que limita la transparencia en la comunicación de datos relevantes.
- 6. Costos asociados:** Existe la exigencia de un pago para acceder a la información solicitada, aun cuando se demande en formato digital, debido a la gran cantidad de información requerida.

Estos desafíos resaltan la imperante necesidad de establecer mecanismos más eficaces de transparencia y acceso a la información en el sector de la energía eólica en México, con el propósito de facilitar la investigación y la conservación de la biodiversidad.

A pesar de la limitación de los datos recopilados, este estudio logró enriquecer la información existente al ser el primer trabajo que integra datos de los informes de cumplimiento presentados a las autoridades, los cuales no están disponibles públicamente. De esta manera, se obtuvieron registros de mortalidad de especies que no habían sido documentadas en artículos científicos previos. Acceder a esta información es fundamental para diseñar estrategias efectivas orientadas a prevenir y mitigar estos impactos.

Respecto al número de especies que presentan registros de mortalidad en parques eólicos en México (39 especies) supera las 27 especies reportadas en parques eólicos de Estados Unidos, a pesar de que la disponibilidad de información en este último país es mayor, abarcando datos de 1995 a 2018 correspondientes a 221 proyectos (West, 2019). Esto sugiere que puede no ser adecuado basar la evaluación de impacto ambiental únicamente en cifras de Norteamérica.

Las familias con el mayor número de hallazgos relacionados con la mortalidad de murciélagos fueron Vespertilionidae, con un 41.5%, y Molossidae, con un 41.2%. Estos resultados son similares a los reportados por Agudelo et al. (2021), quienes estudiaron la mortalidad de murciélagos en parques eólicos de Latinoamérica. En su investigación, encontraron que el 54.5% de los hallazgos correspondían a la familia Molossidae, seguida por Mormoopidae, con un 18%, y Vespertilionidae, con un 13.9%.

En Estados Unidos y Canadá, el 78.4 % de las muertes de murciélagos en parques eólicos corresponde a especies migratorias arbóreas, como *Aeroestes cinereus*, *Lasiurus borealis* y *Lasionycteris noctivagans*, todas ellas pertenecientes a la familia Vespertilionidae (Arnett y Baerwald 2013). Sin embargo, otras especies también se ven gravemente afectadas. Por ejemplo, las muertes de los murciélagos brasileños de cola libre (*Tadarida brasiliensis*), que habitan en cavernas, son bastante frecuentes en el sur de EE. UU. durante el período de maternidad en verano (Miller 2008; Piorkowski y O'Connell 2010, Weaver et al., 2020).

Entre las especies con el mayor número de registros de mortalidad en este estudio, *Tadarida brasiliensis* destaca como una de las más comúnmente reportadas por colisiones en parques eólicos de Norteamérica (Kunz et al., 2007; Arnett, 2008; Weller y Baldwin, 2012). Esta mortalidad se atribuye a su comportamiento migratorio y a que vuela a altitudes superiores a 20 metros (Arnett et al., 2008).

Por otro lado, *Aeroestes cinereus*, la tercera especie con mayor cantidad de registros de mortalidad en este trabajo es también una especie migratoria de amplia distribución. Se ha observado que esta especie presenta la mayor proporción de mortalidad en parques eólicos de Norteamérica, alcanzando un 38% (Arnett y Baerwald, 2013).

En México, las especies con mayor número de registros de mortalidad en parques eólicos no están clasificadas dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo tanto, los impactos en estas especies no se consideran significativos en el proceso de evaluación ambiental. Sin embargo, países como Perú han solicitado la inclusión de *Aeroestes cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasiurus*

blossevillii y *Lasiurus ega* en el Apéndice II de la Convención sobre Especies Migratorias (ONU, 2017). Esto se debe a que los murciélagos migratorios, especialmente estas especies, enfrentan un mayor riesgo de mortalidad en las instalaciones de energía eólica durante su migración en otoño (Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2017).

La información obtenida a partir de los informes y las tesis permitió obtener registros de mortalidad de especies que no se habían documentado en artículos científicos, como es el caso del murciélago *Lasiurus xanthinus*, *Eumops perotis*, *Parastrellus hesperus* y *Nyctinomops macrotis*.

Con respecto a los gremios tróficos, se observó que la mayoría de las especies con registros de mortalidad pertenecen al grupo de insectívoros de hábitats abiertos. Este hallazgo coincide con lo documentado por Ellerbrok et al. (2023), así como por Roemer et al. (2017) en estudios realizados en Alemania, Francia y Bélgica. Ambos grupos de investigación indican que los murciélagos que vuelan a altitudes elevadas, incluidos aquellos que forrajean en espacios abiertos, presentan un mayor riesgo de colisiones con aerogeneradores.

Hasta el momento, el estado con mayor cantidad de información disponible es Oaxaca, reconocido por su destacado potencial eólico y por ser el lugar donde se han establecido los primeros parques eólicos del país. No obstante, también hay otros estados como Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila que presentan un gran potencial eólico, aunque la información sobre ellos sigue siendo limitada. Esta falta de datos dificulta obtener un panorama general sobre el impacto de la operación de los parques eólicos en México.

Respecto a la temporada de hallazgos, se han registrado casos de mortalidad de murciélagos en todas las estaciones del año. No obstante, la temporada con el mayor registro de cadáveres correspondió al otoño, seguida del verano. Este patrón se alinea con el periodo migratorio y coincide con las tasas más elevadas de mortalidad de murciélagos en parques eólicos en Norteamérica y Europa (Johnson, 2004; Arnett et al., 2007, 2008; Kunz et al., 2007; Dürr, 2003; Keeley et al., 2001; Lloyd et al., 2023). Cryan y Barclay (2009) sugirieron que la mayor mortalidad de murciélagos migratorios en verano y otoño está relacionada con su comportamiento gregario y reproductivo, en particular durante la búsqueda de pareja, que es característico de los murciélagos arbóreos (Arnett, 2008).

Las cifras reportadas de mortalidad de murciélagos oscilan entre 3.48 y 43.79 individuos por megawatt al año. Este rango es similar al observado en parques eólicos de Norteamérica, donde se registran entre 0.2 y 53.3 murciélagos por megawatt anual (Hayes, 2013; AWWI, 2020).

El tiempo de permanencia de cadáveres reportado varió de 0.05 a 2.89 días en un parque eólico en Coahuila en otoño y un parque eólico en primavera en Tamaulipas.

Es fundamental destacar que, para llevar a cabo análisis más precisos y detectar patrones temporales y por especie, es necesario contar con información adicional. A medida que se disponga de más datos, será posible realizar análisis más detallados por región del país, dado que las condiciones biogeográficas varían notablemente en el territorio nacional y en los distintos parques eólicos.

Además, para que los datos sean comparables tanto entre sí como con los proyectos de otros países, es fundamental estandarizar las metodologías utilizadas en el monitoreo de los murciélagos, especialmente en lo que respecta a la búsqueda de cadáveres y la estimación de la tasa de mortalidad.

Finalmente, es crucial establecer una guía de buenas prácticas que garantice la calidad de la información en los informes de mortalidad de murciélagos en parques eólicos. En muchos casos, los datos recopilados han sido incompletos; por ejemplo, no se ha reportado la temporada de los hallazgos, el método utilizado para la búsqueda de cadáveres o el número de ejemplares encontrados por especie.

6.2 Problemáticas asociadas a los impactos negativos de la operación de los parques eólicos sobre los murciélagos en México

La principal problemática identificada en relación con la evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos en los murciélagos en México es la falta de lineamientos específicos. Este desafío no solo se presenta en México, sino que también es evidente a nivel regional en Latinoamérica, donde los parques eólicos se están volviendo comunes, pero aún no se han establecido protocolos formales para abordar los problemas ambientales derivados del uso de estas tecnologías. En algunos países se han propuesto lineamientos para el desarrollo de parques eólicos, sin embargo, son escasos los ejemplos en los que se ha considerado el impacto en los murciélagos (RELCOM, 2024b).

En orden de importancia, la segunda problemática identificada es la carencia de un análisis adecuado de la información presente en los informes de cumplimiento del plan de vigilancia ambiental. Esta deficiencia es fundamental, ya que obstruye la retroalimentación a las empresas eólicas, limita la generación de conocimiento y dificulta el desarrollo de instrumentos de política ambiental. Durante las entrevistas, se evidenció que una de las causas de esta situación radica en que las autoridades responsables del análisis de los reportes no cuentan con los conocimientos ni con los recursos humanos necesarios para proporcionar retroalimentación efectiva a las empresas sobre la información presentada. Además, se observó una falta de vinculación entre estas autoridades y la academia para poder interpretar los resultados de dichos informes.

La falta de implementación de medidas de mitigación efectivas en parques eólicos fue otra de las cuestiones que más se señalaron y a esto se le asociaron diversas causas. En primer lugar, muchas empresas carecen de recursos económicos y muestran un desinterés significativo hacia la adopción de tales medidas. Además, el impacto de la mortalidad de murciélagos no se percibe como un problema grave en comparación con otras infraestructuras, lo cual resta urgencia a la situación. El desconocimiento sobre la magnitud de este impacto, sumado a la dificultad de observar a los murciélagos debido a su tamaño y hábitos nocturnos, contribuye a una narrativa que minimiza el problema.

A esto se añaden las consideraciones económicas, ya que los empresarios consideran que los disuasores son costosos y carecen de una eficacia garantizada, lo que genera reticencia a invertir en tecnologías que no han sido suficientemente investigadas en el contexto mexicano. La falta de una solución universal para todas las especies de murciélagos y la resistencia al apagado programado de aerogeneradores por miedo a pérdidas económicas complican la situación. Sin embargo, el uso de disuasores ultrasónicos ha probado ser una medida eficaz en Texas para la reducción de la mortalidad de especies como *Lasiurus cinereus* y *Tadarida brasiliensis* (Weaver et al., 2020).

En este contexto, muchas empresas se limitan a presentar informes de monitoreo de murciélagos a la SEMARNAT para cumplir con las condicionantes. En conjunto, estos factores reflejan una falta de voluntad y compromiso por parte de las empresas para abordar adecuadamente la preservación de la fauna afectada por sus operaciones.

Respecto a la falta de acceso público a la información sobre los impactos de los murciélagos en parques eólicos se identificó la reticencia a comunicar estos datos por temor a que se haga un mal uso de la información y surja descontento social. Además, los consultores relacionados con el monitoreo de murciélagos suelen estar obligados a firmar contratos de confidencialidad que limitan la difusión de hallazgos relevantes, lo que genera temores sobre las repercusiones de hacer públicos esos datos. Aunque algunas empresas eólicas están dispuestas a colaborar, a menudo carecen de un canal claro para compartir información, lo que restringe el intercambio de conocimientos y la cooperación entre distintos actores.

Como consecuencias de la falta de transparencia sobre la información de los impactos en los murciélagos se identificó que esto impide la formulación de normativas más efectivas y limita la posibilidad de aprender de los resultados obtenidos y de impulsar investigaciones que podrían beneficiar la conservación de los murciélagos en el contexto de la expansión de la energía eólica.

Por último, una de las problemáticas más destacadas es la falta de diálogo entre las empresas desarrolladoras, investigadores, consultores, universidades y las autoridades involucradas. Esta situación ya había sido mencionada en los simposios sobre energía eólica y sus impactos en la fauna, celebrados en México en 2011 y 2016. Sin embargo, en el presente estudio, esta deficiencia persiste como un asunto sin resolver.

6.3 Lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México

Se documentó que sólo los gobiernos estatales de Baja California, Colima, Chihuahua, Durango y Oaxaca cuentan con legislación específica en materia de energías renovables. Sin embargo, ninguna de estas leyes aborda el potencial impacto de las operaciones de los parques eólicos en los murciélagos.

Para prevenir el impacto del ruido generado durante la construcción y operación de parques eólicos sobre los murciélagos, se debe cumplir con lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Esta norma fija límites de ruido basados en los valores de concentración máxima permisible de contaminantes en el medio ambiente para seres humanos, los cuales son determinados por la Secretaría de Salud. En el año 2013 se modificaron dichos límites con el fin de hacer una diferenciación entre zonas residenciales, industriales, comerciales o de servicios y con base en horarios (Diario Oficial, 2013).

La consideración de los impactos generados por ruido y la existencia de regulaciones en nuestro país representan un avance significativo, en comparación con lugares como California, Alemania e Israel, donde no hay normativas que obliguen a los desarrolladores a evaluar el impacto del ruido de las turbinas en la fauna durante los procesos de zonificación o en los estudios ambientales (Teff-Seker *et al.*, 2022).

No obstante, dado que los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 no abordan específicamente el impacto en la vida silvestre, es imperativo llevar a cabo estudios que analicen cómo el

ruido de los aerogeneradores afecta a los murciélagos. Esto permitirá ajustar los límites máximos permisibles de la norma y, de este modo, mitigar sus efectos adversos.

Respecto a las regulaciones de los impactos que la construcción y operación de parques eólicos tienen sobre los murciélagos, se ha encontrado que el mecanismo clave es la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), como lo establece en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Sin embargo, las guías proporcionadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la elaboración de las MIA no contienen criterios específicos para evaluar el impacto en los murciélagos. Además, su aplicación no es obligatoria, su objetivo es únicamente orientar al promovente para evaluar los impactos de su proyecto.

En las condicionantes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se solicita a los promotores describir las especies de murciélagos presentes en la zona donde se instalarán los parques eólicos e identificar los posibles impactos sobre los mismos y medidas minimizarlos, sin embargo, no se especifica qué métodos se deben utilizar para estudiar a los murciélagos ni la duración mínima que estos estudios deberían tener.

Finalmente, se encontró que el Ordenamiento Territorial Ecológico de sólo cuatro estados de México, se incluyen criterios a considerar para la selección del sitio donde se pretende instalar parques eólicos, considerando los sitios de importancia para los murciélagos. En ningún instrumento legal se mencionan áreas de importancia para los murciélagos que hayan sido decretadas oficialmente, sin embargo La Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de Murciélagos hizo una propuesta de 30 áreas y un sitio de importancia para la conservación de los murciélagos en México. Ubicando espacialmente los parques eólicos que se encuentran actualmente en funcionamiento, se observó que algunos fueron construidos en estas áreas de importancia para la conservación de los murciélagos.

6.4 Lineamientos internacionales para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos

La mayoría de los lineamientos internacionales que fueron analizados son de cumplimiento voluntario. Sin embargo, los desarrollados por el Banco Mundial son obligatorios para los proyectos que esta institución financia. Por otro lado, los lineamientos propuestos por la Secretaría de Recursos Naturales de Ontario también son de carácter obligatorio, ya que, de acuerdo con el Reglamento de Aprobación de Energías Renovables, el solicitante debe elaborar un plan de monitoreo de los impactos en los murciélagos, conforme a lo estipulado en esta guía de lineamientos.

De las recomendaciones señaladas en estos lineamientos, la mayoría se centra en la etapa operativa. Sin embargo, la literatura destaca que la fase más crítica para prevenir impactos es la etapa pre-operativa, en particular la selección adecuada del sitio para la construcción del parque eólico (Banco Mundial, 2015; U.S. Fish and Wildlife Service, 2012).

Las etapas identificadas en relación con las directrices propuestas en los documentos analizados incluyen la etapa pre-operativa, la etapa operativa, la evaluación de impacto ambiental, las medidas de mitigación, las

medidas de compensación y la difusión de la información. Estas fases están también contempladas en las directrices de SEMARNAT para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental, con la excepción del apartado referente a la difusión de la información. Esto se debe a que, en México, los datos recopilados sobre los impactos de la operación de parques eólicos en los murciélagos no se comparten a través de una base de datos accesible para investigadores o consultores.

De las 76 categorías de recomendaciones identificadas en los lineamientos internacionales, las guías propuestas por SEMARNAT y las condicionantes emitidas para los parques eólicos en México abarcan once de estas categorías. Sin embargo, es importante destacar que estas recomendaciones son de carácter general y no incluyen aspectos específicos relacionados con los murciélagos. Las categorías mencionadas son las siguientes:

- 1) Aspectos que se deben considerar para la selección del sitio y evaluación de impactos
- 2) Criterios para decidir cuándo se requiere un monitoreo pre – construcción
- 3) Objetivo de los monitoreos pre-construcción
- 4) Definición del área de monitoreo (delimitación del área de estudio)
- 5) Área de impacto y sistema ambiental de referencia
- 6) Resultados a obtener en los monitoreos pre-construcción
- 7) Atributos del hábitat a reportar en los monitoreos pre-construcción
- 8) Medidas de mitigación preoperativas
- 9) Medidas de mitigación en la etapa de construcción
- 10) Medidas de mitigación en la etapa operativa
- 11) Medidas de mitigación en el desmantelamiento

6.5 Discusión general

La mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México revela un panorama complejo que abarca desde la escasez de datos hasta la falta de lineamientos claros para la mitigación de impactos. En primer lugar, la falta de información sistematizada y actualizada sobre la mortalidad de murciélagos en estos parques es un desafío significativo. Los datos recopilados en este estudio estuvieron limitados a un período relativamente corto (2009-2021) y a un número reducido de estados, lo que plantea interrogantes sobre la magnitud real del problema. La ausencia de una base de datos centralizada y la variabilidad en la nomenclatura de los parques dificultan aún más el análisis exhaustivo de los impactos.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) realizada en México ha sido insuficiente para abordar las necesidades específicas de la fauna, como los murciélagos. Las EIA actuales no contemplan adecuadamente los efectos de las instalaciones eólicas, lo que ha llevado a que no se implementen medidas de mitigación efectivas. Esta falta de atención a las especificidades de los impactos en los murciélagos se ve reflejada en la escasez de estudios que documentan la mortalidad de estos mamíferos, con solo 39 especies registradas en el contexto mexicano, lo que contrasta con datos más amplios de países como Estados Unidos.

Los resultados de este trabajo también destacan que muchas de las especies con registros de mortalidad no se consideran en peligro según las normativas nacionales, lo que podría contribuir a la percepción de que el

problema no es grave. Sin embargo, esta visión no toma en cuenta el contexto migratorio y de comportamiento de algunas especies, que las hace vulnerables durante su paso por áreas con parques eólicos.

La falta de lineamientos específicos para el monitoreo y mitigación de impactos en murciélagos en México se suma a la problemática. A pesar de que algunos estados han desarrollado legislación sobre energías renovables, estas normativas no abordan explícitamente el tema de los murciélagos. Esto resalta la necesidad de establecer protocolos claros y obligatorios que guíen la evaluación de impacto y la implementación de medidas de mitigación en los parques eólicos.

Otro factor muy relevante es la falta de comunicación y colaboración entre las empresas, las autoridades y la comunidad científica. La reticencia a compartir datos sobre la mortalidad de murciélagos, ya sea por temor a repercusiones sociales o por cláusulas de confidencialidad, limita el aprendizaje colectivo y la formulación de políticas más efectivas. Este aislamiento informativo impide que se generen estrategias adecuadas para la conservación de los murciélagos y la biodiversidad en general.

El análisis de los lineamientos internacionales revela que, aunque existen pautas más robustas en otras regiones, muchas de ellas son de cumplimiento voluntario. La implementación de medidas pre-operativas se considera crucial para prevenir impactos, pero en México, la falta de un marco normativo que exija este tipo de acciones continúa siendo un obstáculo.

A pesar de las limitantes de información para poder llevar a cabo este trabajo, los datos disponibles permitieron generar una propuesta de lineamientos que puede ser incorporada a manera de una Guía con el respaldo de la SEMARNAT. Al igual que en otros países, la creación de guías de cumplimiento voluntario es uno de los primeros pasos para mejorar las prácticas en la evaluación, prevención y mitigación de los impactos de la operación de la energía eólica sobre la quiropterofauna.

Como siguientes pasos se recomienda la creación de una base de datos sobre hallazgos de mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México, la cual servirá para tener información más robusta para creación de políticas públicas, por ejemplo, una Norma Oficial Mexicana para la protección de fauna voladora en parques eólicos.

VII. CONCLUSIONES

7.1 Diagnóstico del impacto de la instalación y operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México

Los parques eólicos han emergido como una solución clave en la transición hacia energías renovables, contribuyendo al combate del cambio climático y a la diversificación de las fuentes de energía. Sin embargo, su implementación también plantea importantes retos ambientales, especialmente en lo que respecta a la fauna voladora. En México, la mortalidad de murciélagos en estos parques ha suscitado preocupaciones sobre su impacto en la biodiversidad y el equilibrio ecosistémico.

Con el fin de realizar un diagnóstico sobre el impacto de la operación de los parques eólicos en los murciélagos en México, se recopiló información de 10 fuentes: tres informes, dos tesis y tres artículos científicos. Estos documentos abordan casos de mortalidad reportados entre 2009 y 2021, derivados de 11 parques eólicos, los cuales representan el 14% del total de parques en funcionamiento en el país. Como resultado se obtuvo un registro total de 483 cadáveres de murciélagos correspondientes a 20 géneros y 39 especies.

Con base en el análisis realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones sobre el impacto de los parques eólicos en la mortalidad de murciélagos en México:

- 1. Datos insuficientes y falta de transparencia:** La recopilación de información sobre la mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México ha revelado significativas carencias en la disponibilidad y accesibilidad de datos. A pesar de la solicitud de información formal sobre 75 parques, solo se obtuvieron cuatro informes. La ausencia de una base de datos centralizada que compile y actualice regularmente esta información dificulta la evaluación del impacto ambiental de estos proyectos.
- 2. Importancia de la documentación y metodologías:** La falta de estandarización en las metodologías de monitoreo de murciélagos, así como de información sobre las condiciones de búsqueda de cadáveres, limita la comparabilidad de los datos y afecta la calidad de los análisis.
- 3. Patrones de mortalidad e implicaciones ecológicas:** A pesar de la limitación de datos, se identificaron 39 especies de murciélagos con registros de mortalidad, superando los datos de EE. UU. Esto muestra que la evaluación de impactos ambientales en México podría no estar reflejando adecuadamente el problema. Las especies más afectadas pertenecen a las familias Vespertilionidae y Molossidae, evidenciando una mayor vulnerabilidad de murciélagos insectívoros en hábitats abiertos.
- 4. Estacionalidad en las colisiones:** Se observó un patrón estacional en los registros de mortalidad, siendo el otoño la temporada con la mayor cantidad de hallazgos, especialmente en relación con comportamientos migratorios. Este hallazgo es consistente con estudios previos en Norteamérica y resalta la importancia de considerar el ciclo de vida y hábitos de migración de las especies al realizar evaluaciones de impacto.
- 5. Especies no clasificadas como amenazadas:** Es notable que las especies con mayor número de muertes en parques eólicos no estén clasificadas como amenazadas según la norma mexicana (NOM-

059-SEMARNAT-2010), lo que podría ser un indicativo de que los impactos sobre la biodiversidad no están siendo adecuadamente considerados durante el proceso de evaluación ambiental.

6. **Necesidad de políticas y prácticas mejoradas:** La falta de información clara y accesible subraya la urgencia de establecer políticas que promuevan la transparencia y el acceso a datos en el sector de energía eólica. Establecer buenas prácticas y una guía que asegure la calidad de la información recolectada es esencial para informar políticas de conservación y manejar adecuadamente el impacto en murciélagos y otras especies afectadas.
7. **Acciones prioritarias:** Para mitigar los impactos identificados y promover la conservación de la biodiversidad, es fundamental que las autoridades ambientales, los promotores de parques eólicos y los investigadores colaboren en la mejora del monitoreo, la recopilación de datos y la difusión de información relacionada con la mortalidad de murciélagos. Esta es una oportunidad para implementar medidas más efectivas en la planificación y operación de parques eólicos, asegurando así un desarrollo sostenible.

7.2 Problemáticas asociadas a la mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México

Se identificó que las principales causas que inciden en los impactos negativos de los parques eólicos en los murciélagos en México están relacionadas, en orden de importancia, con los siguientes aspectos: 1) los procedimientos de evaluación de impacto ambiental, 2) los aspectos normativos, y 3) el monitoreo y seguimiento.

En particular, se documentó que estas son las problemáticas más relevantes:

- Ausencia de lineamientos específicos para el monitoreo y evaluación de impacto ambiental en los murciélagos en parques eólicos.
- Ausencia de un análisis de la información plasmada en los informes de cumplimiento del plan de vigilancia ambiental, lo que impide proporcionar retroalimentación a las empresas eólicas, fomentar la generación de conocimiento y desarrollar políticas efectivas.
- Falta de implementación de medidas de mitigación efectivas en parques eólicos.
- Falta de acceso público a la información sobre los impactos de los murciélagos en parques eólicos.
- Falta de diálogo entre empresas desarrolladoras, investigadores, consultores, universidades y las autoridades participantes de empresas y representantes de las autoridades.

Este análisis permitió identificar las problemáticas más relevantes. Sin embargo, una limitación importante fue la baja respuesta de algunos actores, como los desarrolladores de parques eólicos, a la invitación para participar en las entrevistas. Una mayor cooperación de este sector podría haber permitido un análisis más completo y objetivo.

A partir de los análisis realizados, se hizo evidente la necesidad de un enfoque de evaluación de impacto ambiental más riguroso y estandarizado para salvaguardar la quiropterofauna en los parques eólicos,

abordando la principal problemática que es la ausencia de lineamientos específicos para el monitoreo y evaluación de impacto ambiental en los murciélagos en parques eólicos.

Otro aspecto crucial que surgió del análisis es la necesidad de innovar en tecnologías y métodos que mitiguen de manera efectiva los impactos en la quiropterofauna. En cuanto a los aspectos regulatorios, es fundamental abordar la insuficiencia de los procedimientos legales actuales, así como la falta de compromiso de las autoridades para implementar normativas que integren de manera equilibrada los factores económicos, sociales y ambientales en la planificación de proyectos eólicos. Además, resulta imperativo fomentar un diálogo continuo y productivo entre todos los actores implicados, junto con una formación más robusta y especializada en el sector.

En términos de transparencia y acceso a la información, es necesario reevaluar los procesos existentes, con el fin de asegurar que las perspectivas de las comunidades sean escuchadas y se respete su derecho a la autonomía y al acceso equitativo a la información.

Finalmente, se lograron identificar vacíos de conocimiento, especialmente en lo que respecta a los impactos de los murciélagos en los parques eólicos de México, así como la magnitud de dichos efectos y las especies afectadas. Esta información guía a los especialistas en el tema para que realicen investigaciones pertinentes y compartan sus hallazgos. En resumen, abordar estos vacíos de información es esencial para desarrollar estrategias de conservación efectivas que minimicen el impacto de la energía eólica en la quiropterofauna. Asimismo, resalta la importancia de que la información existente sobre el impacto en los murciélagos sea accesible públicamente, facilitando así la formulación de medidas y políticas adecuadas.

7.3 Lineamientos vigentes para el monitoreo, evaluación y mitigación de impactos sobre los murciélagos en parques eólicos en México

Los efectos del cambio climático y la considerable dependencia de los combustibles fósiles en el modelo energético actual han puesto de relieve la urgencia de crear o modificar los marcos legales necesarios para facilitar la transición hacia sistemas energéticos más limpios, que integren fuentes renovables como la energía eólica.

A nivel internacional, este compromiso se demuestra a través de la firma de tratados, acuerdos y convenciones. Para México, los compromisos clave para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover el uso de las energías renovables incluyen unirse al Acuerdo de París, el Protocolo de Kioto y la Declaración de Río.

Por otro lado, la modernización del sector eléctrico se evidencia en los recientes cambios realizados a los artículos 25, 27, y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Estos artículos rigen el sector energético en México y fueron revisados para impedir la privatización de empresas involucradas en la producción y el consumo de energía.

También en el marco legislativo mexicano, los cambios que se están dando en el sector de las energías renovables y la eficiencia energética se han reflejado con la relativamente reciente publicación de la Ley de Transición Energética (2015), la Ley de la Industria Eléctrica (2014), Ley para el Aprovechamiento

Sustentable de la Energía (2008) y Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (2008).

Se documentó que sólo los gobiernos estatales de Baja California, Colima, Chihuahua, Durango y Oaxaca cuentan con legislación específica en materia de energías renovables. Sin embargo, ninguna de estas leyes aborda el potencial impacto de las operaciones de los parques eólicos en los murciélagos.

Respecto a las regulaciones de los impactos que la construcción y operación de parques eólicos tienen sobre los murciélagos, se ha encontrado que el mecanismo clave es la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental, como lo establece en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Sin embargo, las directrices proporcionadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para estas regulaciones no contienen criterios específicos para evaluar el impacto en los murciélagos. Además, el cumplimiento de estas directrices es voluntario.

En las condicionantes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se solicita a los promotores describir las especies de murciélagos presentes en la zona donde se instalarán los parques eólicos e identificar los posibles impactos sobre los mismos y medidas minimizarlos, sin embargo, no se especifica qué métodos se deben utilizar para estudiar a los murciélagos ni la duración mínima que estos estudios deberían tener.

La norma más importante para la protección de murciélagos en parques eólicos mexicanos es la NOM-059-SEMARNAT-2010. Si alguna especie que se encuentra en el área de construcción de un parque eólico está listada en esta norma, se debe realizar una evaluación del impacto potencial sobre estas especies y proponer medidas para minimizar los impactos.

Finalmente, se encontró que el Ordenamiento Territorial Ecológico de sólo cuatro estados de México, se incluyen criterios a considerar para la selección del sitio donde se pretende instalar parques eólicos, considerando los sitios de importancia para los murciélagos. En ningún instrumento legal se mencionan áreas de importancia para los murciélagos que hayan sido decretadas oficialmente, sin embargo La Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de Murciélagos hizo una propuesta de 30 áreas y un sitio de importancia para la conservación de los murciélagos en México. Ubicando espacialmente los parques eólicos que se encuentran actualmente en funcionamiento, se observó que algunos fueron construidos en estas áreas de importancia para la conservación de los murciélagos.

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio, se puede concluir que el marco regulatorio existente ha impulsado el desarrollo de la energía eólica en México y a nivel mundial. Sin embargo, hay una escasez significativa de instrumentos específicos en México que están encaminados a evitar o atenuar los efectos de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. Esta escasez es observada en todas las escalas, particularmente en las normas oficiales mexicanas y las leyes estatales.

Este trabajo proporciona una primera aproximación al análisis de la normativa existente en México para parques eólicos y murciélagos, a través de lo cual fue posible identificar áreas de oportunidad. Debido a que se espera que la energía eólica siga desarrollándose en México, se recomienda realizar un análisis a profundidad para determinar la idoneidad de los lineamientos para abordar y mitigar el impacto de los parques eólicos en los murciélagos en México.

7.4 Conclusiones generales

La instalación y operación de parques eólicos en México representa un avance significativo hacia la transición energética y la mitigación del cambio climático. Sin embargo, este desarrollo conlleva desafíos ambientales notables, especialmente en relación con la quiropterofauna. El análisis de los datos recopilados en este estudio revela la mortalidad de murciélagos de diversas especies que no se habían documentado con anterioridad, lo que plantea la necesidad de encontrar mecanismos para reducir el impacto de este tipo de energía sobre la biodiversidad en México.

Los principales aspectos a destacar de este trabajo incluyen la insuficiencia de datos sobre los impactos en la quiropterofauna y su magnitud, así como la falta de un marco regulatorio adecuado para la evaluación del impacto ambiental, que ha limitado la capacidad para comprender y mitigar efectivamente las consecuencias de estas instalaciones en la fauna voladora. La ausencia de lineamientos específicos para el monitoreo y la evaluación del impacto en murciélagos, así como la falta de estandarización en las metodologías de recopilación de datos, son obstáculos significativos que impiden una valoración precisa de los efectos de los parques eólicos. Además, la identificación de especies vulnerables que no están clasificadas como amenazadas subraya la necesidad de una revisión más exhaustiva de las normativas existentes.

El patrón estacional en la mortalidad de murciélagos, especialmente durante el otoño, resalta la importancia de considerar los ciclos de vida y migración de estas especies en la planificación y operación de los parques. A su vez, se hace evidente la necesidad urgente de mejorar la transparencia y el acceso a la información relacionada con los impactos de los parques eólicos, así como fomentar un diálogo eficaz entre todos los actores involucrados, incluyendo desarrolladores, investigadores, autoridades y comunidades locales.

En conclusión, se requiere un enfoque más riguroso y colaborativo para abordar los impactos de los parques eólicos en la quiropterofauna en México. Esto incluye la creación de políticas y prácticas efectivas que integren la conservación de la biodiversidad en la planificación de proyectos eólicos, la implementación de tecnologías innovadoras para mitigar los efectos negativos y la promoción de un monitoreo continuo y estandarizado.

El presente trabajo contribuye en el ámbito científico al ampliar los conocimientos sobre las especies afectadas por mortalidad en parques eólicos en México. Esta información es vital también en el ámbito de política pública ya que puede servir como base para la elaboración de instrumentos de política ambiental, por ejemplo para dar sustento a una propuesta de Norma Oficial Mexicana para la conservación de fauna voladora en parques eólicos en México.

Adicionalmente, las recomendaciones de este documento representan una guía para el desarrollo de estrategias integrales que pueden contribuir al mejoramiento de la evaluación, monitoreo y prevención de los impactos de la operación de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México. Estas recomendaciones están basadas en los más altos estándares desarrollados por otros países, pero adaptados a las problemáticas identificadas para México en este trabajo.

Finalmente, la propuesta de lineamientos desarrollada en este trabajo es la primera en México enfocada en la evaluación de impacto ambiental exclusivamente para parques eólicos y que incluye los criterios a considerar sobre los impactos en la fauna voladora. Su aplicación pretende promover la estandarización de métodos para la evaluación, prevención y mitigación de los impactos sobre la quiropterofauna. Además, es el primer trabajo que se elabora de manera colaborativa con las autoridades, academia, consultores, promotores y técnicos ambientales. Esta forma de trabajo aumenta las posibilidades de aceptación y aplicación de esta guía ya que considera los puntos de vista de los diferentes actores involucrados.

VIII. RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL MONITOREO, EVALUACIÓN, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS PARQUES EÓLICOS SOBRE LA QUIROPTEROFAUNA EN MÉXICO

A partir de las problemáticas identificadas en este trabajo, se presentan a continuación una serie de recomendaciones orientadas a mejorar la evaluación, prevención, mitigación y seguimiento de los impactos de la operación de los parques eólicos sobre los murciélagos. Estas sugerencias han surgido del diálogo con actores clave, de la revisión de la literatura y de reportes sobre mortalidad, así como de las observaciones realizadas en simposios dedicados a la energía eólica y la fauna voladora.

8.1 Aspectos regulatorios y legislativos

8.1.1 Tratados, acuerdos y convenios internacionales o regionales

Dado que varias de las especies con registros de mortalidad en los parques eólicos de México son migratorias, se sugiere promover la adhesión del país a la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS). Esta convención, que entró en vigor en 1983, es la única a nivel global especializada en la conservación de especies migratorias, sus hábitats y rutas migratorias. La CMS establece obligaciones para todos los Estados miembros y fomenta la acción coordinada entre los países que comparten las áreas de distribución de numerosas especies migratorias en peligro de extinción, incentivando la creación de acuerdos globales o regionales adicionales.

En particular, se recomienda promover el cumplimiento de las directrices que se derivan de esta convención: "Tecnologías de energías renovables y especies migratorias: directrices para una implementación sostenible" (PNUMA/CMS/COP11/Doc.23.4.3.2) (ONU, 2014). Este documento insta a las Partes y motiva a las que no son Parte a implementar estas directrices de manera voluntaria, según corresponda y considerando las circunstancias específicas de cada Parte, y a:

- a) Aplicar la evaluación ambiental estratégica (EAE) y los procedimientos de evaluación de impacto ambiental (EIA), incluyendo una evaluación ecológica adecuada en caso de que puedan verse afectadas zonas protegidas y sensibles, en particular para las especies migratorias, a la hora de planificar el uso de tecnologías de energías renovables, evitando las áreas protegidas existentes en el sentido más amplio y otros sitios de importancia para las especies migratorias.
- b) Dar prioridad al establecimiento de energías renovables en zonas en las que ya existan tendidos eléctricos, de modo que se eviten los potenciales impactos adicionales sobre las especies migratorias.

- c) Emprender actividades apropiadas de estudio y seguimiento tanto antes como después del despliegue de tecnologías de energías renovables para identificar los impactos sobre las especies migratorias y sus hábitats a corto y largo plazo, así como para analizar y valorar la efectividad de las medidas de mitigación, realizando modificaciones donde sea necesario.
- d) Requerir el intercambio de información y mejorar la disponibilidad de los datos sobre biodiversidad, los resultados de estudios y la supervisión anterior y posterior a la construcción, mediante la publicación de los datos en una base de datos centralizada, incluidos los datos sobre la mortalidad de las especies derivada de la infraestructura de energía renovable.
- e) Promulgar legislación apropiada, procedimientos de concesión de licencias y de aprobación que se basen en evidencias científicas, integrar los estudios sobre biodiversidad y especies migratorias e incluir procedimientos claros con el fin de abordar los casos de incumplimiento o infracciones de licencias.
- f) Aplicar estudios apropiados del impacto acumulativo para describir y comprender los efectos a escala más amplia, tales como a nivel de población, o a lo largo de todo el trayecto de las rutas de migración.

G) Promover el diálogo y la cooperación continuos entre todas las partes interesadas, en la búsqueda de buenas prácticas para evitar o minimizar el impacto negativo de la generación de energías renovables.

Además, como miembro de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, nuestro país tiene la oportunidad de unirse a iniciativas de otros países, como Perú, para proponer la inclusión de especies como el murciélagos canoso (*Aeroestes cinereus*) en el apéndice II de la Convención. Esto considerando que esta especie es una de las más afectadas por la mortalidad en parques eólicos en México.

Una de las problemáticas identificadas es que, en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, únicamente se otorga importancia a las especies de murciélagos enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, las especies más afectadas por mortalidad en parques eólicos no están enlistadas en esta norma. En este contexto, se sugiere que, al identificar las especies que podrían verse afectadas por la operación de parques eólicos, también se tome en cuenta la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, que incluye a especies mexicanas catalogadas como en riesgo, específicamente debido al desarrollo de la energía eólica.

Además, es necesario obtener información más detallada sobre el estado de conservación de las poblaciones de murciélagos en México. Asimismo, se deben realizar estudios de monitoreo a largo plazo en los parques eólicos para determinar si existe un impacto a nivel poblacional. En función de los resultados, podría ser necesario reconsiderar el estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las especies de murciélagos que se vean más afectadas por la operación de parques eólicos.

8.1.2 Leyes generales

A nivel de legislación estatal, una de las alternativas para otorgar un respaldo legal y garantizar la conservación de las Áreas y Sitios de Importancia para la Conservación de Murciélagos en zonas con potencial eólico es integrarlas a leyes existentes, como la Ley General de Vida Silvestre.

8.1.3 Reglamentos

Dado que la última reforma del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental, se realizó en 2014, se sugiere participar en la consulta pública para actualizar este instrumento normativo. El objetivo es proponer la inclusión de un inciso específico sobre energías renovables (en el Capítulo II, artículo 5º), que contemple una fracción donde se establezca la obligación de cumplir con los lineamientos planteados en esta tesis para evaluar los impactos en los murciélagos en la elaboración de las manifestaciones de impacto ambiental de parques eólicos.

8.1.4 Normas oficiales mexicanas

Es necesario obtener información más detallada sobre el estado de conservación de las poblaciones de murciélagos en México y realizar estudios de monitoreo a largo plazo en los parques eólicos para determinar si existe un impacto a nivel poblacional en estos mamíferos. En función de los resultados, se recomienda reconsiderar el estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las especies de murciélagos que se vean más afectadas por la operación de parques eólicos.

En relación con la NOM-081-SEMARNAT, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de fuentes fijas y móviles, es necesario llevar a cabo estudios que evalúen el impacto del ruido generado por los aerogeneradores en los murciélagos. Esta investigación permitirá ajustar los límites máximos permisibles de la norma con el fin de mitigar los efectos adversos en estos mamíferos.

8.1.5 Normas internacionales

Actualmente algunos parques eólicos en México cuentan con certificaciones por normas internacionales como la ISO 14001:2015. Esta Norma Internacional es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, tipo y naturaleza, y se aplica a los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que la organización determine que puede controlar o influir en ellos, considerando una perspectiva de ciclo de vida. Sin embargo, esta Norma Internacional no establece criterios de desempeño ambiental específicos.

En consecuencia, puede decirse que no existen normas internacionales específicamente orientadas a mejorar las prácticas en empresas operadoras de parques eólicos con el objetivo de reducir los impactos en la fauna voladora. Por lo tanto, se sugiere trabajar en conjunto con el sector de energía eólica para el desarrollo de una norma internacional que se base en los lineamientos ya existentes para la conservación de murciélagos en estos proyectos.

El desarrollo de una norma de este tipo también abordaría una de las problemáticas identificadas: la existencia de normativas más estrictas para parques eólicos en ciertos países. Esto ha llevado a que se prefiera la construcción de parques en naciones con regulaciones más laxas, lo que, a su vez, contribuye a impactos negativos en la quiropterofauna, entre otros.

8.1.6 Ordenamiento ecológico

Se considera fundamental que todos los programas de ordenamiento ecológico de las entidades federativas con potencial eólico integren criterios ecológicos de regulación para parques eólicos, con el objetivo de salvaguardar la quiropterofauna. En este contexto, se sugiere que uno de los criterios a incluir establezca que las obras y actividades relacionadas con la instalación de parques eólicos eviten la afectación de las Áreas y Sitios de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (AICOM y SICOM, respectivamente).

De manera complementaria a los criterios anteriores, una de las herramientas que se podrían emplear es el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Este sistema, desarrollado por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental junto con la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) permite a los usuarios (ciudadanía, promotores, consultores, ONG's, universidades y diferentes niveles de gobierno) acceder a información cartográfica y realizar un análisis espacial que les permita conocer si el sitio donde se desarrollará su proyecto, sujeto a evaluación de impacto ambiental, se encuentra total o parcialmente dentro de áreas de importancia ambiental, tales como Áreas Naturales Protegidas, regiones prioritarias, ordenamientos ecológicos, así como el uso del suelo y vegetación, entre otros (como sitios Ramsar, AICAS, UMAS y manglares) (Gobierno de México, 2024).

Actualmente, el SIGEIA cuenta con información espacial sobre las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), lo que abre la posibilidad de proponer la inclusión de áreas y sitios de importancia para la conservación de murciélagos, enriqueciendo así la plataforma y su utilidad para la protección de la quiropterofauna en áreas con potencial eólico.

8.1.7 Instrumentos económicos

Incentivos para Proyectos Responsables: Crear incentivos fiscales o de financiamiento para proyectos que demuestren un compromiso sólido con la conservación de la quiropterofauna y que realicen estudios rigurosos de impacto ambiental.

8.1.8 Autorregulación y auditorías ambientales

Dentro de los esquemas de política ambiental sobresalen los sistemas de autorregulación, los cuales están orientados a productores, empresas u organizaciones comerciales que pueden implementar procesos voluntarios de autorregulación ambiental que les permitan optimizar su desempeño en este ámbito, dentro del marco de la legislación y normativas actuales, además de comprometerse a alcanzar o superar estándares, metas o beneficios relacionados con la protección del medio ambiente (Hernández et. al, 2021).

Con base en el artículo 38 y 38 bis de la LGEEPA el Programa Nacional de Auditoría Ambiental se orienta a las empresas en operación que por su ubicación, dimensiones, características y alcances puedan causar efectos e impactos negativos al ambiente o rebasar los límites establecidos en las disposiciones aplicables en materia de protección, prevención y restauración del ambiente (Gobierno de México, 2022).

Para conocer la mejora en su desempeño ambiental, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente otorga a las empresas un Certificado Ambiental con validez de dos años, el cual puede ser renovado subsecuentemente. El Programa cuenta con tres tipos de Certificados:

- 1) Certificado Industria Limpia: dirigido a las empresas que realizan actividades de manufactura y transformación.
- 2) Certificado Calidad Ambiental: se otorga a las empresas dedicadas a las actividades comerciales y de servicios que no se consideren industriales ni turísticas.
- 3) Certificado Calidad Ambiental Turística: Es para empresas de servicios y actividades turísticas.

En la auditoría ambiental que se realiza para la otorgación de certificados se verifica que la empresa cumpla con las Leyes Ambientales Federales y Locales, los Reglamentos Ambientales Federales y Locales, las Normas Oficiales Mexicanas dictadas por la SEMARNAT y los requerimientos que cada municipio aplique en materia de:

- Agua
- Residuos
- Energía
- Emergencias ambientales
- Suelo y subsuelo
- Aire y ruido
- Recursos naturales, forestales y vida silvestre
- Riesgo y gestión ambiental

Los beneficios de las empresas que logran certificarse incluyen la reducción de la posibilidad de ser multadas o sancionadas, ya que se garantiza que cumple con la reglamentación ambiental de los tres órdenes de gobierno. Además, el PNAA genera en las empresas la buena práctica de mejorar continuamente sus procesos, aumentando su competitividad y consolidando su permanencia en el mercado.

A partir de lo anterior, se sugiere desarrollar un esquema de certificación para empresas eólicas que implementen buenas prácticas ambientales en la conservación de la fauna voladora en los parques eólicos. Este esquema debería integrarse al Programa Nacional de Auditoría Ambiental y contar con la colaboración de organizaciones como la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos, que se encargarían de realizar las auditorías. Para facilitar este proceso, se puede promover la adopción de un Manual de Buenas Prácticas desarrollado en conjunto con instituciones como la Asociación Mexicana de Energía Eólica y el Global Wind Energy Council.

8.2 Aspectos tecnológicos y técnicos

Uno de los problemas identificados en este estudio es la falta de tecnologías en México para prevenir o mitigar el impacto de la operación de parques eólicos en la quiropterofauna. Esta situación se debe, en parte, a la escasez de investigaciones sobre tecnologías como los disuasores ultrasónicos para murciélagos, de los cuales no se ha llevado a cabo ningún estudio sobre su eficacia en el país. Además, aunque se ha demostrado que modificar la velocidad de arranque de los aerogeneradores es la medida más efectiva para reducir la mortalidad de murciélagos en Norteamérica, en México no se ha realizado ninguna prueba experimental para evaluar su efectividad.

Para abordar esta situación, se proponen las siguientes alternativas que comprenden cinco ejes de acción:

- 1) Investigación: Fomentar la investigación sobre disuasores ultrasónicos y otras tecnologías innovadoras que puedan ser efectivas en la conservación de la quiropterofauna en el contexto de los parques eólicos en México. Esto requiere colaboraciones con asociaciones ambientales, universidades y centros de investigación de las áreas de ingeniería, biología y energías renovables principalmente y eventualmente la creación de un Centro de Investigación sobre Energías Renovables y Vida Silvestre en México.
- 2) Programas Piloto: Implementar programas piloto en parques eólicos en operación para evaluar la modificación de la velocidad de arranque de los aerogeneradores y su impacto en la mortalidad de murciélagos. Estos estudios ayudarían a recopilar datos relevantes y guiarían futuras acciones. Para esto se propone la formación de convenios entre universidades y empresas eólicas.
- 3) Capacitación y Sensibilización: Ofrecer talleres y seminarios para operadores de parques eólicos y consultores ambientales y estudiantes de carreras afines, sobre la importancia de la conservación de los murciélagos y las mejores prácticas para minimizar su impacto.
- 4) Monitoreo Regular: Establecer un sistema de monitoreo continuo de la fauna local en áreas cercanas a los parques eólicos, para detectar cambios en las poblaciones de murciélagos y ajustar las estrategias de mitigación en consecuencia. Esto por medio de la vinculación de universidades y centros de investigación con empresas eólicas en la que ambas partes se benefician con la información generada.

Por otro lado, una de las inquietudes en torno al apagado programado de los aerogeneradores, que busca prevenir la mortalidad por colisiones, radica en su complejidad técnica. No obstante, esta medida se menciona con frecuencia para parques eólicos en Norteamérica. Por ello, se sugiere la organización de foros para compartir experiencias sobre la implementación de estrategias de mitigación en otros países y los resultados obtenidos en esos casos.

Finalmente, se sugiere desarrollar y dar a conocer métodos efectivos para llevar a cabo un monitoreo representativo de murciélagos en parques eólicos, a través de talleres de capacitación. Esto es especialmente relevante ante las principales limitaciones técnicas identificadas para México en este trabajo, tales como la dificultad de cubrir completamente las extensas superficies de los parques eólicos y el reto que representa el color y el tamaño de los murciélagos en la localización de cadáveres, lo que dificulta una evaluación precisa de los impactos. Además, en el norte del país, otro desafío es la detección y el muestreo de

murciélagos en grandes áreas abiertas sin vegetación, mientras que en la región sureste, la densa vegetación puede complicar más la búsqueda de cadáveres.

8.3 Colaboración y diálogo interinstitucional

Un aspecto clave para la protección de la quiropterofauna en parques eólicos en México es la colaboración y diálogo entre las empresas desarrolladoras de parques eólicos, investigadores, consultores, universidades, autoridades competentes y comunidades donde se desarrollan estos proyectos.

En este contexto, se recomienda que, desde la etapa de planificación de los parques eólicos y antes de seleccionar el sitio de emplazamiento, se integre a biólogos o especialistas en el área al equipo de trabajo. Esto permitirá que la elección del sitio se fundamente en un diagnóstico integral que contemple no solo aspectos técnicos y financieros, sino también los bióticos, incluyendo la identificación de lugares relevantes para la conservación de los murciélagos.

Además, es esencial fomentar la participación de la academia en la formulación de políticas destinadas a la conservación de los murciélagos en los parques eólicos de México. Para alcanzar este objetivo, se pueden crear redes de trabajo integradas por especialistas en murciélagos de diversas regiones del país, como los miembros de la Asociación Mexicana de Mastozoología. Asimismo, es importante colaborar a nivel regional con los integrantes del Comité de Murciélagos y Eólicos de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos.

Se propone, además, establecer alianzas con organizaciones ornitológicas para gestionar certificaciones ambientales dirigidas a las empresas eólicas que implementen buenas prácticas en la protección de la fauna voladora en parques eólicos. Asimismo, es fundamental colaborar con profesionales de diversas disciplinas que contribuyan a comprender y desarrollar medidas de mitigación de los impactos en los murciélagos, como veterinarios, ingenieros, físicos especialistas en acústica, abogados, entre otros.

Otra área en la que se requiere mayor participación de la academia es en la emisión de opiniones técnicas sobre la viabilidad de los proyectos eólicos en relación con las afectaciones a la biodiversidad. En este sentido, una de las propuestas generadas en los simposios es que la AMMAC solicite ser consultada para la revisión de las manifestaciones de impacto ambiental de parques eólicos en México.

Adicionalmente, la colaboración de la academia en la revisión, análisis y sistematización de los datos presentados en los informes de cumplimiento de los planes de vigilancia ambiental sería altamente beneficiosa. Este esfuerzo permitirá establecer una base sólida para el desarrollo de medidas de mitigación que aborden los impactos de los parques eólicos en México. Para lograrlo, se podría considerar la integración de especialistas en fauna silvestre en los comités de revisión de dichos informes o crear una asociación de especialistas dedicados al estudio de estos impactos, la cual podría gestionar el financiamiento necesario para llevar a cabo el análisis de los datos.

Finalmente, se propone la organización de foros que promuevan el diálogo entre investigadores, consultores, autoridades, promoventes y la sociedad civil sobre los impactos en la quiropterofauna. Estos encuentros tendrán como objetivo identificar problemáticas y proponer soluciones. Esta iniciativa abordaría, entre otros aspectos, una de las preocupaciones señaladas en este estudio: la falta de alineación entre las investigaciones realizadas y las necesidades prácticas de los consultores. Asimismo, abordaría el

problema del desconocimiento de los impactos en los murciélagos y las medidas de mitigación que pueden implementarse.

De igual manera, es fundamental llevar a cabo reuniones entre especialistas en murciélagos de nuestro país para actualizar conocimientos sobre los impactos de los parques eólicos y dar seguimiento a las propuestas surgidas en foros como el Congreso Latinoamericano y del Caribe de Murciélagos. Dado que este evento es organizado periódicamente por la RELCOM, se sugiere que en cada edición del congreso se incluya un foro específico dedicado a la energía eólica y sus efectos en la quiropterofauna.

8.4 Conocimiento y formación técnica

En este rubro, las problemáticas identificadas incluyen básicamente el desconocimiento sobre los impactos de la operación de los parques eólicos sobre los murciélagos y la falta de capacitación de los profesionales que evalúan estos impactos en México. A continuación se presentan una serie de propuestas que podrían ayudar a abordar estas deficiencias:

1. Programas de Capacitación Técnica Especializada

Desarrollo de Currículos Específicos: Crear programas de formación que incluyan materias como ecología de murciélagos, impacto ambiental, monitoreo acústico y herramientas estadísticas aplicadas a la elaboración de inventarios faunísticos y estimación de mortalidad en parques eólicos. Estos currículos deben ser diseñados por expertos en la materia y estar alineados con las necesidades del sector.

Talleres Prácticos: Implementar talleres y seminarios prácticos regulares tanto para los técnicos que deseen realizar monitoreos de murciélagos en parques eólicos, donde se enseñe el uso de métodos actualizados y adecuados recomendados por los más altos estándares internacionales.

Certificación: Establecer un sistema de certificación para técnicos y profesionales que completen los programas de capacitación, asegurando que solo aquellos con las credenciales adecuadas puedan realizar estudios e informes relacionados con murciélagos. Para esto se puede presentar una propuesta de un Estándar de Competencia ante el Registro Nacional de Estándares de Competencia.

2. Colaboraciones y Alianzas Estratégicas

Asociaciones con Universidades: Fomentar la colaboración con universidades que cuenten con programas de biología, ecología y conservación, para que se realicen investigaciones y se ofrezcan prácticas profesionales en monitoreo de murciélagos y evaluación de impactos ambientales en parques eólicos.

Redes de Expertos: Crear una red de expertos que puedan ser consultados por los técnicos para asesoramiento durante el proceso de monitoreo y evaluación de proyectos, favoreciendo el intercambio de información y mejores prácticas. Para esto se puede solicitar la colaboración de miembros de la AMMAC, especialistas en murciélagos.

3. Desarrollo de Herramientas

Aplicaciones Tecnológicas: Fomentar la creación de aplicaciones móviles y plataformas digitales que faciliten la recolección, análisis y visualización de datos sobre murciélagos, así como la capacitación en el uso de estas herramientas.

4. Campañas de Sensibilización y Divulgación

Pláticas y Eventos Comunitarios: Organizar charlas dirigidas a promoventes y consultores sobre la importancia de los murciélagos en los ecosistemas y los posibles impactos de los parques eólicos, así como presentar los métodos de mitigación recomendados.

Material Educativo: Crear y distribuir materiales de divulgación con un lenguaje accesible y sencillo que expliquen los beneficios de los murciélagos para los ecosistemas, cómo pueden ser afectados por los parques eólicos, así como las mejores prácticas para evitar estas afectaciones.

5. Regulaciones y Políticas Públicas

Normativas: Trabajar con las autoridades para establecer normativas claras que exijan la capacitación y certificación de todo el personal involucrado en estudios de monitoreo de murciélagos.

8.5 Evaluación de impacto ambiental

Una de las principales deficiencias identificadas en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental es la ausencia de lineamientos específicos para la prevención, evaluación y mitigación de los impactos negativos de la operación de parques eólicos en los murciélagos. En este sentido en este trabajo se realizó una propuesta de lineamientos que pueden ser aplicados para parques eólicos en México (ANEXO VI).

La finalidad de los lineamientos propuestos es lograr la estandarización de los métodos de monitoreo de murciélagos en parques eólicos antes, durante y después de la construcción de éstos. Su contenido contempla las especies de murciélagos que se han identificado hasta ahora que son afectadas en México, y recomendaciones para la evaluación de impactos acumulativos y para la definición del área de influencia de los proyectos eólicos tomando en cuenta los amplios ámbitos hogareños de los murciélagos y sus rutas migratorias.

Se pretende que al cumplirse con los lineamientos propuestos, la evaluación de los impactos sea más precisa y que se recopile información confiable sobre los impactos en los murciélagos, la cual servirá para el desarrollo de medidas de mitigación y políticas de conservación en un mediano plazo.

Como se mencionó anteriormente, para garantizar el cumplimiento de estos lineamientos, se sugiere la incorporación de una fracción en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Esta fracción establecería la obligación de realizar las manifestaciones de impacto ambiental conforme a dichos lineamientos, los cuales se propone que se incluyan como un anexo en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Eléctrico, en su modalidad particular y regional.

Por otro lado, se sugiere la creación de una red de trabajo integrada por especialistas en murciélagos y evaluación de impacto ambiental. Este equipo se encargará de analizar de manera integral los datos

recopilados sobre los efectos de los parques eólicos en la quiropterafauna. El objetivo es ofrecer una visión completa de los impactos, tanto a nivel regional como nacional, e incluso en comparación con países vecinos.

Una de las limitaciones para evaluar los impactos en los murciélagos es la falta de información sobre sus rutas migratorias. Por ello, se recomienda realizar investigaciones en las universidades que se enfoquen en este tema. Además, es fundamental divulgar la información disponible de estudios previos, mediante la creación de mapas de rutas migratorias que se puedan integrar en plataformas de sistemas de información geográfica, como el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental, desarrollado por el gobierno mexicano.

Por otro lado, para considerar los impactos indirectos en el proceso de evaluación de impacto ambiental, es necesario generar información a partir de monitoreos a largo plazo. Tal como se indicó en la sección de aspectos técnicos, se recomienda implementar sistemas de monitoreo continuo de las poblaciones de murciélagos en los parques eólicos. Esta iniciativa debería llevarse a cabo mediante la colaboración entre universidades y empresas del sector eólico.

En relación con la identificación de especies de murciélagos que podrían verse afectadas por la operación de los parques eólicos, se sugiere desarrollar un índice o escala de riesgo de colisión con los aerogeneradores. Esta herramienta podría incluirse como un anexo a los lineamientos propuestos para la evaluación de impacto ambiental. La gestión de esta propuesta podría llevarse a cabo en colaboración con el Comité de Murciélagos y Eólicos de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos.

A mediano plazo, una vez que se cuente con información estandarizada sobre las tasas de mortalidad de murciélagos en los parques eólicos de México, será posible establecer límites máximos permisibles para la mortalidad de estos quirópteros. Asimismo, se podrá considerar la posibilidad de una mortalidad cero para aquellas especies en riesgo, tal como se ha implementado en algunos países. Con esta información, también se podrán definir umbrales para la toma de acciones de mitigación en los parques eólicos del país. Mientras esta información no esté disponible, se pueden utilizar como referencia los lineamientos establecidos a nivel internacional.

8.6 Integridad y calidad de la información

Para abordar las problemáticas relacionadas con la integridad y calidad de la información sobre la operación de parques eólicos y su impacto en los murciélagos, se pueden considerar las siguientes propuestas:

1. Fortalecimiento de la Transparencia y el Acceso a la Información:

- Implementar acuerdos entre autoridades y desarrolladores para garantizar la divulgación de datos relevantes sobre la operación de parques eólicos, incluido el monitoreo de murciélagos y su mortalidad.
- Desarrollar un portal de transparencia centralizado donde se publiquen todas las Manifestaciones de Impacto Ambiental y los informes de seguimiento de las especies afectadas, accesible para la sociedad y las autoridades.

2. Protocolos de Monitoreo Estandarizados:

- Establecer protocolos de monitoreo estandarizados para el seguimiento de murciélagos en parques eólicos, que incluyan duración, frecuencia y metodología. Estos protocolos deberían ser obligatorios y supervisados por organismos reguladores. Se sugiere tomar como base la propuesta de lineamientos del ANEXO VI.
- Incentivar la colaboración con universidades y organizaciones no gubernamentales para mejorar la calidad y consistencia de los estudios de seguimiento.

3. Capacitación y Sensibilización:

- Proveer capacitaciones a los desarrolladores de parques eólicos y consultores sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad, enfocándose en la protección de especies afectadas como los murciélagos. Esto con la finalidad de evitar el ocultamiento de información sobre los impactos en estas especies.
- Sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia de los murciélagos en el ecosistema, fomentando acciones para su conservación.

4. Revisión y Auditación de Proyectos:

- Promover la participación de la academia en la revisión de las Manifestaciones de Impacto Ambiental presentadas por los promotores, asegurando que se incluyan todos los atributos críticos del hábitat y que se eviten omisiones intencionales.
- Establecer un comité independiente compuesto por expertos en conservación, ecología y gestión ambiental para revisar y validar la información presentada.

5. Incentivos para el Cumplimiento:

Implementar incentivos económicos o beneficios regulatorios para los desarrolladores que demuestren buenas prácticas en la gestión ambiental y la divulgación de información.

Establecer sanciones para quienes no cumplan con las condicionantes de entrega de informes de cumplimiento de vigilancia ambiental.

6. Promoción de la Investigación Colaborativa:

- Establecer alianzas entre el sector privado, la academia y organizaciones de conservación para realizar investigaciones que aborden las lagunas de conocimiento sobre los impactos de los parques eólicos en los murciélagos.
- Financiar proyectos que propongan soluciones innovadoras para mitigar los impactos de los parques eólicos en la quirópterofauna.

7. Implementación de Tecnologías de Monitoreo Avanzado:

Desarrollar aplicaciones que faciliten la recopilación y análisis de datos por parte de investigadores y el público en general.

Al implementar estas propuestas de manera integral se puede mejorar la calidad de la información disponible, asegurando decisiones informadas y efectivas en favor de la conservación de murciélagos en parques eólicos en México.

8.7 Monitoreo y seguimiento

Este rubro contempla recomendaciones asociadas con el monitoreo de los impactos en los murciélagos en la etapa operativa de los parques eólicos, así como el seguimiento del cumplimiento de las condicionantes solicitadas a los promotores, incluyendo la entrega y revisión de los informes de cumplimiento del Plan de Vigilancia Ambiental.

Las siguientes propuestas tienen como objetivo atender las problemáticas en los aspectos mencionados:

1. Establecimiento de un Sistema de Análisis de Datos:

- Crear una plataforma centralizada donde se compilen los informes de cumplimiento del plan de vigilancia ambiental de los proyectos eólicos. Esta plataforma podría ser accesible para las autoridades y la academia, permitiendo un análisis conjunto de la información. Esto con el fin de dar retroalimentación a las empresas eólicas para mejorar sus prácticas en torno a la quiropterofauna.
- Designar a un grupo de expertos en murciélagos en las áreas de biología, ecología, estadística e impacto ambiental para que realicen un análisis de los datos, identificando tendencias, preocupaciones y necesidades de investigación para el desarrollo de políticas públicas y medidas de mitigación.

2. Capacitación de Personal en Autoridades:

- Implementar programas de capacitación y actualización para el personal de las autoridades encargadas de la revisión de los informes de cumplimiento.
- Fomentar la inclusión de cursos sobre ecología de murciélagos, metodologías de monitoreo y evaluación de impacto ambiental, para que el personal tenga las herramientas necesarias para ofrecer una retroalimentación efectiva.

3. Fortalecimiento de la Vinculación Academia-Industria:

- Promover convenios de colaboración entre la PROFEPA y universidades o centros de investigación, facilitando que los académicos participen en la revisión de informes de cumplimiento y en la realización de estudios adicionales.
- Integrar a investigadores en equipos de inspección y vigilancia, lo que podría enriquecer el análisis y las recomendaciones generadas.

4. Incorporación de Inspectores Externos:

- Establecer la figura de inspectores externos, independientes y acreditados, que puedan supervisar los proyectos eólicos y asegurar que se cumplan las medidas de mitigación propuestas.
- Estos inspectores podrían ser seleccionados de manera transparente y periódica, asegurando su imparcialidad y objetividad en el proceso de inspección.

5. Desarrollo de Herramientas de Monitoreo Complementarias:

- Crear un programa de monitoreo participativo donde las comunidades locales puedan colaborar en la recolección de datos y en la observación de la fauna.

6. Evaluación Periódica y Auditorías:

- Realizar auditorías periódicas de los proyectos eólicos para evaluar no solo el cumplimiento de las medidas de mitigación, sino también la efectividad de dichas medidas en la protección de los murciélagos.
- Publicar los resultados de estas auditorías para promover la transparencia y la rendición de cuentas.

8.8 Participación comunitaria y transparencia

Con el objetivo de fomentar la transparencia y el acceso a la información en torno a los parques eólicos y su impacto en los murciélagos, mejorar la confianza de las comunidades afectadas y promover una mayor protección de la quiropterofauna en México, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Creación de una Base de Datos Centralizada:

- Desarrollar una plataforma en línea que contenga un listado y mapa actualizado sobre los proyectos eólicos en fase de evaluación y de operación que sea accesible a todo público. Además, en esta plataforma se pueden compilar los datos sobre el impacto de los parques eólicos en los murciélagos. Esta base de datos debería ser actualizada regularmente con información proveniente de estudios académicos, informes de monitoreo y de las autoridades ambientales y que sea accesible únicamente a especialistas de la academia, consultores y desarrolladores de parques eólicos, esto con el fin de que se haga un buen uso de la información para fines de investigación.

2. Políticas de Transparencia y Acceso a Datos:

- Implementar políticas que promuevan la transparencia en el sector de energía eólica, asegurando que todas las empresas involucradas en proyectos eólicos compartan de manera proactiva los datos sobre los impactos ambientales y la mortalidad de murciélagos.

3. Fortalecimiento de Mecanismos de Consulta Comunitaria:

- Establecer foros y plataformas de consulta donde las comunidades afectadas puedan expresar sus preocupaciones y experiencias relacionadas con los parques eólicos. Esto garantizaría que se escuchen sus perspectivas y se respete su derecho a la información. Además sería recomendable ampliar los plazos de consulta pública y permitir la participación de personas que no pertenezcan a la comunidad donde se va a desarrollar el proyecto.
- Dar difusión al procedimiento de consulta pública para promover la participación de la sociedad civil en la revisión de las manifestaciones de impacto ambiental de parques eólicos.

4. Transparencia en Contratos con Empresas:

- Incluir cláusulas en los contratos y acuerdos firmados con desarrolladores de parques eólicos que estipulen plazos específicos para el embargo de datos sobre los monitoreos de murciélagos. Transcurrido dicho periodo, la información debe ser liberada al público.

5. Guías para la Solicitud de Información:

- Publicar guías claras y accesibles sobre cómo solicitar información relacionada con energía eólica a las autoridades, incluyendo SEMARNAT. Esto facilitaría el acceso a datos y aumentaría la participación ciudadana.

6. Educación y Sensibilización:

- Llevar a cabo campañas para informar a la sociedad sobre el impacto de la energía eólica en los murciélagos. Asegurar que esta información sea científica y fácil de entender, previniendo malentendidos y mal uso de los datos.

7. Revisión de Contratos de Confidencialidad:

- Reevaluar las cláusulas de confidencialidad de los contratos con consultores, permitiendo que la información se haga pública una vez que el contrato termine, siempre y cuando no comprometa datos sensibles.

8. Fomento de la Colaboración Científica:

- Crear una red de investigación colaborativa que permita a académicos y científicos compartir información sobre los impactos de los parques eólicos en los murciélagos. Esta red debe priorizar la transparencia en la divulgación de resultados.

9. Monitoreo Independiente de Impactos:

- Establecer un sistema de monitoreo independiente a cargo de las universidades o asociaciones, que evalúe el impacto de los parques eólicos en los murciélagos. Los resultados de este monitoreo deben ser reportados públicamente y utilizados para ajustar políticas y prácticas.

8.9 Vacíos de conocimiento y necesidades de investigación

La investigación sobre el impacto de los parques eólicos en las comunidades de murciélagos en México es un tema urgente y necesario, dado el crecimiento de esta industria en el país y la necesidad de equilibrar el desarrollo sostenible con la conservación de la biodiversidad. A continuación se presentan recomendaciones sobre los vacíos de información y necesidades de investigación en este campo:

1. Eficacia de las medidas de mitigación:

- Realizar estudios que comparan la eficacia de diferentes medidas de mitigación en varios parques eólicos. Esto incluiría la evaluación de tecnologías como disuasores ultrasónicos, sistemas de detección y prevención de colisiones, así como medidas como el apagado temporal de turbinas durante períodos de mayor actividad de murciélagos o la modificación de la velocidad de arranque de los aerogeneradores.
- Especificaciones de mitigación local: Desarrollar recomendaciones específicas basadas en las características ecológicas y biológicas de las regiones donde se sitúan los parques.

2. Impactos sobre los Murciélagos

- Estudios de mortalidad específica: Implementar investigaciones que cuantifiquen la mortalidad de murciélagos en parques eólicos, diferenciando entre especies afectadas. Esto con el fin de poder identificar si existen patrones estacionales o de otro tipo y así diseñar estrategias de mitigación.
- Detección de rutas de migración: Realizar estudios para identificar las rutas migratorias de las especies de murciélagos que habitan o transitan cerca de los parques eólicos, utilizando tecnologías como la radiotelemetría.

3. Efectos del Ruido de Turbinas

- Investigaciones sobre ruido: Llevar a cabo estudios que evalúen cómo el ruido de las turbinas afecta a los murciélagos, incluyendo la identificación de límites de ruido que podrían enfrentar los murciélagos en términos de cambio de comportamiento, desplazamiento y mortalidad. Ellerbrock y colaboradores (2024) sugieren realizar experimentos con grabaciones de ruido para comprender mejor cómo reaccionan los murciélagos a los ruidos de las turbinas bajo condiciones controladas. Con esta información se podría estimar y compensar la cantidad de hábitat que se pierde indirectamente para los murciélagos alrededor de los aerogeneradores.

4. Líneas Base de Investigación

- **Establecimiento de líneas base:** Implementar proyectos de línea base que reúnan datos sobre la composición y abundancia de las poblaciones de murciélagos en las áreas de interés antes del establecimiento de los parques eólicos.
- **Protocolos de Monitoreo:** Generar protocolos de monitoreo a largo plazo que incluyan métodos como capturas con redes y monitoreo acústico con técnicas de identificación automática para el desarrollo de librerías acústicas. Esto con el fin de documentar la actividad y estado de conservación de las poblaciones de murciélagos.

5. Percepción Pública y Estrategias de Conservación

- Estudios de percepción social: Realizar estudios sobre la percepción de las comunidades locales en relación con los proyectos eólicos y sus impactos sobre los murciélagos, con el objetivo de fomentar la participación comunitaria y sensibilizar sobre la importancia de la conservación.
- Desarrollo de estrategias de conservación: Crear planes de gestión que incluyan la conservación de murciélagos en áreas con potencial eólico, promoviendo la coexistencia entre el desarrollo eólico y la conservación de la biodiversidad.

6. Monitoreo Continuo

- Implementación de observatorios ambientales: Establecer observatorios para realizar evaluaciones de impacto ambiental que documenten la actividad de los murciélagos y las condiciones asociadas con su actividad y su mortalidad como son la temperatura, humedad y velocidad del viento.

Estas recomendaciones buscarán no solo llenar los vacíos existentes en la investigación sobre el impacto de los parques eólicos en murciélagos, sino también establecer modelos de desarrollo sostenible que prioricen la preservación de la biodiversidad en México.

REFERENCIAS

- Acuerdo de París. (2015). Recuperado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.
- Agudelo M.S., T.J. Mabee, R. Palmer, R. Anderson, Post-construction bird and bat fatality monitoring studies at wind energy projects in Latin America: A summary and review, HELIYON, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07251>.
- Anderson, R., Morrison M., Sinclair K. (1999). Studying wind energy/bird interactions: a guidance document metrics and methods for determining or monitoring potential impacts on birds at existing and proposed wind energy sites. Washington D.C: National Wind Coordinating Committee.
- Arnett, E.B., M.M.P. Huso, D.S. Reynolds, y M. Schirmacher (2007). Patterns of pre- construction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. (An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative). Texas: Bat Conservation International.
- Arnett, E.B, Kent, B, Wallace P.E., J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, Travis H.H., Tennessee Aaftab, J.,Gregory D.J., Kerns J., Koford,. Nicholson, C.P., O'Connell, T.J., PIORKOWSKI, M.D.,Tankersley, R.D. (2008). Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. Journal of Wildlife Management, 72(1), 61–78. doi: 10.2193/2007-221
- Arnett E.B y Baerwald E.F.(2013). Impacts of wind energy development on bats: implications for conservation. Bat Evolution, Ecology, and Conservation. Springer.
- Arnett, E.B, Baerwald E.F., Mathews F., Rodrigues L., Rodríguez-Durán A., Rydell J., Villegas-Patraca y Voigt C.C. (2016). Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective en C.C. Voigt, T. Kingston (Ed), Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Springer Open.
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. (2 de septiembre de 2024). Estadísticas del sector. https://amdee.org/es_es/07-proyectos/
- Alberta Government. (2013). Bat Mitigation Framework for Wind Power Development [Archivo PDF]. <https://open.alberta.ca/dataset/d9a3220a-d750-4fc3-ab40-654069b03f13/resource/90f1c3a3-2aee-4765-8aa1-96c03f134cc6/download/2013-wildlifeguidelines-batmitigationframework-jun19-2013.pdf>
- American Wind Wildlife Institute (AWWI), Bats and Wind Energy: Impacts, Mitigation, and Tradeoffs, 2018 November 15, 2018.
- American Wind Wildlife International Center (AWWIC) (2020). Summary of Bat Fatality Monitoring Data Contained in AWWIC [Archivo PDF]. <https://rewi.org/wp-content/uploads/2020/11/2nd-Edition-AWWIC-Bat-Report-11-24-2020.pdf>
- Bat Conservation International (BCI) (2024). Finding Innovative Solutions to Reducing the Threat of Wind Turbines to Bats. Bats & Wind Energy - Bat Conservation International

PDF].<https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/hundt-et-al-2012.pdf>

Blanco, M. O. L. (2023). Régimen jurídico ambiental de la energía eólica en México. Un estudio comparado con el régimen español y del estado de California, Estados Unidos de América, y oportunidades de mejora (Doctoral dissertation, Universitat d'Alacant/Universidad de Alicante).<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/135765>.

Bolívar-Cime, B., A. Bolívar-Cime, S.A. Cabrera-Cruz, O. Muñoz-Jiménez, R. Villegas-Patraca. (2016). Bats in a tropical wind farm: species composition and importance of the spatial attributes of vegetation cover on bat fatalities. *J. Mammal*, 97(4), 1197–1208, <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw069>.

Cabrera-Cruz S.A., J. Cervantes-Pasquali, M. Franquesa-Soler, O. Muñoz-Jiménez, G. Rodríguez-Aguilar, R. Villegas-Patraca. (2020). Estimates of aerial vertebrate mortality at wind farms in a bird migration corridor and bat diversity hotspot, Global Ecol. Conserv., 22, http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_091.pdf.

Cámara de Diputados (2023b). Leyes estatales. Retrieved on August 23, 2023 from <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/gobiernos.htm>.

Canadian Wind Energy Association. (2018). Wind Energy and Bat Conservation [Archivo PDF].<https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/canweaetal.pdf>

Castillo E.J. (2014). Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. Delos, 4 (12), 1-14.

CEMDA. (December 12, 2023). Posibles impactos ambientales y sociales de la reforma energética. Recuperado en Diciembre 12, 2023 de <https://www.cemda.org.mx/posibles-impactos/>.

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional Unidad Oaxaca (CIIDIR-IPN, Oaxaca); Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH); Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC) (2016). Simposio Impacto de los parques eólicos sobre los murciélagos en México. Informe general.

Comisión Nacional del Agua. Guía de identificación de actores clave. Serie: Planeación Hidráulica en México. Componente: Planeación local, Proyectos emblemáticos.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. [C.M.] art. 25., art. 27., art. 28., 1917.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1998). Protocolo de Kyoto. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (1973). CITES. Recuperado de <https://www.cites.org/>.

Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre la cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona. (1983). Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/160417/26._CONVENIO_M_XICO-EUA_PRTECCI_N_Y_MEJORAMIENTO_DEL_MEDIO_AMBIENTE_EN_LA_ZONA_FRONTERIZ

Cryan P.M. y Barclay R.M. (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy, 90(6), pp.1330–1340.

Acuerdo de Cooperación Ambiental América del Norte. (1993). Recuperado de: <https://ustr.gov/sites/default/files/naaec.pdf>.

Diario Oficial de la Federación (2013). ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081- SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición [Archivo PDF]. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5324105&fecha=03/12/2013#gsc.tab=0

Dürr, T. (2003). Windenergieanlagen und Fledermausschutz in Brandenburg - Erfahrungen aus Brandenburg mit Einblick in die bundesweite Fundkartei von Windkraftopfern. En: Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder, Dresden (17.-18).

EFE Verde. (14 de febrero de 2018). Los murciélagos, víctimas inesperadas de los parques eólicos en México. <https://efeverde.com/murcielagos-parques-eolicos-mexico/#:~:text=Los%20murci%C3%A9lagos%20tambi%C3%A9n%20pueden%20ser,murci%C3%A9lagos%22%2C%20indic%C3%B3n%20la%20experta.>

Ellerbrok J.S., Farwig N., Peter F. y Rehling F. (2023). Forest gaps around wind turbines attract bat species with high collision risk. Biological Conservation, 288, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110347>

Ellerbrok J.S., Farwig N., Peter F., Voigt C. (2024). Forest bat activity declines with increasing wind speed in proximity of operating wind turbines. Global Ecology and Conservation, 49, 1 - 12.

Eurobats. (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects [Archivo PDF]. https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf

Fischer, David W. (1999). Técnicas para la formulación de políticas en zonas costeras. Universidad Autónoma de Baja California.

Frick W.F., E.F. Baerwald, J.F. Pollock, R.M.R. Barclay, J.A. Szymanski T.J. Weller A.L. Russell S.C. Loeb, R.A. Medellin, L.P. McGuire (2017). Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. Biological Conservation 209 172–17.

García-Luis M. y Briones-Salas M. (2017). Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parques eólicos del trópico mexicano. Revista Mexicana de Biodiversidad 88 (4).

Global Energy Monitor. (2 de septiembre de 2024). Global Wind Power Tracker. Tracker Map - Global Energy Monitor.

Global Wind Energy Council (GWEC) (2024). Global Wind Report 2024. https://gwec.net/wp-content/uploads/2024/04/GWR-2024_digital-version_final-1.pdf

Gobierno de México. (2022). México anuncia nuevos compromisos contra el cambio climático en el marco de la COP27. <https://www.gob.mx/sre/prensa/mexico-anuncia-compromisos-contra-el-cambio-climatico-en-el-marco-de-la-cop27?idiom=es>

Gobierno de México (2022). Programa Nacional de Auditoría Ambiental [Archivo PDF]. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/762098/BROCHURE-2022-fin.pdf>

Gobierno de la República (Diciembre 12, 2023). Resumen ejecutivo. Recuperado el 12 de diciembre de 2023 de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164370/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11_1_.pdf

Gobierno de México. (4 de noviembre de 2024). Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental-sigeia>

Grupo Banco Mundial. (2015). Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la energía eólica [Archivo PDF]. <https://documents1.worldbank.org/curated/pt/706201481270223100/pdf/110346-SPANISH-FINAL-Dec-2015-Wind-Energy-Spanish-PUBLIC.pdf>

Hayes M.A. (2013). Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience* 63, pp. 975–979.

Hernández Anglés, M., Robalo Otero M. y Tejado Gallegos, M. (2021). Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México.

Higgins K.F., Osborn R.G. y Naugle D.E. (2009). Efecto de las turbinas sobre las aves y los murciélagos en el suroeste de Minnesota (Estados Unidos). En: Lucas M, Janss G. F., Ferrer M. (Eds.), *Aves y parques eólicos, valoración del riesgo y atenuantes* (pp. 163 – 186). Madrid: Editorial Quercus.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Johnson, G. D., “A Review of Bat Impacts at Wind Farms in the U.S.,” Proceedings of Wind Energy and Birds/Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts, Washington, DC, May 17–19, 2004, prepared by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., September 2004. Recuperado de www.awea.org/pubs/documents/WEBBProceedings9.14.04%5BFinal%5D.pdf.

Keeley, B., Ugoretz, S., Strickland, D. (2001). Bat ecology and wind turbine considerations. En Schwartz, S.S. (Ed.), *Proceedings of the National Avian Wind Power Planning Meeting IV*, Carmel (135 – 141). Washington: Resolve.

Köppel J., Biehl J., Volker W y Bittner A (2019). A Pioneer in Transition: Horizon Scanning of Emerging Issues in Germany’s Sustainable Wind Energy Development.

Kunz T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., Thresher R.W. y Tuttle M.D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ*, 5 (6), pp. 315 – 324.

Lloyd J.D., Butryn R., Pearman-Gillman S. y Allison T.D. (2023). Seasonal patterns of birds and bat collision fatalities at wind turbines. *PloS ONE* 18 (5): e0284778. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0284778>

LAFTEM. (14 de septiembre de 2022). Parques eólicos: lejos de la transición justa en comunidades de México. <https://latfem.org/parques-eolicos-lejos-de-la-transicion-justa-en-comunidades-de-mexico/>

Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las fuentes de energía renovable en el estado de Oaxaca. Periódico Oficial del Estado de Oaxaca, April 3, 2010.

Ley de Energías Renovables para el estado de Baja California (2012), Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], June 22, 2012, (México).

Ley de Transición Energética, [L.T.E.] (2015), Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], diciembre 24, 2015, (México).

Ley de la Industria Eléctrica (2014), Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], mayo 11, 2022, (México).

Ley General de Cambio Climático (2012). No. 06000. México. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], June 6, 2012, (México).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación (2012). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Ley General de Vida Silvestre (2000), Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], May 20, 2021, (México).

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, (2008), Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], November 28, 2008, (México).

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, (2008), Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], junio 7, 2013, (México).

Ley para el Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado de Colima. Periódico Oficial “El Estado de Colima”, No. 42, sup. 5, September 6, 2014

Ley para el Fomento, Aprovechamiento y Desarrollo de Eficiencia Energética y de Energías Renovables del Estado de Chihuahua. Periódico Oficial del Estado No. 54, July 6, 2013.

Ley para el Fomento, Uso y Aprovechamiento de las fuentes renovables de energía del estado de Durango y sus municipios. Periódico Oficial No. 1, January 3, 2010.

Memorias del Simposio sobre la Energía Eólica y la Fauna, Mérida, Yucatán, 28 de octubre de 2011. Miller A (2008) Patterns of avian and bat mortality at a utility-scalewind farm on the southern high plains. Thesis, Texas Tech University, Lubbock.

Naciones Unidas. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Recuperado de <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992/enttext.htm>.

Naciones Unidas (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>.

Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2017). Propuesta de inclusión del murciélagos nevado (*Lasiurus cinereus*), murciélagos rojo oriental (*Lasiurus borealis*), murciélagos rojo del sur (*Lasiurus blossevillii*), y murciélagos amarillento (*Lasiurus ega*) en el apéndice II de la Convención de Especies Migratorias. ONU, 17TH MEETING OF THE (cms.int)

Naciones Unidas. (25 de septiembre de 2024). Energías renovables: energías para un futuro más Seguro. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy#>

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. 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. December 3, 2013. Diario Oficial de la Federación.

NREL (Laboratorio Nacional de Energía Renovable) (2022). Mexico Clean Energy Report—Executive Summary, <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/82580.pdf>

Observatorio de Conflictos Socioambientales (OCSA) (23 de mayo de 2023). Parques eólicos: ¿desarrollo para todas las personas?. <https://ibero.mx/prensa/parques-eolicos-desarrollo-para-todas-las-personas>

Ontario Ministry of Natural Resources (2011). Bats and Bats Habitats: Guidelines for Wind Projects [Archivo PDF]. <https://www.ontario.ca/page/bats-and-bat-habitats-guidelines-wind-power-projects>

ONU (2014). Tecnologías de Energía Renovable y Especies Migratorias: Directrices para una implementación sostenible [Archivo PDF]. COP11_Doc_23_4_3_2_Tecnologías_energía_renovable_y_especies_migratorias_S.pdf

ONU (2017). Propuesta de inclusión del murciélagos nevado (*Lasiurus cinereus*), Murciélagos rojo oriental (*Lasiurus borealis*), murciélagos rojo del sur (*Lasiurus blossevillii*), y murciélagos amarillento (*Lasiurus ega*) en el Apéndice II de la Convención de especies migratorias [Archivo PDF]. https://www.cms.int/sites/default/files/document/cms_cop12_doc.25.1.2_listing-proposal-lasiurus-bats-appII-Peru_s.pdf

Open democracy (22 de septiembre de 2021). El impacto de los parques eólicos del Yucatán, un ejemplo a no seguir. <https://www.opendemocracy.net/es/impacto-parques-eolicos-yucat%C3%A1n/>

Piorkowski MD, O'Connell TJ (2010) Spatial pattern of summer bat mortality from collisions with wind turbines in mixed-grass prairie. Am Mid Nat 164:260–269

Pozo Solís, A. (2007) Mapeo de Actores Sociales. Documento de trabajo PREVAL-FIDA.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, (2000), Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], October 31, 2014, (México).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, México. 3 de julio de 2014. Periódico Oficial del Estado de Baja California. Tomo CXXI, No. 34.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. 20 de marzo de 2014. Diario Oficial del Estado de Yucatán. Decreto 160/2014.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Tabasco. 14 de febrero de 2019. Periódico Oficial del Estado de Tabasco. No. 138.

Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, (2009), Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], September 2, 2009, (México).

Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM) (2024a.). Estrategia para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe. Estrategia latinoamericana para la conservación de murciélagos (relcomlatinoamerica.net)

Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM) (2016). Lineamientos de evaluación de impacto ambiental sobre murciélagos por plantas de energía eólica en Latinoamérica y el Caribe [Archivo PDF]. <https://www.relcomlatinoamerica.net/images/PDFs/RELCOMEolicasEIA.pdf>

Ramos P.M., Barros A.S., Chaves T.S., Rui A.M., Dotto J.C., Braun A., Barbosa., Bernard E., Aguiar M.S., Kindel A. y Sana D.A. (2017). Guidelines for Consideration of Bats in Environmental Impact Assessment of Wind Farms in Brazil: A Collaborative Governance Experience from Rio Grande do Sul State. *Oecologia Australis*, 21 (3), 232 - 255. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2017.2103.02>

RELCOM (2024b). Programa de gestión sobre murciélagos y eólicos: Una propuesta para resolver el conflicto entre la conservación de murciélagos y el desarrollo de la energía eólica en Latinoamérica y el Caribe [Archivo PDF]. <https://www.relcomlatinoamerica.net/images/PDFs/RELCOMProgGestEolicas.pdf>

RELCOM. (16 de enero, 2024). AICOMs y SICOMs. Recuperado el 16 de enero, 2024 de <https://www.relcomlatinoamerica.net/>.

Resumen del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca. 27 de febrero de 2016. Periódico Oficial del Estado de Oaxaca.

Roemer, C., Disca, T., Coulon, A., & Bas, Y. (2017). Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*, 215, 116–12
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.09.002>

Sánchez T.M., Orantes S.J., Palacios G.M., Bastiani G.J., Rioja P.T., Carrillo R.A. (2024). Evaluación de

impacto ambiental por aerogeneradores en Arriaga, Chiapas. Interdisciplina, 12 (32). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2024.32.87014>

Schnitzler, H.U. y E.K.V. Kalko (2001). Echolocation by insect-eating bats. Bioscience 51 (7): 557 – 569.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (13 de septiembre de 2024). Consulta tu trámite. Consulta tu trámite (semarnat.gob.mx)

Sin embargo. (13 de febrero de 2017). ¿Cómo afectan los parques eólicos en las poblaciones de murciélagos?. <https://www.sinembargo.mx/13-02-2017/3150885>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Guía para la presentación de la manifestación de ambiental del sector Eléctrico. Modalidad: particular. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121003/Guia_MIA-Particular_Energia_Electrica.pdf.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Retrieved from <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (August 10, 2023). Consulta tu trámite. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/consultatramite/inicio.php>.

Smallwood, K.S. (2013). Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. Wildl. Soc. Bull. 37, 19–33. <https://doi.org/10.1002/wsb.260>.

South African Bat Assessment Association (2020). South African Good Practice Guidelines for Operational Monitoring for Bats [Archivo PDF]. https://www.sabaa.org.za/documents/SABAA_Operational_Bat_Monitoring_Guidelines_2ndEd_June2020.pdf

South African Bat Assessment Association (2020). South African Best Practices Guidelines for Pre-Construction monitoring of bats at wind energy facilities [Archivo PDF]. https://sabaa.org.za/documents/202004_SA%20Best%20Practice%20Guidelines%20for%20Pre-construction%20Bat%20Monitoring%20at%20WEFs_Edition%205_Draft%201.pdf

Teff-Seker Y.,*, Berger-Tal O., Lehnardt Y., y Teschner N. (2022). Noise pollution from wind turbines and its effects on wildlife: A cross-national analysis of current policies and planning regulations. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 168, 1 - 9.

UICN. (Enero 12, 2024). La lista roja de las especies amenazadas. Recuperado el 12 de enero, 2024 de <https://www.iucnredlist.org/>.

Uribe Rivera, M.A. (2016) Propuesta de Guía para la evaluación y mitigación del impacto de los parques eólicos sobre la quirópterofauna en Baja California, México [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/1069>

U.S. Fish & Wildlife Service (2012). U.S. Fish and Wildlife Service Land-Based Wind Energy Guidelines [Archivo PDF]. <https://www.fws.gov/media/land-based-wind-energy-guidelines>

Vargas-Jiménez I., Flores-Manzanero A. y Rico Y. (2023). ¡Santos Ventiladores, Batman! Energía eólica y murciélagos. *Therya*, 2 (3): 108 - 110. <https://mastozoologiamexicana.com/ojs/index.php/theryaixmana/article/view/393/384>

Weaver S.P., Jones A.K., Hein C.D. y Castro-Arellano I. (2020). Estimating bat fatality at a Texas wind energy facility: implications transcending the United States-Mexico border. *Journal of Mammalogy*, 101 (6), 1533-1541.; <http://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa132>

Weaver S.P., Hein C.D., Simpson T.R., Evans J.W. y Castro-Arellano I. (2020). Ultrasonic acoustic deterrents significantly reduce bat fatalities at wind turbines. *Global Ecology and Conservation*, 24, 1-10.; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989420301827>

Weller, T.J., Baldwin, J.A. (2012). Using Echolocation Monitoring to Model Bat Occupancy and Inform Mitigations at Wind Energy Facilities. *The Journal of Wildlife Management*, 76(3), 619–631.; doi: 10.1002/jwmg.260

Western EcoSystems Technology, Inc. (WEST), Regional Summaries of Wildlife Fatalities at Wind Facilities in the United States, 2019 December, p. 31

Wind Energy and Biodiversity Summit (WIBIS) (2018). Wind farms and their impacts. Focus on biodiversity and social aspects. Disponible en: https://www.wibisummit.org/_files/ugd/91a0a1_823ea6ba7e9f4f91bca9859f9f52f275.pdf

Zárate - Toledo, E., Wood, P.,& Patiño,R.(2021). In search of wind farm sustainability on the Yucatan Coast: Deficiencies and public perception of Environmental Impact Assessment in Mexico. *Energy Policy*, 158, 112525.<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112525>.

Zárate T.E. y Fraga J. (2016). La política eólica mexicana: Controversias sociales y ambientales debido a su implantación territorial. *Estudios de caso en Oaxaca y Yucatán*. *Trace*, 69, 65-95.

ANEXOS

I. Guión de entrevista

PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS DE LOS PARQUES ÉOLICOS SOBRE LA QUIROPTEROFAUNA EN MÉXICO

Objetivo de la entrevista: corroborar problemáticas que se encontraron previamente en la literatura o identificar si existen nuevas problemáticas en torno al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental de los Parques Eólicos en México, específicamente respecto a los impactos en los murciélagos. Se pretende conocer el punto de vista de los entrevistados sobre estas problemáticas, para realizar un diagnóstico, además de integrar sus inquietudes e ideas en la Propuesta Nacional para la Evaluación y Mitigación de Impactos de los Parques Eólicos sobre la Quiropterofauna.

Esta entrevista tiene fines académicos únicamente y sus datos personales serán tratados de forma confidencial. Si usted me lo permite, la entrevista será grabada en formato de audio para su posterior transcripción y análisis. En caso de que el producto de este trabajo se requiera mostrar al público (publicaciones, congresos y otras presentaciones), se mantendrá en todo momento el anonimato de los entrevistados.

Guión de entrevista

Eje temático	Pregunta
Evaluación de impacto ambiental	1. ¿Cuáles son los principales aspectos que se consideran para seleccionar el sitio para la construcción de un parque eólico? 2. ¿Cree que las Áreas Naturales Protegidas tienen un peso suficiente para regular la construcción de parques eólicos en áreas de importancia para los murciélagos? 3. ¿Piensa que en México existen profesionistas calificados para llevar a cabo estudios de impacto ambiental en parques eólicos, específicamente murciélagos? 4. ¿Su empresa cuenta con un área ambiental que estudie los impactos en la biodiversidad? 4a. ¿Qué tareas realiza? o 4b. ¿Considera que debería existir? 5. ¿En su experiencia, ¿cuáles son los principales impactos que puede causar la energía eólica en los murciélagos? 5a. ¿Considera que la mortalidad de murciélagos podría afectar a las poblaciones de murciélagos?

Lineamientos	<p>6. ¿Cuál es su opinión general sobre las condicionantes a cumplir respecto a la fauna? 6a.¿Es factible su cumplimiento en tiempo y forma?</p> <p>7.¿Ha tenido alguna dificultad técnica o de otra índole para cumplir con estas condicionantes?</p> <p>8.¿Realizaría algún cambio en los lineamientos existentes de Semarnat en cuanto a la regulación de impactos de parques eólicos sobre fauna voladora? 8a.¿Cómo se podrían mejorar estos lineamientos? (¿cree que se deba crear un nuevo instrumento para la Evaluación de Impacto Ambiental?)</p> <p>9.Tomando en cuenta que las Guías de la Semarnat para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental no son obligatorias, ¿Qué opina de la creación de lineamientos generales que sean obligatorios y aplicables a todos los proyectos eólicos del país?</p>
Aspectos técnicos y medidas de mitigación	<p>10.¿Conoce alguna medida de mitigación que haya sido implementada con el fin de evitar y minimizar los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos? ¿Cuál ha sido su eficacia?</p> <p>11.Una vez instalado un aerogenerador, ¿Qué tan factible es reubicarlo en caso de que se vea que pueda afectar a aves o murciélagos?</p> <p>12. ¿Considera que los aerogeneradores utilizados en México cuentan con tecnología actualizada y que cumpla con las regulaciones necesarias para causar el mínimo impacto sobre la fauna voladora?</p> <p>13. ¿Piensa que es viable incrementar la velocidad de arranque de los aerogeneradores a 5 o 6 m/s con el fin de reducir la mortalidad de murciélagos?</p> <p>14. ¿Estaría de acuerdo con que se dieran a conocer de forma pública los impactos registrados de la operación de los parques eólicos en la fauna voladora, así como las buenas prácticas para mitigarlos? ¿Por qué?</p>
Vigilancia	<p>15. ¿Cuál cree que sea el mejor mecanismo para lograr que se implementen medidas de mitigación para la fauna voladora (obligatoriedad, multas, nuevas leyes, incentivos)?</p> <p>16. ¿Considera adecuada la vigilancia que se hace para el cumplimiento de las condicionantes?</p> <p>17. ¿Cómo cree que se podría mejorar la vigilancia? (creación de una nueva figura que dé seguimiento, por ejemplo, instituciones académicas)</p>

Vinculación

18. ¿Realiza algún tipo de colaboración con asociaciones ambientales, universidades, centros de investigaciones u otras instituciones del área ambiental, para lograr la sustentabilidad de sus proyectos?
- 18a. ¿Le gustaría formar parte de un grupo de este tipo?

II. Cuadro de sistematización de categorías de ATLAS.TI (lineamientos internacionales)

Categorías		Definición del código	Preguntas
1	Etapa pre-operativa		
1 1	Selección del sitio		
1 1 1	Objetivo evaluación preliminar del sitio	Objetivo de la evaluación preliminar del sitio	¿Cuál es el objetivo de la evaluación preliminar del sitio?
1 1 2	Importancia evaluación preliminar del sitio	Cuál es la importancia de la evaluación preliminar del sitio	¿Cuál es el objetivo de la evaluación preliminar del sitio?
1 1 3	Aspectos que se deben considerar para la selección del sitio y evaluación de impactos	Aspectos que se deben considerar en la evaluación preliminar del sitio (fuentes de información, posibles impactos)	¿Cuáles son los aspectos que se deben considerar para la evaluación preliminar del sitio?
1 1 4	Preguntas de la evaluación preliminar del sitio	Preguntas que se deben plantear para la evaluación preliminar del sitio	¿Qué preguntas se deben contestar en la evaluación preliminar del sitio?
1 1 5	Fuentes a consultar	Fuentes de información que se deben consultar para la caracterización del sitio	¿Cuáles son las fuentes de información que deberían consultarse para la caracterización del sitio?
1 1 6	Herramientas para la selección del sitio	Herramientas que se pueden emplear para la selección del sitio (técnicas, métodos, etc.)	¿Qué herramientas pueden emplearse para obtener información para la selección del sitio?
1 1 7	Resultados selección del sitio	Información que se espera obtener en la etapa de selección del sitio respecto a los murciélagos	¿Qué información se debe obtener como resultado de los estudios de selección del sitio respecto a los murciélagos?
1 2	Monitoreo pre-construcción. Generalidades		
1 2 1	Criterios monitoreo pre – construcción	Criterios para saber si se requiere un monitoreo pre-construcción	¿Cuándo se requiere un monitoreo pre-construcción de murciélagos?
1 2 2	Objetivo monitoreo pre-construcción	Objetivo del monitoreo pre - construcción	¿Cuál es la importancia del monitoreo pre-construcción?
1 2 3	Preguntas monitoreo pre-construcción	Preguntas que deben contestarse a partir del monitoreo pre-construcción	¿Qué factores se deben tomar en cuenta para evaluar, prevenir y mitigar impactos en los murciélagos en la etapa de pre-construcción?
1 2 3	Definición del área de monitoreo pre-construcción	Delimitación del área de estudio, área de impacto y	¿Cómo se debe definir el área de monitoreo pre-construcción?

			sistema ambiental de referencia	
1	2	4	Resultados monitoreo pre-construcción	Resultados a obtener en el monitoreo pre-construcción
1	2	5	Atributos del hábitat	Atributos del hábitat que se deben considerar y reportar en un monitoreo pre-construcción
1	2	6	Personal	Perfil que debe tener el personal que realiza los monitoreos pre-construcción
1	3		Monitoreo pre-construcción. Métodos	
1	3	1	Temporalidad monitoreos pre-construcción	Temporada del año en la que se deben realizar los monitoreos de murciélagos en la etapa de pre-construcción
1	3	2	Esfuerzo de monitoreo pre-construcción	Número de visitas de campo que se deben realizar, número de detectores a usar
1	3	3	Métodos de monitoreo pre-construcción	Métodos recomendados para el monitoreo pre-construcción
1	3	4	Métodos complementarios pre-construcción	Métodos que pueden requerirse para complementar los métodos básicos
1	3	5	Recorridos de prospección	Objetivo y métodos de los recorridos de prospección
1	3	6	Búsqueda de refugios	Métodos sugeridos para realizar la búsqueda de refugios
1	3	7	Redes de niebla	Casos en los que se recomienda el uso de redes de niebla
1	3	8	Monitoreo de rutas migratorias y de vuelo	Métodos recomendados para identificar las rutas de vuelo y migratorias de los murciélagos
				¿Qué resultados se deben obtener del monitoreo pre-construcción respecto a los murciélagos?
				¿Qué atributos del hábitat se deben considerar y reportar en un monitoreo pre-construcción?
				¿Qué perfil debe tener el personal que realiza los monitoreos de murciélagos en etapa de pre-construcción?
				¿En qué temporada del año se deben realizar los monitoreos de murciélagos en la etapa de pre-construcción?
				¿Cuál es el esfuerzo de monitoreo requerido para caracterizar el sitio respecto a los murciélagos?
				¿Qué métodos se recomiendan para el monitoreo pre-construcción?
				¿Qué métodos pueden emplearse para complementar los métodos básicos para el monitoreo pre-construcción?
				¿Cuál es la importancia de los recorridos de prospección y cómo deben realizarse?
				¿Qué métodos se recomiendan para realizar la búsqueda de refugios?
				¿Se deben usar redes de niebla para el monitoreo de murciélagos en parques eólicos? ¿En qué casos?
				¿Qué métodos se recomiendan para identificar las rutas de vuelo y migratorias de los murciélagos?

migratorias de los
murciélagos

2		Etapa operativa		
2	1	Objetivo monitoreo en etapa operativa	Objetivo e importancia del monitoreo en la operación	¿Cuál es la importancia de realizar monitoreo durante la etapa operativa?
2	2	Monitoreo acústico		
2	2	1	Objetivo monitoreo acústico	Objetivo del monitoreo acústico en la operación
2	2	2	Importancia monitoreo acústico	Importancia del monitoreo acústico
2	2	3	Monitoreos manuales	Criterios y métodos para realizar monitoreos manuales
2	2	4	Diseño de muestreo	Número y distribución de las estaciones de monitoreo
2	2	5	Resultados monitoreo acústico	Información que se debe recabar a partir del monitoreo acústico
2	2	6	Variables de registro	Variables que se deben registrar a la par del monitoreo acústico
2	2	7	Temporalidad y duración del monitoreo acústico	Temporadas que se deben cubrir con el monitoreo acústico
2	2	8	Altura de monitoreo	Altura a la que se recomienda colocar los detectores acústicos
2	2	9	Equipos recomendados	Tipo de detectores recomendados para el monitoreo acústico
2	2	10	Número de grabadoras	Número de detectores recomendado para el monitoreo acústico
2	2	11	Limitantes monitoreo acústico	Factores a considerar sobre el monitoreo acústico
2	2	12	Técnica monitoreo en las alturas	Técnicas recomendadas para monitoreo acústico a la altura de las turbinas
2	2	13	Análisis de los datos	Métricas recomendadas para el análisis de los datos del monitoreo acústico
2	2	14	Uso de softwares	Softwares recomendados para el análisis de los datos de monitoreo acústico
2	3	Métodos complementarios		

2	3	1	Imagen infrarroja	Recomendaciones y limitantes para el uso de imagen infrarroja en el monitoreo de murciélagos	¿Cuándo se recomienda, cómo se puede usar la imagen infrarroja y cuáles son las limitantes para el monitoreo de murciélagos?
2	3	2	Radar	Recomendaciones y limitantes para el uso de radar en el monitoreo de murciélagos	¿Cuándo se recomienda, cómo se puede usar el radar y cuáles son las limitantes para el monitoreo de murciélagos?
2	3	3	Radiotelemetría	Recomendaciones y limitantes para el uso de radiotelemetría en el monitoreo de murciélagos	¿Cuándo se recomienda, cómo se puede usar la radiotelemetría y cuáles son las limitantes para el monitoreo de murciélagos?
2	3	4	Imagen térmica	Recomendaciones y limitantes para el uso de imagen térmica en el monitoreo de murciélagos	¿Cuándo se recomienda, cómo se puede usar la imagen térmica y cuáles son las limitantes para el monitoreo de murciélagos?
2	3	5	Globos de helio	Recomendaciones y limitantes para el uso de imagen térmica en el monitoreo de murciélagos	¿Cuándo se recomienda, cómo se puede usar la imagen térmica y cuáles son las limitantes para el monitoreo de murciélagos?
2	4		Evaluación de la mortalidad		
2	4	1	Objetivo evaluación de mortalidad	Objetivo de la evaluación de mortalidad	¿Cuál es el objetivo de la evaluación de mortalidad?
2	4	2	Preguntas evaluación de mortalidad	Preguntas que se deben responder como resultado de la evaluación de mortalidad de murciélagos	¿Qué preguntas se deben plantear al realizar la evaluación de mortalidad de murciélagos?
2	4	3	Diseño monitoreo de mortalidad	Recomendaciones para el diseño de monitoreo de mortalidad	¿Cómo se recomienda diseñar el monitoreo de mortalidad?
2	4	4	Temporalidad monitoreo de mortalidad	Momento de inicio y duración recomendada para el monitoreo de mortalidad	¿En qué momento se recomienda iniciar el monitoreo de mortalidad de murciélagos y qué duración debe tener?
2	4	5	Variables de registro monitoreo de mortalidad	Variables que se recomienda registrar durante el monitoreo de mortalidad	¿Qué Variables que se recomienda registrar durante el monitoreo de mortalidad?
2	4	6	Protocolo de búsqueda de cadáveres	Métodos, herramientas, duración para realizar la búsqueda de cadáveres	¿Cómo se recomienda realizar la búsqueda de cadáveres?
2	4	7	Área de búsqueda de cadáveres	Recomendaciones para calcular el área de búsqueda de cadáveres	¿Cómo se recomienda calcular el área de búsqueda de cadáveres?
2	4	8	Selección de turbinas para monitoreo de mortalidad	Métodos para seleccionar las turbinas para el monitoreo de mortalidad	¿Qué métodos se recomiendan para seleccionar las turbinas para el monitoreo de mortalidad?
2	4	9	Número de turbinas para evaluar mortalidad	Número mínimo de turbinas para realizar monitoreo de mortalidad	¿Cuál es el número de turbinas recomendado para evaluar la mortalidad de murciélagos?
2	4	10	Tiempo de búsqueda por turbina	Tiempo recomendado por turbina para la búsqueda de cadáveres	¿Cuál es el tiempo recomendado por turbina para la búsqueda de cadáveres?

2	4	11	Frecuencia de búsqueda de cadáveres	Intervalo de tiempo recomendado entre cada búsqueda de cadáveres de murciélagos	¿Cuál es el Intervalo de tiempo recomendado entre cada búsqueda de cadáveres de murciélagos?
2	4	12	Experimentos de eficiencia de búsqueda	Métodos para realizar los experimentos de búsqueda de cadáveres	¿Qué métodos se recomiendan para realizar los experimentos de búsqueda de cadáveres?
2	4	13	Medición de la persistencia de cadáveres	Métodos para medir el tiempo de persistencia de cadáveres	¿Qué métodos se recomiendan para medir el tiempo de persistencia de cadáveres?
2	4	14	Reporte de mortalidad	Contenido recomendado de un reporte de mortalidad	¿Qué debe contener un reporte de mortalidad?
3 Evaluación de impacto ambiental					
3	1	Evaluación de impacto ambiental requerida	Tipo de evaluación de impacto ambiental que se requiere de acuerdo con la legislación mexicana	¿Qué tipo de evaluación de impacto ambiental que se requiere de acuerdo con la legislación mexicana?	
3	1	1 Evaluación de impactos acumulativos	Cuándo se requiere y cómo evaluar los impactos acumulativos	¿Cuándo se requiere y cómo evaluar los impactos acumulativos?	
4 Medidas de mitigación					
4	1	Medidas de mitigación preoperativas	Medidas recomendadas para mitigar los impactos en la etapa pre-operativa	¿Qué medidas se recomiendan para mitigar los impactos en la etapa pre-operativa?	
4	2	Medidas de mitigación en la construcción	Medidas recomendadas para mitigar los impactos en la etapa de construcción	¿Qué medidas se recomiendan para mitigar los impactos en la etapa de construcción?	
4	3	Medidas de mitigación operativas	Medidas recomendadas para mitigar los impactos en la etapa de operación	¿Qué medidas se recomiendan para mitigar los impactos en la etapa de operación?	
4	4	Criterios para seleccionar tecnologías de mitigación	Criterios para considerar para seleccionar tecnologías para la mitigación de impactos en murciélagos	¿Qué criterios se deben considerar para seleccionar tecnologías para la mitigación de impactos en murciélagos?	
4	5	Prioridades mitigación	Criterios para priorizar las medidas de mitigación	¿Qué criterios se deben considerar para priorizar las medidas de mitigación?	
4	6	Repotenciación	Aspectos a considerar para la repotenciación	¿Cómo puede ayudar la repotenciación a mitigar los impactos?	
4	7	Remodelación de turbinas	Aspectos a considerar para la remodelación de turbinas	¿Qué aspectos se deben considerar para la remodelación de turbinas?	
4	8	Desmantelamiento	Medidas de mitigación recomendadas durante el desmantelamiento	¿Qué medidas de mitigación se recomiendan durante el desmantelamiento?	
5 Medidas de compensación					

5	1	Medidas de compensación	Criterios de aplicación y medidas de compensación que se pueden aplicar	¿Cuándo y cuáles medidas de compensación se pueden aplicar?
6		Disponibilidad de la información		
6	1	Disponibilidad de la información	Importancia de compartir la información generada durante los monitoreos de murciélagos	¿Por qué es importante compartir la información generada durante los monitoreos de murciélagos?
6	2	Bases de datos	Recomendaciones para generar una base de datos con toda la información generada (monitoreo acústico y monitoreo de mortalidad)	¿Qué se recomienda para generar una base de datos con toda la información generada sobre el monitoreo de los murciélagos en parques eólicos?
6	3	Vacíos de conocimiento	Información que se desconoce y que dificulta la prevención, evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos en México	¿Qué información se desconoce y que dificulta la prevención, evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos en México?
6	4	Necesidades de investigación	Temas sobre los cuales hace falta realizar investigación para mejorar la evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos en México	¿Qué temas hace falta investigar para mejorar la evaluación y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre los murciélagos en México?

III. Listado de parques eólicos en operación en México al 2024

Nombre	Coordenadas WGS 84	*Estado	Capacidad instalada
Sierra Juarez wind farm fase 1	32.5647, -116.065	BC	155 MW
Sierra Juarez wind farm fase 2	32.559, -116.0544	BC	108 MW
Parque Eólico la Rumorosa	32.497, -116.0901	BC	170 MW
Parque Eólico Fuerza Eolica San Matias	31.2954, -115.425	BC	30 MW
Parque Eólico Coromuel	24.0885, -110.6285	BCS	56 MW
Parque Eólico Arriaga	16.1826, -93.9373	Chiapas	29 MW
Parque Eólico San Jacinto	16.1584, -93.9376	Chiapas	21 MW
Parque eólico Amistad fase 1	29.6288, -101.6659	Coahuila	200 MW
Parque Eólico Coahuila	25.6723, -101.5008	Coahuila	200 MW
Proyecto Eolico Santiago S Felipe (CE Santiago)	21.7134, -101.2441	Guanajuato	105 MW
Parque Eólico Los Altos	21.8205, -101.6766	Jalisco	50 MW
Parque Eólico Palo Alto	21.8661, -101.5901	Jalisco	129 MW
Parque Eólico Dolores	25.5466, -98.6054	NL	244 MW
Parque Eólico el Mezquite	26.2212, -100.542	NL	252 MW
Parque Eólico Santa Catarina	25.6839, -100.639	NL	22 MW
Parque Eólico Ventika fase 1	25.9058, -98.7909	NL	126 MW
Parque Eólico Ventika fase 2	25.7773, -98.7497	NL	126 MW
Parque Eólico Fenicias	25.7426, -98.681	Nuevo León	168 MW
Parque Eólico Bii Hioxo	16.438, -95.0271	Oaxaca	234 MW
Parque Eólico Bii Nee Stipa fase 1	16.5106, -94.9689	Oaxaca	26 MW
Parque Eólico Bii Nee Stipa fase 2	16.5106, -94.9689	Oaxaca	74 MW
Parque Eólico Bii Nee Stipa fase 3	16.5106, -94.9689	Oaxaca	70 MW
Parque Eólico Bii Nee Stipa fase 4	16.5106, -94.9689	Oaxaca	74 MW
Parque Eólico Bii Stinu	16.4566, -94.9657	Oaxaca	164 MW

Parque Eólico Dos Arbolitos	16.5119, -94.9462	Oaxaca	70 MW
Parque Eólico Eólica del Sur	16.4768, -95.0099	Oaxaca	396 MW
Parque Eólico Eurus fase 1	16.5403, -94.9539	Oaxaca	38 MW
Parque Eólico Eurus fase 2	16.5403, -94.9539	Oaxaca	213 MW
Parque Eólico Fuerza Eólico del Istmo fase 1	16.5872, -94.9975	Oaxaca	50 MW
Parque Eólico Fuerza Eólico del Istmo fase 2	16.5865, -94.9974	Oaxaca	30 MW
Parque Eólico Ingenio	16.5882, -94.7659	Oaxaca	50 MW
Parque Eólico La Mata - La Ventosa	16.5817, -94.9488	Oaxaca	68 MW
Parque Eólico la Venta fase 2	16.5874, -94.806	Oaxaca	83 MW
Parque Eólico la Venta fase 3	16.5874, -94.806	Oaxaca	102 MW
Parque Eólico la Ventosa fase 1	16.4355, -95.0174	Oaxaca	49 MW
Parque Eólico la Ventosa fase 2	16.4355, -95.0174	Oaxaca	31 MW
Parque Eólico la Ventosa fase 3	16.4355, -95.0174	Oaxaca	22 MW
Parque Eólico Oaxaca fase 1	16.5688, -94.7274	Oaxaca	102 MW
Parque Eólico Oaxaca fase 2	16.5848, -94.792	Oaxaca	102 MW
Parque Eólico Oaxaca fase 3	16.5662, -94.8365	Oaxaca	102 MW
Parque Eólico Oaxaca fase 4	16.6096, -94.7914	Oaxaca	102 MW
Parques Ecológicos de México Parque Eólico	16.4329, -95.0181	Oaxaca	80 MW
Parque Eólico Piedra Larga fase 1	16.511, -94.8061	Oaxaca	90 MW
Parque Eólico Piedra Larga fase 2	16.511, -94.8061	Oaxaca	138 MW
Parque Eoloeléctrico Santo Domingo	16.5391, -94.8027	Oaxaca	160 MW
Parque Eólico Sureste I	16.5019, -95.059	Oaxaca	102 MW
Parque Eólico Pier fase 2	18.8721, -97.3957	Puebla	66 MW
Parque Eólico Pier fase 4	18.8606, -97.376	Puebla	220 MW
Parque Eólico San Pedro	20.3456, -100.3485	Querétaro	30 MW
Parque Eólico Dominica fase 1	23.3352, -101.3328	SLP	100 MW

Parque Eólico Dominica fase 2	23.3352, -101.3328	SLP	100 MW
Parque Eólico Ciudad Victoria	23.796, -98.8514	Tamaulipas	50 MW
Parque Eólico El Cortijo	25.8094, -98.2635	Tamaulipas	183 MW
Parque Eólico El Porvenir	25.9135, -98.1968	Tamaulipas	54 MW
Parque Eólico La Mesa fase 1	23.7455, -98.8733	Tamaulipas	36 MW
Parque Eólico La Mesa fase 2	23.7455, -98.8733	Tamaulipas	50 MW
Parque Eólico La Mesa fase 3	23.7455, -98.8733	Tamaulipas	50 MW
Parque Eólico Mesa La Paz	23.3304, -98.8405	Tamaulipas	310 MW
Parque Eólico Reynosa fase 1	25.6837, -98.4767	Tamaulipas	424 MW
Parque Eólico Salitrillos	25.9008, -98.4705	Tamaulipas	104 MW
Parque Eólico San Carlos	24.5282, -99.215	Tamaulipas	198 MW
Parque Eólico Santa Cruz	25.6956, -98.2306	Tamaulipas	138.6 MW
Parque Eólico Tres Mesas fase 1	23.3178, -99.0242	Tamaulipas	63 MW
Parque Eólico Tres Mesas fase 2	23.3178, -99.0242	Tamaulipas	86 MW
Parque Eólico Tres Mesas fase 3	23.3178, -99.0242	Tamaulipas	52 MW
Parque Eólico Tres Mesas fase 4	23.3806, -98.8953	Tamaulipas	101 MW
Proyecto de Energía Eólica Vicente Guerrero	23.7183, -98.8765	Tamaulipas	118 MW
Parque Eólico Dzilam	21.3602, -88.9028	Yucatán	70 MW
Parque Eólico Península (central eólica de la Península)	21.1916, -89.6729	Yucatán	90 MW
Parque Eólico Tizimin	21.4623, -87.9941	Yucatán	76 MW
Parque Eólico Progreso	X=228 794.97; Y=2 352 486.09	Yucatán	90 MW
Parque Eólico Chicxulub	X 247837.92 ; Y 2352842.08	Yucatán	71.4 MW
Parque Eólico Kabil	X 326502.55; Y 2347268.01	Yucatán	68 MW
Parque Eólico la Bufa	22.7069, -102.569	Zacatecas	130 MW
Parque Eólico Mesa Morenos	22.0412, -101.442	Zacatecas	66 MW

*BC = Baja California; BCS = Baja California Sur; NL = Nuevo León; SLP = San Luis Potosí

IV. Matriz de hallazgos de mortalidad de murciélagos en parques eólicos en México

Familia y especie	Gremio trófico	Nombre del parque eólico								Temporada de registro	No. de cadáveres	NOM-059	IUCN
		O	A	O	T	C	A	O	O				
		O	O	X	-	A	O	X	X				
		A	A	-	A	O	-	-	-				
		Y	Z	X	X-	N	M	A	-				
		N	U	A	-	E	O	-	-	N	S		
		L	C	C	1	A	R	1	1	W	W		
		1	2	4	5	S ⁶	6	7	7	8	8		
EMBALLONURIDAE													
		X								ND	2		
			X							ND	2		
				X	X					ND	ND	-	L C
Balantiopteryx plicata	IS										4		
MORMOOPIDAE													
		X								ND	73	-	L C
Pteronotus davyi	IS										73		
			X										
				X	X					ND	ND	-	L C
Pteronotus fulvus	IS										ND		
				X									
Pteronotus parnellii	IMS				X					ND	7		
						X					ND	3	-
							X						L C

					10		
Pteronotus mesoamericanus	IMS		X	X	ND	ND	- L C
		X			ND	2	- L C
Pteronotus personatus	IMS					2	
Mormoops megalophylla	IS	X			ND	19	- L C
PHYLLOSTOMIDAE							
		X			ND	1	
			X	X	ND	ND	- L C
Phyllostomus discolor	O					1	
		X			ND	1	
			X		ND	1	
				X	ND	2	- -
Glossophaga sp	N					4	
		X					
			X		ND	1	- L C
Glossophaga commissarisi	P					1	
		X			ND	1	
Glossophaga morenoi	N		X		ND	2	- L C

		X		ND	1		
			X X	ND	ND		
					4		
		X		ND	3		
		X		ND	1	-	L C
Glossophaga soricina	N				4		
			X X	ND	ND	-	N D
Glossophaga mutica	N				ND		
		X		ND	4	-	N T
Leptonycteris yerbabuenae	N				4		
			X X	ND	ND	Pr	L C
Enchisthenes hartii	F				ND		
		X		ND	1		
		X		ND	4		
		X		ND	1		
		X X	ND	ND	-	L C	
Artibeus jamaicensis	F				6		
		X		ND	1		
Artibeus lituratus	F		X	ND	2	-	L C

		X	X	ND	ND		
				3			
		X		ND	1	-	-
Dermanura sp.	F				1		
		X		ND	9		
		X		ND	1		
		X		ND	5		
			X	ND	ND	-	L C
Centurio senex	F				15		
MOLOSSIDAE							
		X		ND	ND		
		X		Primavera	1		
				Otoño, Verano	4		
		X		Primavera, otoño, invierno	40		
		X		ND	1		
			X	ND	8		
			X	ND	19	-	L C
Tadarida brasiliensis	IEA				73		
Nyctinomops femorosaccus	IEA		X	ND	4	-	L C

					4		
		X		Verano	1		
			X	ND	1		
			X	ND	1		
			X	ND	11		
			X X	ND	ND	-	L C
Nyctinomops laticaudatus	IEA				14		
		X		otoño, invierno	18		
			X	ND	5		
			X	ND	8	-	L C
Nyctinomops macrotis	IEA				31		
		X		ND	1	-	-
Eumops sp.	IEA				1		
		X		ND	1	-	L C
Eumops auripendulus	IEA				1		
		.		Verano	1		
		X		ND	4	-	L C
Eumops perotis	IEA				5		
		X		ND	2		
Eumops underwoodi	IEA		X	ND	1	-	L C

			X	X	ND	ND		
					3			
			X		ND	1	-	L C
Promops centralis	IEA					1		
			X		ND	11		
			X		ND	2		
			X		ND	3		
				X X	ND	ND	-	L C
Molossus molossus	IEA					16		
			X		ND	5		
			X		ND	1		
			X		ND	2	-	L C
Molossus rufus	IEA					8		
				X X	ND	ND	-	N D
Molossus nigricans	IEA					ND		
			X		ND	17	-	L C
Molossus sinaloae	IEA					17		
VESPERTILIONIDAE								

							L	C
Parastrellus hesperus	IS			Verano	1	-		
					1			
			X	ND	1	-	L	C
Antrozous pallidus	RMS							
			X	ND	1			
			X	ND	2			
			X	ND	5	-	L	C
Lasiurus blossevillii	IEA							
					8			
			X	ND	ND	-	N	D
Lasiurus frantzii	IEA							
			X	ND	ND	-		
			X	ND	1			
			X	ND	1	-	L	C
Lasiurus borealis	IEA							
					2			
				Verano	1			
			X	Primavera, verano, otoño	46			
			X	ND	1			
			X	ND	6			
			X	ND	16			
Aeroestes cinereus	IEA							
			X	ND	ND	-	L	C

					70		
		X			ND	3	
			X		ND	2	
				X X	ND	ND	- L C
Lasiurus ega	IEA					5	
		X			ND	15	
			X		ND	2	
			X		ND	6	
				X	ND	4	
Dasypterus intermedius	IEA				X X	ND	- ND - L C
						27	
		X			ND	ND	
			X		Verano	2	
				X	ND	12	- - L C
Lasiurus xanthinus	IEA					14	
Myotis sp. (morphospecies 3)	IS		X		ND	2	- - -
						2	
		X			ND	22	
			X		ND	1	
			X		ND	5	- - -
Sin identificar	-					28	

TOTAL	483
--------------	------------

1. Tercer informe anual. En cumplimiento a los términos y condicionantes de la autorización en materia de impacto ambiental modalidad regional del resolutivo No. SGPA/DGIRA/DG/07944. Marzo de 2022.
2. Reporte trimestral de resultados de monitoreo y valoración de la diversidad de aves y murciélagos. Septiembre a noviembre 2019. 14 de julio de 2020. Número de oficio DZ -08 - DS - 2020.
3. Uribe Rivera, M.A. (2016). Propuesta de Guía para la Evaluación y Mitigación del Impacto de los Parques Eólicos sobre la Quiropterofauna en Baja California, México [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/1069>
4. Reporte anual enero a diciembre 2021. Programa de Protección, Manejo y Monitoreo de Aves y Murciélagos. 01 de enero de 2022.
5. Bolívar-Cimé B., Bolívar-Cimé A., Cabrera-Cruz S., Muñoz-Jiménez O y Villegas-Patraca R. (2016). Bats in a tropical wind farm: species composition and importance of the spatial attributes of vegetation cover on bat fatalities. *Journal of Mammalogy*, 1- 12. DOI:10.1093/jmammal/gyw069
6. Cabrera-Cruz S.A., Cervantes-Pasquali J., Franquesa-Soler M., Muñoz-Jiménez O., Rodríguez-Aguilar G., Villegas-Patraca R. (2020). Estimates of aerial vertebrate mortality at wind farms in a bird migration corridor and bat diversity hotspot. *Global Ecology and Conservation*, 22: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00966>
7. Moreno Zavala, V.A. (2022). Retos y oportunidades en el desarrollo de la energía eólica y vertebrados voladores en el noreste de México [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/23926>
8. Cabrera-Cruz S.A., Aguilar López J.L., Aguilar-Rodríguez P.A., Oropeza-Sánchez M.T., Muñoz Jiménez O, Villegas Patraca R. (2023). Changes in diversity and species composition in the assemblage of live and dead bats at wind farms in a highly diverse region. *Environ Monit Assess*, 195:1480

V. Matriz de actores clave involucrados en la elaboración, ejecución y vigilancia del cumplimiento de los lineamientos para la evaluación y mitigación de impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México.

	Grupo de actores sociales	Actor	Rol en el proyecto	Relación predominante	Jerarquización/nivel de su influencia
1	Empresas promoventes públicas y privadas	Peñoles, Iberdrola, Acciona, CFE, Unión Fenosa, Eoliatec del Istmo, Cisa-Gamesa, Renovalia, Gas Natural, Sempra, EYRA/Dragados, CEMEX, ENEL, Grupo México, Iberdrola, EDF/Mitsui, ESSA, GBC/Turbo Power Services, SEDENA, IIE, Grupo Dragón Demex, GESA, Conduit Capital, Comexhidro, Fuerza Eólica - Peñoles, Femsa, MacQuire, MGGM, Mitsubishi, IENOVA, Power Group México, First Reserve, Grupo Ecos, Aldesa, Asociados Panamericanos, Wind Power de México, Cannon Power Group, Sempra	Desarrolladores de los proyectos de energía eólica	A favor	Medio/internacional
2	Gobierno federal	Poder ejecutivo	Aprobación de políticas para promover o frenar energías renovables	En contra	Alto/nacional
3	Gobiernos extranjeros	Poder ejecutivo	Aprobación de políticas para promover o frenar energías renovables	A favor/en contra	Medio/internacional
4	Inversionistas	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Principal fuente de financiación multilateral para proyectos de desarrollo en América Latina y el Caribe	A favor	Alto/internacional
		Banco Mundial	Organización multinacional que financia proyectos eólicos	A favor	Alto/internacional
5	Dependencias gubernamentales	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGIRA)	Evalúa la viabilidad de los proyectos eólicos y los aprueba o rechaza	Neutral	Alto/nacional

		SENER	Promueve las energías renovables	A favor	Alto/nacional
		PROFEPA	Vigila el cumplimiento de PVA en parques eólicos	Neutral	Alto/nacional
		Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Emite opiniones técnicas sobre la viabilidad ambiental de proyectos eólicos	Neutral	Medio/nacional
6	Asociación empresarial	Asociación Mexicana de Energía Eólica	Afronta problemas comunes y promueve el desarrollo eólico	A favor	Medio/Nacional
7	Instituciones educativas	UNAM, IPN, Autónomas estatales	Emiten opiniones técnicas sobre las MIA's o realizan estudios técnicos	Neutral	Medio/Nacional
8	Centros de investigación	Centro de Tecnología Avanzada, Centro de Investigación en materiales avanzados, Centro Regional de Tecnología Eólica	Realizan investigación sobre energía eólica	A favor	Bajo/Nacional
9	OSC/Grupos ambientales	PRONATURA	Emiten opiniones sobre la viabilidad ambiental de los proyectos eólicos	Neutral – en contra	Medio/Nacional
10	Organismos internacionales	Organización de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de Energías Renovables, Asociación Mundial de Energía Eólica, Global Wind Energy Council, National Renewable Energy Laboratory, RELCOM, Cooperativa sobre Murciélagos y Energía Eólica	Realizan investigación sobre tecnología eólica, organizan foros, protegen murciélagos	A favor - neutral	Medio/Internacional
11	Usuarios de energía	Empresas privadas, ciudadanos	Reciben la energía generada	A favor	Medio/Nacional e Internacional
12	Ejidatarios	Propietarios de terrenos donde se desarrollan los proyectos	Rentan sus terrenos para los proyectos	A favor/ en contra	Alto/ local

13	Comunidades aledañas	Personas que viven cerca de los proyectos	Pueden ser trabajadores en el proyecto	A favor/ en contra	Medio/local
----	----------------------	---	--	--------------------	-------------

VI. Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, dirigida y adaptada a Proyectos Eólicos

A través de un esfuerzo conjunto entre la Dirección General de Riesgo e Impacto Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA), miembros del sector privado, miembros del sector público, académicos de diversas instituciones y promotores; se generó un documento cuyo objetivo es establecer bases para la generación de una Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, dirigida y adaptada a Proyectos Eólicos. Lo anterior considerando terminología, anexos, impactos identificados, medidas de mitigación y buenas prácticas internacionales, específicos para Proyectos Eólicos.

**GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL
PROYECTOS EÓLICOS
MODALIDAD REGIONAL**

INTRODUCCIÓN

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS EÓLICOS MODALIDAD REGIONAL

INTRODUCCIÓN

A través de un esfuerzo conjunto entre la Dirección General de Riesgo e Impacto Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA¹), miembros del sector privado, miembros del sector público, académicos de diversas instituciones y promoventes; se generó el presente documento. Por medio del cual se pretende establecer bases para la generación de una Guía para la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, dirigida y adaptada a Proyectos Eólicos. Lo anterior considerando terminología, anexos, impactos identificados, medidas de mitigación y buenas prácticas internacionales, específicos para Proyectos Eólicos.

¹ Responsables de la integración, edición y revisión final de este documento.

CAPÍTULO IV

**DEFINICIÓN, DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL
PROYECTO; SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA POR LA
INFLUENCIA DEL PROYECTO Y DETERMINACIÓN DEL SISTEMA
AMBIENTAL**

IV. DEFINICIÓN, DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO; SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA POR LA INFLUENCIA DEL PROYECTO Y DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.3 Descripción regional biótica aplicable al AP

Permite encontrar y exponer características, condiciones o entornos regionales abióticos, aplicables al Área del Proyecto propuesto, que posibilitan identificar y explicar viabilidades o inviabilidades evidentes y contar con una visión ambiental básica inicial aplicable, que será ampliada o precisada en los análisis subsecuentes, especialmente en la delimitación y caracterización de su influencia en el Sistema Ambiental.

La herramienta de análisis indispensable y crítica para las descripciones de esta sección es la búsqueda de bases de datos temáticas bióticas disponibles en fuentes, nacionales, estatales, municipales, regionales o internacionales, abiertas y georreferenciadas; y la sobreposición en ellas de los archivos shapefile la poligonal envolvente del AP. El rango de escalas máxima a utilizar en estos análisis es de 1:250,000 a 1:100,000 o mayores, si la fuente de datos disponible lo permite. Una lista de bases de datos de este tipo se presenta en el Anexo IV.1. La sobreposición de la poligonal del AP, como mínimo deberá hacerse en las siguientes bases de datos, sin descartar por ella otra equivalente u otra aplicable en otra temática biótica de utilidad para la descripción. Si el promovente cuenta con información pertinente derivada de estudios o levantamientos locales o regionales, estos podrán incluirse en el análisis de los diferentes apartados.

La herramienta de análisis indispensable y crítica para la descripción regional biótica es la búsqueda y confrontación de la poligonal envolvente georreferenciada del Área del Proyecto, contra bases de datos regionales temáticas aplicables, disponibles, abiertas y georreferenciadas. Una lista de bases de datos de este tipo identificadas y útiles se presenta en el Anexo IV.2.

IV.3.1 Zonas protegidas

Verificar la ubicación de la poligonal envolvente georreferenciada del AP contra la cartografía de las Áreas Naturales Protegidas nacionales, estatales y municipales; Sitios RAMSAR, Corredores biológicos, AICAS, AICOMS, Regiones terrestres prioritarias, Rutas migratorias, Zonas Arqueológicas u otros y presentar una síntesis de las relaciones espaciales principales, si es el caso.

Fuente cartográfica digital disponible

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

IV.3.2 Bioma

Identificar el bioma dentro del cual se ubica la poligonal envolvente georreferenciada del AP y presentar una síntesis de las características principales del mismo, aplicables al sitio del proyecto². Si el promovente cuenta con información pertinente derivada de estudios o levantamientos locales o regionales, estos podrán incluirse en el análisis.

Fuente cartográfica digital disponible

<https://www.biodiversidad.gob.mx/region/biomas.html>

IV.2.3 Provincia Biogeográfica

Identificar la Provincia Biogeográfica dentro de la cual se ubica la poligonal envolvente georreferenciada del AP y presentar una síntesis de las características principales de la misma, aplicables al sitio del proyecto.

Fuente cartográfica digital disponible

http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/rbiog4mgw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

IV.3.4 Ecorregión

Identificar la Ecorregión dentro de la cual se ubica la poligonal envolvente georreferenciada del AP y presentar una síntesis de las características principales de la misma, aplicables al sitio del proyecto.

Fuente cartográfica digital disponible

<https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones1.html>

IV.5 Caracterización biótica del Área del Proyecto

² Se propone la identificación del Bioma como una referencia general para el proyecto, a pesar de que supere el rango de escalas propuestas para la descripción.

Permite definir, documentar y manifestar en detalle y sobre bases científicas y/o técnicas las características bióticas específicas del AP propuesto, que posibilitan identificar, evaluar, demostrar y declarar fehacientemente, tanto sus rasgos naturales distintivos previos a la implementación del proyecto, como los impactos espacio-temporales previsibles correspondientes, dentro de los límites geográficos de la propiedad o posesión, así como el alcance espacial de su posible influencia fuera del AP.

El promovente y/o el responsable de la elaboración de la MIA-R, deberán asegurarse de presentar la argumentación científica y/o técnica que fundamente la información con la que se dé respuesta a lo requerido en las secciones bióticas subsecuentes. Además, es indispensable sustentarla cartográficamente, mediante archivos shapes para su uso en Sistemas de Información Geográfica (SIG), conforme los estándares a que se hace referencia en el Anexo IV.1. Como elementos que en conjunto permiten justificar, exemplificar y/o transmitir con la mayor claridad posible el contenido solicitado referente a la caracterización biótica del área del proyecto, destacan los datos georreferenciados obtenidos mediante levantamientos aéreos fotográficos digitales y topográficos (preferentemente LIDAR: *Ligth Detection and Ranging*); así como videos, fotos, tablas y/o esquemas conceptuales (con su descripción en el pie de fotografía o figura) y las bibliografía utilizada.

Para la obtención de la información científica y/o técnica de caracterización y análisis de los temas bióticos que se solicitan, es indispensable la participación de expertos y/o científicos especialistas, así como el muestreo de campo tanto en el área del proyecto como en sitios representativos georreferenciados dentro de la zona de alcance espacial de la posible influencia de sus impactos fuera del AP, generando las bases de datos necesarias originales. El rango de escalas a utilizar en estos análisis es de 1:50,000 a 1:1,000 y su representación cartográfica se debe presentar conforme los estándares a que se hace referencia en el Anexo IV.1.

La descripción de los componentes bióticos (flora y fauna) tienen la finalidad de contar con un marco de referencia que permita a la autoridad de manera objetiva conocer el estado de conservación y/o alteración del o los ecosistemas presentes en el SA y AP de manera comparativa, con el propósito de caracterizar la condición actual de los componentes bióticos del o los ecosistemas y los procesos ecológicos asociados a los mismos, de forma tal que se construya una “línea cero” o “línea base” del **estado de conservación e integridad funcional**; para lo cual, es necesario el empleo de indicadores ambientales que permitan corroborar los resultados del análisis y dar un seguimiento ambiental al proyecto.

Como objetivos de esta etapa destacan la Identificación de hábitats de importancia (**asociaciones florísticas**), la identificación de las **interacciones planta-animal** de las especies en los hábitats y la caracterización del **comportamiento de vuelo** (especies voladoras) y su posible interacción respecto al arreglo de los aerogeneradores.

Se deberá tomar como base la información bibliográfica existente con la finalidad de que el promovente proporcione un marco de referencia de la diversidad presente en el SA y AP, estas dos últimas deberán ser complementadas con registros levantados en campo, a través de muestreos representativos y estadísticamente confiables basados en metodologías de muestreo de eficacia reconocida.

Se deberán considerar las siguientes fuentes:

Consulta a expertos locales. La consulta a expertos locales familiarizados con el sitio puede ahorrar tiempo y proveer información valiosa. Los expertos locales pueden identificar las especies en riesgo u otros elementos biológicos que se deben considerar. También pueden tener relación con otras personas que proporcionen información biológica o legal. Se sugiere considerar a los biólogos que trabajen en la zona, profesores en las universidades, o centros de investigación científica, representantes de organizaciones de conservación de fauna, observadores de aves, entre otros.

Información bibliográfica. Consultar estudios elaborados previamente para el área o investigaciones realizadas para otros proyectos eólicos. Es esencial visitar y tener noción de lo que sucede en estos proyectos para determinar si las condiciones biológicas en el sitio propuesto son similares a las de los proyectos existentes. Para el caso de los murciélagos se sugiere la consulta de artículos científicos que documentan los impactos de los parques eólicos en México (Villegas, 2013; Bolívar-Cime et al., 2016; Cabrera et al., 2020).

Bases de datos. Buscar información sobre la distribución y hábitat de especies raras y amenazadas, así como especies susceptibles de colisionar y áreas que son usadas por gran cantidad de especies. Considerar búsquedas de registros de las especies en las colecciones biológicas de las universidades.

Bajo esta premisa, deberán definirse con claridad cuáles fueron los métodos y técnicas utilizadas para la caracterización requerida, para el levantamiento de la información, como para la selección de las especies o de los indicadores ambientales; considerando, asimismo, la interpretación del

significado que tiene la presencia de especies indicadoras de algún estado de la calidad ambiental en términos de conservación o de deterioro.

La importancia de los ecosistemas radica en la compleja dinámica de sus comunidades vegetales, animales, microorganismos y su entorno abiótico, lo cual les hace funcionar como una unidad funcional. Por esta razón, es necesario identificar y describir de manera concreta los procesos y las funciones de los mismos, particularizando el análisis de aquellos procesos o de aquellas funciones que, potencialmente, pudieran ser afectadas por el proyecto. Permitiendo con esto, visualizar de manera objetiva cómo un proyecto puede afectar de forma positiva o negativa la dinámica antes citada; por lo que el análisis debe centrarse en identificar cómo los ecosistemas responden a este tipo de estímulos.

Por lo que resulta de suma importancia que se incluya en el análisis, los rubros característicos que definen la **estructura y la función** de los ecosistemas, como pueden ser: poblaciones animales y vegetales, composición, abundancia, distribución, especies indicadoras de determinados estatus ambientales, especies endémicas, rutas migratorias, áreas de alimentación, anidación o crianza, corredores biológicos, relaciones tróficas, nichos ecológicos, biocenosis, sucesiones, etc.

Lo anterior resulta fundamental para predecir los impactos sobre unidades funcionales, por ejemplo determinando el impacto potencial de la disminución del tamaño de una población del ecosistema y de su efecto en un **desbalance trofodinámico**, en la anulación de su capacidad natural de regeneración, en la creación de nuevos **nichos ecológicos**, etc.; ya que si bien, es posible que un proyecto no destruya completamente uno o algunos ecosistemas, ni anule sus interrelaciones; sí puede causar problemas de aislamiento o de fragmentación, lo cual podrá incrementar los índices de mortalidad, de desaparición de especies sensibles, de disminución de poblaciones de especies en estatus de protección (amenazada o en peligro de extinción), o degradación o destrucción de hábitats remanentes.

En este sentido, es fundamental que el promovente se asegure que su trabajo consideró las condiciones físicas y biológicas en el SA y AP, con la profundidad y en el tiempo necesario para que sus proyecciones consideren los procesos permanentes o estacionales, en el corto, mediano y largo plazo (Consultar anexo IV.4 y IV.6).

Especial análisis debe hacerse a los procesos más significativos de los ecosistemas presentes en el SA (**cadena trófica, productividad, trampa o sumidero de nutrientes, de carbono, nichos de producción**, etc.) que pudieran interaccionar o verse afectados por el desarrollo del proyecto en cualquiera de sus etapas. En el mismo sentido es fundamental identificar en el SA los

principales corredores biológicos, áreas de percha, de alimentación, reproducción o crianza para determinadas especies.

En este sentido, el diagnóstico ambiental, debe enfatizar el análisis sobre ecosistemas ambientalmente sensibles, esto es sobre aquellos componentes del SA y AP cuya estructura y función les caracteriza por su fragilidad o por la alta calidad de los servicios ambientales que ofrecen (por ejemplo, manglares, arrecifes coralinos, bosque de niebla, etc.) y que el proyecto pudiera afectar de manera directa o indirecta. En este caso, el análisis debe poner en evidencia indicadores del nivel de fragilidad, al menos de manera aproximada, para valorar el nivel de significancia que podrían alcanzar los impactos generados por el proyecto sobre ellos.

En el análisis de ambos componentes (flora y fauna), los listados de especies pueden incluirse como anexos, señalando específicamente para cada caso si su inclusión en el reporte deriva de haber sido identificadas en el trabajo de campo o si se incluyen porque estaban señaladas en algún documento especializado (señalar referencia bibliográfica completa).

IV.5.3 Fauna

Se requiere la presentación de una caracterización y análisis de la **estructura** (riqueza y abundancia) de las poblaciones terrestres, voladoras y/o acuáticas continentales y uso del hábitat, que describan el tipo de fauna y su distribución espacial y temporal (AP y cuando el tipo de especie lo requiera se deberá considerar el SA), determinando las fuentes que pudieran afectar las poblaciones, poniendo especial atención en aquellas especies incluidas en algún estatus de protección previsto en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas poblaciones de especies que, por sus características (lento desplazamiento, comportamiento de vuelo, especies endémicas, etc.) pueden ser más susceptibles de verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

Información requerida	Producto esperado	Herramienta sugerida
Registro diferenciado por grupo faunístico tomando en cuenta lo desarrollado en el anexo IV. 4, IV.6 y IV.7. Lo anterior por medio de la compilación de un listado de las especies identificadas.	Registro de especies identificadas en el AP y SA: a)Listado de aves b)Listado de mamíferos c)Listado de reptiles d)Listado de anfibios e)Listado de Lepidópteros (mariposa monarca)	Bases de datos disponibles y muestreo en campo

Identificación de especies bajo alguna categoría de protección o amenazadas.	Listado de especies en riesgo (enlistadas en NOM-059, CITIES, prioritarias, etc.), endémicas, residentes y migratorias.	
Se debe incluir una copia de las bases de datos de los muestreos.	Bases de datos de muestreo	

IV.5.4. Hábitat

En esta guía el término se orienta hacia el espacio físico en el que se encuentran especies bióticas con requerimientos ambientales similares. De acuerdo a la composición y estructura de las especies vegetales presentes en un sitio determinado, para la fauna, las condiciones del hábitat estarán dadas (microclima, disponibilidad de alimentos, disponibilidad de nutrientes, sitios de refugio, etc) (CONAFOR-PNUD, 2015).

Dentro de un ecosistema es posible encontrar distintos hábitats conformados por un gradiente con variación espacio-temporal. Para lo anterior, resulta fundamental:

1. Conocer las condiciones históricas del hábitat, identificando su variación natural.
2. Entender el dinamismo del hábitat, considerando su variación temporal.

En esta sección se requiere la integración de las caracterizaciones de flora y fauna, por medio de la identificación de hábitats (interacciones planta-animal), descripción del uso del hábitat, descripción del comportamiento de vuelo, identificación de especies indicadoras de hábitat e identificación de sitios de importancia.

Información requerida	Producto esperado	Herramienta sugerida
Identificación de las interacciones planta-ANIMAL	Interacciones planta-animal.	Bases de datos disponibles y muestreo en campo

<p>Descripción del uso del hábitat (forrajeo, descanso, tránsito, percha, anidación, reproducción, u otra actividad), por especies expresado en porcentaje.</p>	<p>Uso de hábitat (comportamiento).</p>	
<p>Para el caso de las especies voladoras, se deberá determinar el comportamiento de vuelo (altura, dirección y distancia), respecto a la ubicación potencial de los aerogeneradores, caminos, áreas auxiliares y en el perímetro del terreno (consulte anexo IV.4, IV.5 y IV.7).</p>	<p>Comportamiento de vuelo: especies vulnerables</p>	
<p>Determinación de especies indicadoras de hábitat.</p>	<p>Especies indicadoras de hábitat.</p>	
<p>Identificación georreferenciada de sitios de importancia para especies indicadoras</p>	<p>Sitios de importancia (por ejemplo, cuevas para murciélagos).</p>	

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN, EVALUACIÓN Y VINCULACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En esta sección se desarrollará la parte medular del estudio de impacto ambiental, deberán quedar identificados, caracterizados y ponderados los impactos que provoquen modificaciones o alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales, obstaculizando la existencia o desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos ecológicos, enfatizando en la necesidad de que sean determinados como relevantes o significativos.

De igual manera, se caracterizarán los diferentes tipo de impactos en; a) directos o indirectos (aquellos que producen una modificación del ambiente o la naturaleza, por la acción del hombre, sus obras o actividades, de manera directa o indirecta); b) *residuales* (aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación), *acumulativos* (aquellos que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente) y/o *sinérgicos* (aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente). Dichos tipos de impactos deberán ser caracterizados y evaluados relacionándolos con componentes ambientales identificados tanto en el Área del Proyecto (AP) y considerando que pueden producirse durante cada una de las diferentes fases o etapas el desarrollo del proyecto.

Al desarrollar este capítulo, el promovente debe recordar que **el análisis de los impactos ambientales debe basarse tanto en la determinación de las desviaciones de “línea base o cero”**, esto es, los impactos habrán de expresar la diferencia entre las condiciones ambientales actuales en el AP, y aquellas que se prevé ocurran, como consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto; así como en la visión del Sistema Ambiental (SA) aplicable, determinado como se describe en el capítulo anterior.

Una primera consideración para esta etapa de la evaluación de los impactos ambientales que potencialmente ocasiona el proyecto es que la incidencia sobre algún componente del SA, **tiene correlaciones a distintas escalas espacio-temporales** con otros componentes del mismo, ya

que es un sistema complejo y dinámico. Sin embargo, no se debe descartar la existencia de interacciones de tipo directo o lineal, es decir, aquellas en las que al incidir sobre un componente sus efectos se vean reflejados únicamente sobre el mismo

Existen varias metodologías que en el ámbito de la EIA se utilizan para abordar los impactos de una obra o actividad, todas relacionadas a la naturaleza misma del proyecto, sin embargo, todas las metodologías se caracterizan por abordar tres funciones analíticas: identificación, caracterización y evaluación. Por lo expuesto, el promovente debe asegurarse que en el ejercicio que reporte en la MIA-R quede evidencia clara de la consideración de estas tres funciones.

La metodología que se determine utilizar para evaluar los impactos, debe iniciar, por una parte, con la consideración del diagnóstico ambiental del AI y AP para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, analizando las interacciones que se producen entre ambos, se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del sistema ambiental. Es importante que el promovente **considere las diferentes metodologías existentes y con base en ellas, seleccione o diseñe** la metodología más adecuada al proyecto.

Al hablar de metodologías que pueden utilizarse en la integración de una MIA-R para proyectos eólicos, el promovente debe considerar que hay diferentes métodos para evaluar el impacto ambiental por lo que la selección o el diseño del que se vaya a emplear en la MIA-R, deben realizarse por su claridad, precisión y reproducibilidad. Es evidente que una misma metodología no es necesariamente la más adecuada para todos los tipos de proyectos y sitios, ya que inciden de diferente forma sobre los factores bióticos, abióticos y sociales identificadas al interior del SA. Por lo tanto, según la naturaleza, calidad y las características ambientales del área se propone el establecimiento del proyecto, la metodología de EIA podrá tener enfoques y alcances diferentes.

V.1 Identificación de impactos.

Al respecto, es importante considerar que las obras y actividades solicitadas para los proyectos de generación de energía eólica, son generalmente comunes a todos ellos, por lo que muchos de sus impactos ambientales predecibles sobre las comunidades vegetales, animales, hábitats o ecosistemas, son en gran parte coincidentes.

Esto ha permitido tener claramente identificados, caracterizados y valorados aquellos que son característicos para este tipo de proyectos; por lo cual es útil tener en cuenta información técnica y científica seria, disponible sobre dichos impactos, en la región, en el país y en otros países, para su comparación y determinación de aplicabilidad al caso específico; esto, **sin dejar de tomar en cuenta con toda la importancia debida, otros impactos bióticos y/o abióticos aplicables solo a las particularidades del proyecto.**

Entre los impactos genéricos identificados a nivel internacional que pudieran ser aplicables a proyectos eólicos, destacan los siguientes;

a) Directos:

-Alteraciones del tipo de uso del suelo relacionadas con la construcción

-Contaminación por partículas de polvos derivadas de la construcción

-Impacto paisajístico y acústico

-Alteración de hábitats

-Impacto sobre las trayectorias sobre la fauna voladora (colisiones, molestias, desplazamientos, efecto de barrera, entre otros).

b) Indirectos por elementos auxiliares: **aumento de la presión humana sobre los hábitats o ecosistemas;**

a) Acumulativos:

-Agrupamiento de parques sobre una misma ecorregión.

-Cambio en los patrones de viento locales y regionales

A partir de la experiencia generada a nivel internacional, se ha destacado la importancia benéfica de **conjuntar esfuerzos de proyectos eólicos localizados en una misma región natural homogénea, para realizar estudios estratégicos y sinérgicos colectivos que permitan una mejor caracterización y monitoreo de los impactos regionales.**

Para identificar los impactos ambientales de un proyecto deben desarrollarse tres acciones:

1. **Conocer el proyecto:** para ello, el capítulo II de la MIA-R, enfoca sus objetivos a recabar la información que permite identificar los componentes ambientales y las obras y/o actividades relacionados con el proyecto que podrán ocasionar impactos al ambiente.
2. **Contar con un Diagnóstico del AP:** en tal sentido, el capítulo IV ofrece esa información, y la aporta al ejercicio, con un análisis que posibilita disponer del significado ambiental de cada uno de los factores que pudieran ser afectados por las obras y/o actividades del proyecto.
3. **Determinar las interacciones entre proyecto y Sistema Ambiental:** Se desarrolla en una metodología que sigue tres líneas de trabajo paralelas, la primera que analiza el proyecto y que concluye con la identificación del mismo susceptibles de producir impactos; la segunda analiza los componentes del SA , en el contexto del AP para identificar la significancia de los impactos que potencialmente pueden ser generados por las acciones derivadas de las obras y/o actividades del proyecto; la tercera consiste en el análisis asociativo con la caracterización

hecha en el punto IV.2.3. Estas líneas se unen en este capítulo el cual tiene como objetivo específico la identificación, caracterización y evaluación de esos efectos potenciales mediante la identificación causa – efecto (componentes del proyecto = resultados en los factores del ambiente), utilizando para ello técnicas acordes a la complejidad del ejercicio.

Por lo expuesto la identificación de impactos ambientales es un ejercicio que valora cómo el proyecto se integra a su ambiente, de tal forma que el impacto ambiental de un proyecto se concreta en un valor que dimensiona la desviación de éste en su proceso de integración al SA.

Derivado de lo anterior, la identificación de las obras y/o actividades del proyecto deben ser concretas, para ello se recomienda que en este ejercicio se asegure que las mismas sean:

- a) Relevantes,**
- b) Excluyentes y no dependientes,**
- c) Objetivas,**
- d) Mensurables,**
- e) Ubicables,**
- f) Se determine el momento en el que se presentan.**

Además, la identificación de los factores del ambiente susceptibles de recibir impactos, identificados y caracterizados en el Capítulo IV, se debe considerar la complejidad del ambiente y su carácter de sistema, por lo que se sugiere, como una de las posibilidades, considerar cuidadosamente esos factores como se señala en el Anexo V.1. “Algunas consideraciones sobre los indicadores de impacto ambiental”.

De la misma forma que para el caso de las obras y/o actividades, se recomienda que los componentes y factores a considerar sean únicamente aquellos identificados como relevantes, esto es que ofrezcan información importante respecto al estado y el funcionamiento del ambiente. Su identificación puede complementarse con base en los siguientes criterios:

- a) Que sean **excluyentes**, es decir que no haya sobreposiciones ni redundancias entre ellos y que originen repeticiones en la identificación de los impactos,
- b) Que sean de **fácil identificación**, susceptibles de una delimitación clara y objetiva, tanto en gabinete como en el campo,
- c) Que sean **ubicables**, en puntos o zonas concretas del ambiente, y
- d) Que sean **mensurables**, esto es cuantificables, en la medida de lo posible. Algunos, como por ejemplo la calidad del agua son perfectamente medibles, pero otros, como los hábitats faunísticos no tienen el mismo nivel de concreción, sin embargo, si reúnen características que hacen viable su utilización.

Es recomendable que estos componentes y factores ambientales queden expresados en mapas temáticos georreferenciados y descritos en su magnitud, evolución, estado actual, etc.

La identificación de las relaciones causa – efecto, entre los **componentes relevantes** del proyecto y los **factores relevantes** del ambiente, puede desarrollarse a partir de la selección previa de cada uno de los componentes y factores; asimismo, debe recordarse que estas relaciones no son simples ya que es común que haya una cadena de efectos primarios, secundarios, inducidos, etc., que inician con el efecto de la acción de un componente determinado, posteriormente inciden en los seres vivos, en la infraestructura e incluso en la población humana, de ahí que el modelo que se utilice debe caracterizarse por el nivel de confiabilidad con que se identifiquen e interpreten los impactos.

Algunas técnicas para establecer las relaciones causa – efecto son:

- **Cuestionarios:** generales o concretos.
- **Escenarios comparados:** los cuales se sustentan en consideraciones de experiencias similares.
- **Consulta a grupos de expertos,** la cual considera la obtención de especialistas en el tema en evaluación.
- **Uso de modelos matriciales:** utilizan cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen los componentes del proyecto y sus acciones y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes que recibirán el efecto de los impactos. En las intersecciones de las casillas queda registrado el impacto potencial cuyo significado debe ser valorado posteriormente. Uno de los modelos más comúnmente empleado es la matriz de Leopold (1971) y la variante de la misma, genéricamente conocida como Matriz de Grandes Presas, sin embargo, existen varias otras variantes como las matrices cruzadas, las matrices de acción recíproca, las matrices escalonadas, etc.
- **Redes de relación causa efecto:** se trata de representación gráfica de las cadenas de relaciones continuas que se inician en el proyecto e inciden en el ambiente. Esta técnica se utiliza menos frecuentemente que las matrices, sin embargo, es muy útil para poner en evidencia la concatenación de efectos y sus interconexiones.
- **Sobreposición de cartas:** esta técnica se desarrolla utilizando las cartas temáticas del inventario ambiental, con escala uniforme, llevadas a un Sistema de Información Geográfica y es muy útil para identificar particularmente impactos de ocupación.

- **Modelación cualitativa:** se basan en la simulación de la dinámica de los sistemas que derivan de la información que ofrecen las matrices o las redes de interacción, desarrolladas a través de programas informáticos. Los modelos más comúnmente utilizados son el K-sim y el G-siim, el primero ofrece una simulación cualitativa en la cual, las relaciones causan efecto se expresan en términos positivos, negativos o neutros, además de aportar una cuantificación de los efectos de cada interacción, por su parte el modelo G-sim ofrece solo la simulación cualitativa de estos aspectos.

Es importante destacar que todas estas técnicas únicamente permiten identificar impactos al ambiente derivados de la relación causa – efecto, ninguna de ellas tiene alcances para “filtrar” por sí sola al conjunto de impactos y “aislar” o “tamizar” aquellos de carácter significativo.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Esta sección se constituye de las propuestas de medidas de prevención (conjunto de acciones que deberá realizar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente); de mitigación (conjunto de acciones que deberá realizar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas); de compensación (aportación del promovente para resarcir el impacto negativo ocasionado por la obra o actividad proyectada) y/o correctivas (disposiciones exigidas por la autoridad competente, encaminada a modificar actividades, operaciones o procesos, a fin de atenuar, disminuir o evitar el daño y deterioro ambiental); las cuales están orientadas a reducir la relevancia de los impactos ambientales adversos que el proyecto ocasionará potencialmente al ambiente, con énfasis en los relevantes y de éstos los residuales y acumulativos.

Es recomendable que la identificación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o correctivas de los impactos ambientales, se sustente en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer dichas medidas, a esto hay que agregar que en la mayoría de los casos las mismas solamente eliminan una parte de la alteración y, en muchos casos ni siquiera eso.

Por otra parte, los impactos pueden reducirse en gran medida con una planeación adecuada desde el enfoque ambiental y un cuidado especial durante la etapa de diseño e implementación mediante la incorporación de Buenas prácticas Internacionales como se sugiere en el capítulo II y Anexo II.1. Con las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o correctivas este aspecto es igualmente importante, puesto que su aplicabilidad va a depender de detalles del proyecto, tales como el grado de afectación de la vegetación, la alteración de las corrientes superficiales, la afectación de la estabilidad de las dunas, etc. El diseño no solo es importante como limitante para estas medidas, sino porque puede ayudar a disminuir considerablemente el costo de las mismas

Al respecto, es importante considerar que muchos de los impactos sobre las comunidades vegetales, animales, hábitats o ecosistemas, provocados por las obras y actividades solicitadas para los proyectos de generación de energía eólica, son comunes a todos ellos, por lo que muchas medidas de prevención y mitigación han sido ya implementadas y probadas en el ámbito internacional y resultan en buena medida coincidentes, lo que ha permitido tenerlas bien identificadas, caracterizadas y valoradas aquellas que son características para este tipo de proyectos.

Por ello, es útil tener en cuenta información técnica y/o científica seria, disponible sobre dichas medidas con aplicación actual en la región, en el país y en otros países, para su comparación y determinación de aplicabilidad al caso específico; **esto sin dejar de tomar en cuenta con toda**

la importancia debida, otras medidas de mitigación y/o compensaciones aplicables solo a las particularidades del proyecto.

Entre las medidas de mitigación genéricas identificadas a nivel internacional aplicables a proyectos eólicos (consultar anexo II.1 para mayor detalle), entre otras destacan los siguientes;

- a) **Análisis previo de la sensibilidad ambiental potencial** de la zona y del tamaño del proyecto.
- b) **Localización y/o diseño de la instalación**, considerando evitar al mayor grado posible sus impactos negativos sobre aves, murciélagos y mariposa monarca.
- a) **Identificación y cartografiado de los parques eólicos** autorizados y en procedimiento de evaluación de impacto ambiental cercanos.
- b) **Monitoreo a nivel poblacional durante el ciclo anual** de las especies de aves y murciélagos presentes en la zona y clasificación según su amenaza y grado de sensibilidad a los parques eólicos.
- c) Seguimiento del impacto en aves, murciélagos y otras especies de movimientos locales o migratorios en un porcentaje estadísticamente representativo de los aerogeneradores.
- d) Programas de evaluación ambiental estratégica compartida y programas de vigilancia ambiental regional conjunta.
- e) Evaluación de los impactos acumulativos con respecto a otros parques eólicos vinculados o cercanos al proyecto propuesto.
- f) Evaluación e identificación de los cambios en la fuerza y dirección de los vientos por la presencia de otros parques eólicos vinculados o cercanos al proyecto propuesto.
- g) Programas de evaluación de la condición del sistema hidrológico del SA

En este sentido y considerando los diferentes impactos ya reconocidos para proyectos eólicos (Anexo II.1), el promovente deberá presentar medidas de prevención, mitigación y compensación, que atiendan de manera puntual e integral los impactos identificados para el caso particular del proyecto. Por lo anterior, además de considerar las variables del proyecto, se debe vincular con otros proyectos eólicos en el SA o en la región.

Otro aspecto importante a considerar sobre las medidas es la escala espacial y temporal de su aplicación. Con respecto a la escala espacial es conveniente tener en cuenta que la mayoría de estas medidas tienen que ser aplicadas, no solo en el AP, sino también dentro del SA.

Por lo que se refiere al momento de su aplicación se considera que, en términos generales, es conveniente enfatizar en el principio precautorio enfocado al proyecto, es decir, que cuando exista peligro de daño grave o irreversible en el medio ambiente, la falta de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (CEPAL, 2001). Ejecutar las medidas de mitigación lo antes posible, puede evitar impactos secundarios no deseables.

El promovente deberá asegurar una identificación precisa, objetiva y viable de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o correctivas derivadas de los impactos ambientales identificadas por la ejecución del proyecto, mismas que deberán ser desglosadas por componente ambiental. El tipo de medida a ejecutar deberá contar con explicaciones claras sobre su mecanismo e índices de éxito esperados con base en fundamentos técnico-científicos o experiencias en el manejo de recursos naturales que sustenten su aplicación.

Se recomienda que el promovente haga mención de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección vertidas en la Evaluación de Impacto Social presentada ante la Secretaría de Energía siempre y cuando estas tengan un impacto socioeconómico de origen ambiental.

Para lograr lo anterior, el promovente elaborará un Programa de Manejo Ambiental (PMA) donde se identifiquen las estrategias³ y programen todas las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, mitigar, compensar y/o corregir los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto o del conjunto de proyectos en cada fase y etapa de su desarrollo, abarcando la de posible abandono incluyendo el desmantelamiento.

Debe haber una total y absoluta congruencia con los impactos ambientales identificados. El PMA deberá basarse en el concepto de mejora continua con el fin, no sólo de asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas, sino de mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

El PMA solo tiene sentido si se incluyen acciones georreferenciadas de monitoreo, que garanticen el cumplimiento de las medidas propuestas, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales en general y la identificación de interacciones potenciales entre el proyecto y el ambiente que no hayan sido

³ Estrategia: técnica y conjunto de actividades destinadas a conseguir un objetivo
CEPAL. 2001. El principio precautorio en el derecho y la política internacional. CEPAL-SERIE Recursos naturales e infraestructura.

identificadas originalmente y seguimiento de la relevancia ambiental de los cambios que el proyecto sufre durante su fase de desarrollo y su efecto que pudiera sufrir sobre cualquier componente ambiental.

Los elementos de las acciones de monitoreo deberán ser evaluados con respecto al costo, duración, ejecución, requerimientos de capacitación y confiabilidad bajo las condiciones locales. La función de monitoreo es garantizar que las medidas recomendadas en la MIA-R estén siendo incorporadas en la ejecución del proyecto. El PMA puede también identificar acciones adicionales paliativas que puedan ser requeridas una vez que los impactos reales del proyecto se manifiesten, el PMA representa una comprobación del manejo ambiental del proyecto y garantiza que el promovente cumpla con la totalidad de las medidas propuestas. También permite la retroalimentación que puede mejorar la predicción de impactos ambientales en el planeamiento de futuras modificaciones al proyecto.

El PMA, deberá estructurarse de lo general a lo particular, indicando el *Objetivo general* y las *Líneas estratégicas*, entendiéndose por líneas estratégicas la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo a su tipo, o bien a la medida, dicho programa deberá incluir al menos lo siguiente:

Objetivos y alcances esperados.

- a) Componente ambiental por etapa del proyecto, acciones y/o actividades a realizar, tipo de impacto ambiental esperado y medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección mediante las cuales se atenderán los impactos que se prevén por la realización del proyecto y momento de ejecución.
- b) Indicador de realización: Momento en el que se presente el impacto y los plazos en que se realizarán las acciones y las medidas para la atención de los impactos esperados por el proyecto, a través de un programa calendarizado.
- c) Indicador de efectos: Resultado que se espera obtener con la aplicación de la medida (eficiencia de la medida) a través del establecimiento de índices.
- d) Umbral de alerta: Punto a partir del cual debe entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad establecidos en el programa.
- e) Umbral inadmisible: Es el punto en el cual ya no se puede aplicar la medida.

- f) Calendario de comprobación: Frecuencia con que se corroborará la buena aplicación de la medida.
- g) Perfil del o los encargados de ejecutar la medida.
- h) Medidas de urgente aplicación: En caso de sobrepasar el umbral inadmisible.
- i) Estimación de los costos para atender todas y cada uno de los servicios que se necesitarán para la aplicación de las medidas.

ANEXO II.1. INCORPORACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS INTERNACIONALES AL DISEÑO y ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

II.1.1 Buenas Prácticas Internacionales (BPI)

En este apartado se compila un listado de algunos manuales de Buenas Prácticas Internacionales (BPI) referentes al desarrollo eólico, con la intención de que el promovente pueda incorporarlas al diseño del proyecto.

1. Lineamientos de Evaluación de Impacto Ambiental Sobre Murciélagos por Plantas de Energía Eólica en Latinoamérica y El Caribe de la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM), 2016. Disponible en: <http://www.relcomlatinoamerica.net/images/PDFs/RELCOMEolicasEIA.pdf>.
2. Guía de Buenas Prácticas para líneas de transmisión y de distribución de energía eléctrica para hábitats naturales críticos. BID, 2015. Disponible en: <https://www.kpesic.com/wp-content/uploads/2018/02/Gui%CC%81a-de-buenas-pra%CC%81cticas-para-li%CC%81neas-de-transmisi%CC%81n-y-de-distribucio%CC%81n-de-energi%CC%81a-ele%CC%81ctrica-para-ha%CC%81bitats-naturales-cri%CC%81ticos.pdf>
3. Guía de Buenas Prácticas: Un nuevo recurso para reconciliar el desarrollo de la energía eólica y los intereses ambientales y comunitarios de Intelligent Energy Europe. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/gpwind_good_practice_guide_gp_wind_en.pdf
4. Guía de Ambiente, Salud y Seguridad para Energía Eólica del Grupo del Banco Mundial. Disponible en: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/2c410700497a7933b04cf1ef20a40540/FINAL_Aug+2015_Wind+Energy_EHS+Guideline.pdf?MOD=AJPERES
5. La Energía Eólica y la Red Natura 2000 de Comisión de la Unión Europea. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms_es.pdf
6. California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development (2007). California Energy Commission (CEC) and California Department of Fish and Game.
7. Bats and Bat Habitats: Guidelines for Wind Power Projects (2011). Ontario Ministry of Natural Resources.
8. Good Practice Handbook on Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets (2013). International Finance Corporation (IFC),
9. Assessing the Cumulative Impact of Onshore Wind Energy Developments (2012). Scottish Natural Heritage (SNH).
10. Guía para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos Eólicos y de Líneas de Transmisión Eléctrica en Aves Silvestres y Murciélagos. Gobierno de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables

II.1.2 Recomendaciones para mitigar los impactos en quiropterafauna (murciélagos).

(Anexo elaborado con la colaboración de especialistas de la UNAM, UABC y UAT)

Dado que las estimaciones de mortalidad de murciélagos a causa de su interacción con las turbinas de los aerogeneradores van desde los 600,000 a los 800,000, tan sólo en Estados Unidos de América, existe la posibilidad que en los próximos 50 años las poblaciones de estos animales se reduzcan hasta un 90% (Frick et al., 2017). Por lo tanto, la incorporación de medidas de mitigación resulta fundamental para no aumentar el riesgo de extinción de especies de murciélagos en el futuro puesto que se espera que la industria eólica continúe en crecimiento.

1. Medidas de mitigación pre – operativas

A) Minimizar la fragmentación y alteración del hábitat.

Para lograr la mínima modificación del hábitat de los quirópteros, se sugiere lo siguiente:

1. Aprovechar en la medida posible los caminos existentes (NWCC, 2007).
2. Los caminos de acceso deben ubicarse de forma que sigan los contornos naturales de la topografía y minimizar los cortes en las laderas y el cruce de ríos (NWCC, 2007).
3. Evitar llevar a cabo actividades de construcción y mantenimiento durante la época reproductiva y si es posible, durante las migraciones (verano y otoño) (NWCC, 2007).
4. Evitar el uso de o degradación de áreas del hábitat importantes para la fauna (NWCC, 2007). Los estudios previos deben ser lo suficientemente detallados con mapas de los hábitats de las especies susceptibles (por ejemplo, áreas riparias) así como corredores que usan los murciélagos diariamente, por temporadas del año o a lo largo del año (California Energy Commission, 2007; NWCC, 2007). Estos mapas se deben utilizar para determinar la ubicación de los caminos, cercas y otros elementos de infraestructura para minimizar la modificación y fragmentación del hábitat.
5. Reducir el número de caminos y cercas (NWCC, 2007; Kelly, 2000; Sterner, 2002; Strickland et al., 2001a; US Fish and Wildlife Service, 2003).
6. Instalar los parques eólicos dentro de corredores ya modificados o cerca de éstos con el fin de minimizar la fragmentación y degradación del hábitat (NWCC, 2007).

B) Definir la mejor ubicación de los aerogeneradores.

Para tomar decisiones en cuanto a la ubicación de los aerogeneradores, los estudios previos deben ser lo suficientemente detallados para establecer los patrones normales de movimiento de los murciélagos. Esto es importante porque la colocación de aerogeneradores que separan a los murciélagos de sus sitios de percha, alimentación o refugio o que se encuentren en áreas de alto uso representa un riesgo potencial de colisión (California Energy Commission, 2007; NWCC, 2007).

Para una adecuada ubicación de los aerogeneradores se recomienda lo siguiente:

1. Evitar sitios bien conservados donde la instalación del parque eólico genere fragmentación del hábitat (Fish and Wildlife Service, 2003).
2. Evitar áreas con presencia de especies de animales y plantas protegidas (U.S. Fish and Wildlife Service, 2003).
3. Evitar ubicar los parques eólicos cerca de áreas de cría, descanso, invernada, rutas migratorias, refugios y cualquier otra área donde los murciélagos se concentran en gran número (US Fish and Wildlife Service, 2003).
4. Instalar los parques eólicos a una distancia de por lo menos 1 km de los refugios de los murciélagos. Esta distancia puede variar en cada caso dependiendo de las especies, el tamaño de los refugios y las rutas locales de vuelo (Lausen et al., 2008).
5. Colocar los aerogeneradores de forma paralela a la dirección principal de vuelo de la fauna (Hötker et al., 2006).
6. Ubicar los aerogeneradores en bloque, de forma que se dejan corredores que pueden ser usados de forma segura por las aves y los murciélagos (US Fish and Wildlife Service, 2003, en Hötker et al., 2006).
7. Evitar las áreas con alta cantidad de neblina y vapor de agua (NWCC, 2007).
8. Ubicar las turbinas en áreas abiertas y planas a una distancia de por lo menos 500 metros de los cuerpos de agua, hábitats riparios y bordes de los bosques (Lausen et al., 2008).
9. Evitar valles con ubicación norte – sur y corredores naturales (Fish and Wildlife Service, 2003).
10. Evadir sitios críticos (crestas de las montañas, humedales y bordes de los bosques) (Sterner, 2002) o usar más de 500 metros de estas áreas (Lausen et al., 2006).

C) Establecer zonas “buffer” para minimizar los riesgos de colisión

Si los estudios previos indican que el sitio propuesto representa un peligro para los murciélagos, se deben establecer zonas buffer de no – disturbio para proteger los refugios de los murciélagos, las áreas de alto uso o el hábitat de las especies que están en categorías de riesgo (California Energy Commission, 2007; NWCC, 2007).

Para las áreas riparias se recomienda colocar los aerogeneradores a una distancia mayor de 100 metros de éstas (California Energy Commission).

D) Utilizar infraestructura que minimice los impactos.

Se recomienda colocar los cables de las líneas de transmisión por debajo del suelo debido a que las turbinas con cables metálicos y líneas de transmisión por arriba del nivel suelo representan mayor riesgo de colisión, por lo que se recomienda enterrarlas cuando sea posible (Arnett, 2005; NWCC; 2007). Cuando esto no es posible se deben aislar con cable recubierto (NWCC, 2007). Una de las ventajas de las turbinas más nuevas es que generalmente no utilizan cables metálicos (Arnett, 2005).

E) Evitar proveer sitios de percha.

1. Emplear las torres de tipo tubular, en lugar de las torres de entramado o reticuladas u otros diseños que proveen de perchas. Además se debe evitar proveer sitios de percha en los nacenes de las turbinas (NWCC, 2007) y evitar usar estructuras con cuerdas de cable, ya que éstas son un riesgo, sobre todo si están iluminadas. Si es necesario su colocación, usar ahuyentadores.
2. Evitar elementos que puedan atraer a los murciélagos, como estanques o acantilados (Bach, 2003; Hoover, 2002; Sterner, 2002; US Fish and Wildlife Service, 2003).
3. Utilizar turbinas de diseños más actuales, ya que con éstas reduce el número de unidades requeridas por área (Arnett, 2005).

F) Reducir el hábitat artificial para los insectos.

Las áreas aledañas a las turbinas y los caminos que se modifican por la construcción actividades operativas pueden proveer de hábitat para algunos insectos, lo cual atrae a los murciélagos, poniéndolos en riesgo. Cuando se hace el diseño del sitio, se deben tomar en cuenta estos impactos y hacer recomendaciones en las actividades de construcción para minimizar las actividades que atraen a los insectos al sitio.

G) Evitar el uso de iluminación que atraiga a los murciélagos.

Algunos autores mencionan que cualquier fuente de luz puede atraer a los murciélagos hacia los aerogeneradores, debido a una mayor abundancia de insectos alrededor de éstos (California Energy Commission, 2007; NWCC, 2007). Con base en esto se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Usar luces destellantes con un periodo mínimo de encendido.
2. Mantener la iluminación al nivel mínimo solicitado para cubrir los requerimientos de seguridad.
3. Usar luces blancas con sensores que mantengan las luces apagadas cuando no se utilicen. Estas luces deben estar dirigidas de tal forma que se minimice la retrodispersión, la reflexión, la iluminación hacia el cielo y la iluminación de áreas fuera de las instalaciones.
4. Reducir o evitar el uso de luces de vapor de sodio.

H) Considerar el uso de dispositivos que ahuyenten a los murciélagos.

Como se mencionó anteriormente, los murciélagos se orientan, capturan a sus presas y evitan obstáculos mediante sonidos ultrasónicos. Por esta razón, la emisión de ultrasonidos a partir de las turbinas puede interrumpir o saturar la percepción de ecos y ahuyentar a los murciélagos (Spanjer, 2006). Spanjer (2006) utilizó un dispositivo que emite sonido blanco de banda ancha a frecuencias desde 12.5 a 112 kHz.

En el futuro, una medida de mitigación es la instalación de detectores acústicos directamente dentro de los nacelles de las turbinas y la programación del apagado de éstas cuando los niveles de actividad de los murciélagos superan los estimado (Weller y Baldwin, 2012).

Además de los dispositivos acústicos, se pueden usar dispositivos electromagnéticos que ahuyentan a los murciélagos (Kunz et al. 2007b; Nicholls y Racey, 2009).

2. Medidas de mitigación durante la operación

Una vez que un parque eólico está operando, las opciones para evitar o mitigar los impactos son limitadas. Por esta razón, el promovente debe plantear previamente un plan de contingencias para aplicarlo en caso de que se presenten mayores mortalidades de las esperadas (California Energy Commission, 2007).

Aunque las medidas son limitadas, existen algunas que incluyen cambios operativos y de infraestructura como las que se mencionan a continuación:

A) Reforestar caminos de acceso.

Se recomienda la reforestación con plantas nativas de los caminos de acceso que no están siendo usados después de la construcción (NWCC, 2007).

B) Realizar modificaciones al hábitat.

La finalidad de la modificación del hábitat es hacerlo menos atractivo para las especies en riesgo (California Energy Commision, 2007): cambiar el tipo o la extensión de la cobertura vegetal, sitios de percha o la cobertura para las especies presa (NWCC, 2007). Lo anterior bajo la asesoría de un experto.

C) Efectuar cambios estacionales en la velocidad de arranque de acuerdo a la velocidad del viento.

El aerogenerador típico entra en funcionamiento a una velocidad de viento de 3 m/s. A esta velocidad hay muchos insectos volando en el aire y por lo tanto muchos murciélagos alimentándose de ellos. Sin embargo, a una velocidad de viento de sólo 6 m/s, casi no hay insectos volando y por lo tanto los murciélagos están casi ausentes del medio aéreo. Modificar la velocidad

de arranque del funcionamiento de los aerogeneradores de 3 a 6 m/s, se reduce la mortalidad de los murciélagos en un 50-90% y representa cerca de 1% de pérdida de energía generada en un año (Arnett et al. 2011). Esta es la única medida de mitigación para murciélagos que ha sido probada en parques eólicos en funcionamiento (Weller y Baldwin, 2012), y es especialmente importante durante la temporada migratoria de primavera y otoño.

D) Efectuar cambios periódicos en el ángulo de las palas en noches de poco viento.

Esta medida se sugiere al considerar que las noches con vientos menores a 6 m/s es cuando mayor mortalidad de la quiropterofauna se presenta. Además, se sugiere limitar las operaciones durante noches de poco viento, en particular a finales del verano y otoño (Arnett et al., 2008).

E) Suspensión estacional de actividades

Esta medida consiste en apagar las turbinas durante los meses en los que hay mayor número de murciélagos volando en la zona (Sterner, 2002; US Fish and Wildlife Service, 2003; Horn et al., 2008).

F) Retiro o reubicación de las turbinas que generen altas mortalidades

Basándose en los monitoreos periódicos deberá considerarse la alternativa de reubicar aquellas turbinas que generen altas tasas de mortalidad (California Energy Commission, 2007; Arnett et al., 2008).

G) Reducir la iluminación.

Reducción de la iluminación o apagar las luces durante periodos de alto riesgo si existe mortalidad debido a la iluminación (NWCC, 2007).

H) Monitoreo del ruido.

Establecer de por lo menos un punto de medición de los niveles de sonido cerca de los nacelles de las turbinas, debido a la generación de sonidos ultrasónicos generados por el equipo electrónico.

3. Medidas de mitigación en la etapa de abandono

A) Desmantelar y retirar los aerogeneradores que no estén en funcionamiento.

La Comisión de Energía de California (2007) recomienda remover los aerogeneradores cuando ya no están funcionando, para que no representen un riesgo de colisión. Además, menciona que, como parte de la obtención de los permisos, los promotores deben establecer un plan que

describa las acciones que se van a llevar a cabo cuando algunas o todas las turbinas dejen de ser funcionales. Se debe mencionar con detalle cómo se van a desmantelar las turbinas y las estructuras asociadas.

4. Algunas medidas de Compensación sugeridas:

- Creación de áreas protegidas
- Mejorar la vigilancia y protección de refugios temporales y permanentes
- Colaborar con grupos académicos, universitarios y técnicos para la generación y utilización de información adquirida en el sitio con miras a mejores prácticas y eficiencia energética.
- Compartir la información entre grupos de trabajo, instituciones y grupos de trabajo en el sitio del proyecto.

Fuentes consultadas

- Arnett**, E.B., M.M.P. Huso, M.R. Schirmacher, J.P. Hayes. 2011. Changing wind turbine reduces at wind facilities. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9:209–214.
- Arnett**, E., B. Erickson, W. Fiedler, J. Hamilton, H. Henry, A. Jain, G. Johnson, J. Kerns, R. Koford, P. Nicholson, J. O'connell, D. Piorkowski, D. and D. Tankersley. 2008. Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72: 61-72.
- Arnett**, E. B., editor. 2005. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat mortality search protocols, patterns of mortality, and behavioral interactions with wind turbines. A fi nal report submitted to the Bats andWind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- Bach**, L., and U. Rahmel. 2004. Summary of wind turbine impacts on bats—assessment of a conflict. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7:245–252. [En Aleman].
- California Energy Commission** (CEC) and California Department of Fish and Game. 2007. California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development. California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Siting Division, and California Department of Fish and Game, Resources Management and Policy Division, California.
- Cryan**, P.M., and A.C. Brown. 2007. Migration of Bats Past a Remote Island Offers Clues toward the Problem of Bat Fatalities at Wind Turbines. *Biological Conservation* 139:1–11.
- Cryan**, P.M. 2011. Wind Turbines as Landscape Impediments to the Migratory Connectivity of Bats. *Environmental Law* 41: 355–370.
- Grodskey**, S., M. Behr, A. Gandler, D. Drake, B. Dieterle, R. Rudd y N. Walrath. 2011. Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy*, 92: 917–925.
- Higgins**, K.F, Osborn R.G., Naugle D.E. (2000). Efectos de las turbinas sobre las aves y los murciélagos en el suroeste de Minnesota (Estados Unidos). En: Lucas M, Janss G, Ferrer M (Ed.), *Aves y parques eólicos, valoración del riesgo y atenuantes* (pp. 163 – 186). Madrid
- Horn**, J.W., E.B. Arnett y T.H. Kunz. 2006. Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. *Journal of Wildlife Management*, 72(1):123–132
- Hötker**, H., K. Thomsen and H. Jeromin. 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy resources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Joseph M.** Szewczak, Arnett. 2005. Ultrasound emissions from wind turbines as a potential attractant to bats: a preliminary investigation. Humboldt State University Bat Conservation International.

Kunz, T., E. Arnett, W. Erickson, A. Hoar, G. Johnson, R. Larkin, M. Strickland, R. Thresher y M. Tuttle. 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers In Ecology and The Environment* 5: 315 – 324.

Kuvlesky, W.P., L.A. Brennan, M.L. Morrison, K.K. Boydston, B.M. Ballard, y F.C. Bryant. 2007. Wind Energy Development and Wildlife Conservation: Challenges and Opportunities. *Journal of Wildlife Management* 8: 2487–2498.

Lausen, C., Baerwald E., Gruver J., Barcklay R. (2008). Bats and Wind Turbines. Pre-siting and pre-construction survey protocols. En Vonhof M. (Ed.), *Handbook of Inventory Methods and Standard Protocols for Surveying Bats in Alberta* (Appendix 5 pp.1 – 13). Alberta: Alberta Sustainable Resource Development, Fish and Wildlife Division.

Morrison, M. L., K.C. Sinclair and C.L. Thelander. 2009. Protocolo de muestreo para estudiar la influencia de los parques eólicos sobre aves y otros animales. Pages 105 – 121 in M. Lucas and M. Ferrer, editors, *Aves y parques eólicos, valoración del riesgo y atenuantes*. Quercus. Madrid.

Nicholls, B. & Racey, P. A. (2009). The aversive effect of electromagnetic radiation on foraging bats-a possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. *PLoS ONE*, 4(7), e6246. doi:10.1371/journal.pone.0006246

Ontario Ministry of Natural Resources. 2011. Bats and bat habitats. Guidelines for Wind Power Projects.

Spanjer, G. R. (2006). Responses of the big brown bat, *Eptesicus fuscus*, to a proposed acoustic deterrent device in a lab setting. A report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative and the Maryland Department of Natural Resources. Austin: Bat Conservation International.

Sterner, D. (2002). A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Wind Turbines in California. Report by Ibis Environmental Inc. pp 57.

US FISH AND WILDLIFE SERVICE. (2003). Interim guidelines to avoid and minimize wildlife impacts from wind turbines. Washington: United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.

Weller, T.J., Baldwin, J.A. (2012). Using Echolocation Monitoring to Model Bat Occupancy and Inform Mitigations at Wind Energy Facilities. *The Wildlife Society. The Journal of Wildlife Management*, 76(3), 619–631.; doi: 10.1002/jwmg.260

ANEXO IV.2. FUENTES ABIERTAS DISPONIBLES DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

1. BASES DE DATOS BIÓTICOS

Descripción y caracterización de los componentes naturales del medio biótico del área de influencia del proyecto.

Bioma: <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/biomas.html>

- Terrestres
- Dulceacuícolas
- Marinos

Provincias biogeográficas: (1:4000 000)

http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/rbiog4mgw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&indent=no

Ecoregiones terrestres: (1:1000000)

<https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html>

http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/ecort08gw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&indent=no

Ecoregiones marinas:

<https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones1.html>

Provincias bióticas con base en criterios morfotectónicos (1:4000000)

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas (por ejemplo, corredores biológicos, ANP's

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Mapa de conectividad de los manglares.
- Corredores biológicos (límites y regionalización de los corredores)
- Distribución de proyectos
- ANP estatales, ejidales y privadas.

http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm

- ANP federales
- Zonificación primaria
- Regiones CONANP
- Conectividad y manejo integrado del paisaje
- Vacíos y omisiones de conservación
- Áreas naturales protegidas y humedales de importancia internacional (Ramsar)
- Áreas naturales protegidas y áreas destinadas voluntariamente a la conservación
- Regímenes de fuego
- Evaluación de la efectividad del manejo de las áreas naturales protegidas

1. Ecosistemas terrestres.

Flora: Caracterización florística (flora terrestre de hábitos arbóreos, arbustivos, epífitos y terrestres, registros de géneros florísticos)

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Distribución de los manglares en México
- Especies microendémicas
- Divisiones florísticas

http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm

- Bosques antiguos y árboles longevos
- Principales tipos de vegetación

Fauna terrestre: Caracterización (anfibios, reptiles, aves, mamíferos, entomofauna, registro de géneros de vertebrados)

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Distribución potencial y registros de presencia de:

- Anfibios
- Reptiles (provincias herpetofaunísticas)
- Aves
- Mamíferos (*GT033 “Inventario de los murciélagos de las regiones áridas y semiáridas de México y la elaboración de su catálogo de sonogramas” en bases de datos de CONABIO solicitar información servext@conabio.gob.mx*)
- Plantas
- Insectos
- Moluscos

<http://unibio.unam.mx/>

- Consulta de colecciones biológicas
- Acervo digital
- SIG

http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/mapas_serie.htm

- Ocurrencia de la Mariposa Monarca en México

2. Ecosistemas acuáticos (fitoplanctónica, zooplanctónica, bética, íctica y macrófitas acuáticas).

Tipos de ambientes

Ambientes continentales amenazados

Especies particularmente relevantes o críticas

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Cartografía de arrecifes
- Batimetría del ecosistema arrecifal
- Cobertura bentónica del ecosistema arrecifal
- Comunidad de pastos marinos

3. Servicios ecosistémicos

Áreas de alta provisión de servicios ecosistémicos

Análisis de la oferta de bienes ambientales y servicios ecosistémicos.

Actores sociales relacionados con los bienes y servicios ecosistémicos

Bienes y servicios ecosistémicos objeto de valoración económica.

Valoración económica del servicio ambiental regulación de gases atmosféricos.

4. Objetos de conservación (especies CITES, AMENAZADAS, ENDÉMICAS, ANP, RHP, AICAS.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Especies en riesgo y prioritarias
- Probablemente extinta silvestre
- En peligro de extinción
- Amenazadas
- Sujeta a protección especial
- Especies fuera de la NOM
- Regiones hidrológicas Prioritarias
- Regiones Marinas Prioritarias
- Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad
- Sitios prioritarios para la restauración
- Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad
- Sitios RAMSAR
- Agrobiodiversidad

En dónde obtener más información sobre bases de datos:

www.repsa.unam.mx (listado de especies, registros fotográficos)

www.biodiversidad.gob.mx

www.gbif.org GBIF (Global Biodiversity Information Facility) es una plataforma internacional soportada por muchos países, entre los cuales se encuentra México, que reúne datos biogeográficos de libre acceso y permite consultar los registros de presencia de numerosos taxones con el objetivo de hacer asequible esta información sobre la biodiversidad de manera gratuita.

www.eol.org Conocimiento taxonómico de especies

www.tolweb.org taxones y marco geográfico

www.oiseaux.net Distribución de aves (taxones y marco geográfico)

www.birds.cornell.edu Distribución de aves (taxones y marco geográfico)

ANEXO IV.4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE -MEDIO BIÓTICO- FAUNA AVES Y QUIRÓPTEROS

(Anexo modificado con la colaboración de especialistas de la UNAM y UABC)

Dada la posible afectación a la vida silvestre por las actividades que desarrollará el parque eólico, se deberá realizar un estudio preliminar para la descripción y caracterización biológica y ecológica de aves, quirópteros y su hábitat, así como otros grupos faunísticos con hábitos voladores (ej. Lepidópteros y odonatos.) que pudieran verse afectados por el desarrollo en el área del proyecto.

El promovente deberá realizar un listado de grupos faunísticos con hábitos voladores presentes en el área del proyecto y sistema ambiental regional, mediante un estudio preliminar sistemático. Deberá considerar técnicas de observación directa e indirecta para determinar riqueza, abundancia relativa, distribución, patrones espaciales y temporales de movimiento y de uso de hábitat. Los resultados de este estudio preliminar deben ser estadísticamente confiables para determinar el riesgo potencial que la operación del proyecto tendría sobre la fauna. El estudio deberá ser diseñado, supervisado y realizado por un especialista de cada grupo faunístico, quien definirá el esfuerzo de muestreo acorde con las metodologías incluidas en esta guía, tomando en cuenta el tamaño del área del proyecto considerando todos los tipos de vegetación presentes.

Los datos de este estudio deberán ser útiles para determinar la pertinencia o no de proceder con la construcción eoloeléctrica de acuerdo al riesgo que la instalación y operación del proyecto es para las aves y los murciélagos debido a colisiones u otros posibles efectos adversos. Se deberán considerar rutas migratorias, sitios de alimentación, anidación, reproducción, descanso y refugio en la región y en su caso, determinar las medidas específicas para evitar, prevenir, mitigar o minimizar los riesgos potenciales de afectación por colisiones con los aerogeneradores durante la operación del proyecto. Así mismo, la metodología y sitios de muestreo deberán ser los mismos durante la pre y post-construcción del desarrollo eólico.

Cuando exista información regional sobre aves y quirópteros, el estudio de referencia deberá hacer mención de ésta, sin detrimento de la cantidad y calidad de la información específica del sitio del proyecto.

En el estudio se deberán describir detalladamente las metodologías empleadas para el muestreo en campo y para el análisis de los datos obtenidos, indicando las referencias bibliográficas consultadas.

El estudio al que se refiere el párrafo anterior deberá contener al menos la siguiente información:

Hábitat:

Para el estudio del hábitat es importante considerar cubrir todos los tipos de hábitat presentes en el área del proyecto y el área adyacente inmediata e incluir las siguientes variables:

- Estado de conservación del sitio.
- Superficie de hábitat natural a remover o alterar.
- Vegetación y uso del suelo en el predio (en particular vegetación natural y sus escenarios de afectación).
- Características del terreno de interés para especies críticas en el predio y en área de influencia.
- Mapas de vegetación.
- Características topográficas.
- Atributos del hábitat de importancia para la fauna (cuerpos de agua, cañones, cuevas, minas, construcciones usadas como resguardo).
- Delimitación de caminos, ubicación de torres, etc.
- Condiciones climáticas (en particular neblina, fuerza y dirección de los vientos, frecuencia de heladas, granizadas, tormentas y otros fenómenos relevantes).
- Uso del hábitat por la fauna.
- Abundancia de depredadores.
- Interacciones de las especies silvestres con el hábitat (identificar sitios reproducción/anidación, migración y forrajeo)

Aves:

- Diversidad, abundancia y distribución de especies residentes y migratorias por estación y ciclo anual.
- Especies clasificadas por hábitos de alimentación y rol ecológico.
- Identificación de especies en categorías de riesgo, endémicas y prioritarias.
- Curva de acumulación de especies para determinar la eficiencia del muestreo.
- Comportamiento de vuelo (altura, tipo y dirección de vuelo).

Patrones de actividad y uso del hábitat: Identificación de zonas de alimentación, reproducción, y refugio y su variación temporal y espacial por temporada y ciclo anual.

Listado y descripción de concentraciones de aves migratorias en áreas de descanso, rapaces residentes, migratorias y limícolas.

Murciélagos:

- Diversidad, abundancia y distribución de especies residentes y migratorias por estación y ciclo anual.
- Especies clasificadas por gremio trófico.
- Identificación de especies en categorías de riesgo, endémicas y prioritarias.
- Curva de acumulación de especies para determinar la eficiencia del muestreo.
- Comportamiento de vuelo (altura y dirección de vuelo).
- Patrones de actividad y uso del hábitat: Identificación de zonas de alimentación, reproducción, y refugio y su variación temporal y espacial por temporada y ciclo anual.
- Identificación de áreas de desplazamiento: zonas riparias y cañones.
- Listado y descripción de concentraciones de aves migratorias en áreas de descanso, rapaces residentes, migratorias y limícolas.

Todas estas metodologías deben ser aplicadas en las temporadas de trabajo de campo anteriormente descritas: los dos eventos migratorios (primavera y otoño), la temporada de hibernación y la temporada reproductiva. Las temporadas migratorias dependen de la zona en el país y pueden extenderse de mediados de marzo a mediados de mayo (para primavera), y de mediados de septiembre a mediados de noviembre (para otoño). Estas fechas aplican para las especies de aves terrestres, pero en el caso de las especies acuáticas estas fechas son diferentes. Pueden empezar desde la segunda mitad de febrero y terminar a mediados de mayo (para primavera) y pueden empezar desde la segunda semana de agosto y terminar en octubre (para otoño). El muestreo para aves acuáticas se debe desarrollar cuando se encuentren grandes cuerpos de agua y zonas costeras en áreas de influencia.

En lo que respecta a la temporada de reproducción, ésta tiene un principio y una duración que varía dependiendo de la latitud geográfica y de los grupos taxonómicos presentes en cada región. Para las áreas del altiplano y el norte del país, la temporada de reproducción empieza a partir de fines de abril y mayo, alcanzando su pico en junio. Para la parte sur y sureste, la temporada

reproductiva empieza desde marzo y se puede prolongar hasta los meses de agosto y septiembre. Algunas especies pueden tener más de una temporada reproductiva o estar muy ligadas a condiciones climatológicas (por ejemplo, lluvia en zonas desérticas).

Otro periodo importante a considerar es la temporada de hibernación de las especies migratorias, la cual se puede centrar entre los meses de noviembre y febrero para realizar visitas y aplicar las metodologías escogidas.

Criterios de muestreo

1. Aves. Actividad diurna.

Se deberán seguir los métodos de censado de Ralph et al. (1996) utilizando al menos el método de transectos de distancia fija. El número de transectos se determinará con base en el tamaño del predio y en los resultados de riqueza y diversidad del muestreo previo a la selección y preparación del sitio.

Con estos datos se estimará la densidad relativa de individuos por especie en el área. Durante el muestreo se anotarán otros datos de interés (conducta reproductiva, de alimentación, dirección y altura aproximada de vuelo, etc.).

2. Conteo de aves rapaces, planeadoras y acuáticas (águilas, halcones, gavilanes y zopilotes garzas, playeros, patos, etc.) residentes y migratorias.

El método para el conteo de aves rapaces y acuáticas consistirá en observaciones directas en el predio del proyecto eoloeléctrico mediante puntos fijos de conteo. Las aves se identificarán con binoculares y/o telescopios y serán contadas de manera sistemática y anotadas en formatos de campo (hora, fecha, tipo de hábitat donde se observó, clave de la especie y número de individuos observados en los sitios de conteo).

Cada hora se tomarán los datos de dirección y velocidad del viento, porcentaje del cielo cubierto por nubes y tipo de nubes, temperatura ambiente y visibilidad en kilómetros, así como también el número de observadores y los minutos de observación durante la hora. Se pueden usar contadores manuales para facilitar el conteo y hacerlo lo más exacto posible. Se debe seguir la taxonomía y nomenclatura propuesta en la lista de verificación de la Unión Americana de Ornitólogos (AOU). Las observaciones se deben llevar a cabo durante al menos 8 horas diarias,

cubriendo el periodo comprendido entre las 9:00 y las 17:00 hrs. (las horas de mayor calor y cuando las aves, especialmente las más grandes, se empiezan a elevar), que abarca principalmente las horas de mayor actividad para las aves migratorias y residentes diurnas. Este periodo se podrá extender, en algunas ocasiones, dependiendo de la actividad de las aves, como puede ser el paso de aves migrando, búsqueda/salida de dormideros, entre otras posibilidades.

Esta metodología debe aplicarse, para el conteo de rapaces y residentes, utilizando los terrenos del proyecto. En adición a este método estándar de conteo se tomarán datos de uso del terreno, tanto por las especies migratorias como residentes,

Cada interacción debe ser registrada de manera independiente, tomando en cuenta la altura y dirección de vuelo. Para las aves residentes permanentes y las de invierno, esta información es de suma importancia ya que son las especies que más interacciones por individuo tendrán con los parques eólicos.

Se debe identificar un sitio central de observación o con un dominio ventajoso del polígono de estudio para colectar la información. Este punto debe permitir una clara visión del espacio aéreo de todo el sitio. De esta manera se cubren al menos los días pico de actividad durante las temporadas migratorias de las aves acuáticas y terrestres en otoño y primavera (siendo las primeras de manera general más tempranas que las terrestres), así como la actividad de las residentes y migratorias durante la temporada de hibernación y también la temporada de reproducción (varía según la zona del país).

La siguiente información deberá ser colectada:

- Fecha: Registrada como día/mes/año.
- Observador/es: Nombre completo de él o los observadores.
- Hora Inicio/Final: Hora de inicio y final de las observaciones.
- Estado del tiempo: Que incluya la dirección y velocidad del viento, porcentaje de cobertura del cielo, visibilidad, humedad y temperatura, tomadas cada hora.
- Especies: Registro de todas las especies observadas utilizando el espacio aéreo.
- No. de individuos: Número de individuos en cada observación. Por ejemplo, número de individuos en una parvada, incluyendo parvadas mixtas. Los individuos solitarios serán registrados como “1.”
- Hora: Los registros de individuos o parvadas serán realizados a intervalos de una hora, de igual manera que las condiciones climáticas mencionadas en el estado de tiempo.

- Área de observación: Con este punto se pretende señalar si los individuos observados están dentro o fuera del área de estudio.
- Altura: Las alturas de vuelo serán registradas de manera individual para cada avistamiento (grupo o individual). Para este punto será importante la experiencia de los observadores con las aves residentes y las migratorias.
- Dirección de vuelo: La dirección de vuelo será registrada con uno de ocho puntos cardinales (N, NE, E, SE, S, SW, W, y NW). Se define como la dirección a la que el ave se dirige.
- Comportamiento: En caso de que algunos individuos de cualquier especie realicen otra actividad que no sea la de vuelo migratorio o de paso por el sitio de estudio, se tomará nota de estas actividades, como podría ser: reproducción, forrajeo, , descanso al final del día y de manera preponderante el uso que hacen del hábitat, de ser posible debe registrarse edad y sexo de los individuos.

3. Aves y murciélagos. Actividad nocturna

3.1 Aves

3.2 Murciélagos:

Los monitoreos nocturnos se deben llevar a cabo por al menos un año, utilizando redes de nylon tipo niebla y detectores ultrasónicos. Adicionalmente se pueden realizar conteo de salidas y búsqueda de refugios, radares, cámaras infrarrojas, equipos de visión nocturna, cámaras térmicas y radiotelemetría.

El monitoreo nocturno deberá aportar datos sobre abundancia relativa de la fauna voladora nocturna, indicando el grupo animal al que pertenecen con base en tamaños, altura de vuelo, dirección de desplazamiento, horarios, días y condiciones climáticas de mayor actividad con especial énfasis en el interior de la zona de construcción y operación del proyecto. Estos datos se relacionarán con las condiciones climáticas presentes durante los muestreos, de la misma forma que los datos sobre actividad diurna.

Consideraciones técnicas (Modificado del Protocolo mínimo de evaluación pre y post-construcción de plantas de energía eólica de RELCOM, 2016):

- Radares, imágenes infrarrojas:

Se recomienda utilizar durante los picos de la época migratoria. Se puede complementar con monitoreo acústico. Los radares se pueden usar para visualizar a las aves o los murciélagos en un volumen grande en un radio de varios kilómetros, aunque no se puede distinguir entre estos grupos animales.

Para mayor información sobre las técnicas recomendadas para el estudio de los murciélagos, se puede consultar una matriz desarrollada por “Western Bat Working Group”, disponible en www.wbwg.org/survey_matrix.htm.

- Monitoreo acústico para el registro y grabación de los pases de murciélagos.

Este método es ampliamente utilizado debido a su costo relativamente bajo y a la posibilidad de utilizarlos a largo plazo (Weller y Baldwin, 2012).

Al realizar el monitoreo acústico se deben incluir los siguientes datos: fecha, hora, número de pases de murciélagos, pases totales, temperatura promedio por hora, velocidad del viento promedio por hora y precipitación por hora (Lausen et al., 2008). También se debe incluir información asociada a la colocación del detector, incluyendo la altura, orientación del micrófono, ubicación relativa dentro del área y una descripción breve del hábitat del área inmediata (Lausen et al., 2008).

Es importante considerar que este método no mide el número de individuos o la densidad de población, por lo que se puede complementar con otras herramientas como las redes de niebla (California Energy Commission, 2007; Arnett et al., 2007).

El protocolo estándar para la grabación de llamados acústicos incluye la operación de los detectores acústicos del atardecer al amanecer. Con este tipo de monitoreo se tiene la ventaja de registrar la actividad de los murciélagos durante una noche completa. Sin embargo, con los equipos más actualizados, es posible realizar grabaciones cada cierto tiempo, por ejemplo, diez minutos cada hora para disminuir el consumo de baterías de los detectores (Frick, 2013).

Para el monitoreo acústico se recomienda consultar a un biólogo experto en murciélagos con experiencia en el análisis acústico antes de determinar el esfuerzo necesario para colectar y analizar los datos acústicos.

Algunas observaciones:

- El número de grabadores ultrasónicos dependerá de la variación del hábitat y el área de estudio.
- Los detectores deberían ser colocados a múltiples alturas preferentemente a altura humana y a la altura más cercana de las góndolas de las torres a ser instaladas.

- Las grabaciones ultrasónicas deben ser realizadas cuando los murciélagos están activos: ½-hr antes del atardecer y hasta ½-hr después del amanecer.
- Realizar un muestreo de al menos dos noches de grabaciones ultrasónicas al mes durante el período de actividad de los murciélagos en la localidad en cuestión.
- Cuando no se conozcan los patrones de conducta de los murciélagos en un lugar en particular, las grabaciones ultrasónicas deben hacerse considerando el año completo, así como considerando cualquier variación estacional.
- Captura con redes de niebla

Considerar que el uso de redes de niebla es fundamental, pero no es suficiente. Es un método efectivo para reconocer las especies presentes en un sitio este método ayuda a reunir información adicional (edad, sexo y etapa reproductiva). Este tipo de información es relevante en los estudios previos si el objetivo es evaluar los impactos potenciales del proyecto en una población local de aves o murciélagos.

Las redes no son efectivas para evaluar el riesgo potencial de un parque eólico sobre aves o murciélagos. Muchas especies de murciélagos vuelan por encima de la altura de las redes cuya base se coloca al nivel del piso, por lo cual no pueden ser registrados por este método (Lausen et al. 2008). Las redes deben colocarse en noches sin viento o poco viento (lo cual es raro en los sitios con potencial eólico).

Este método debe complementarse con observación directa con binoculares (para el caso de aves) y con monitoreo acústico (para el caso de murciélagos) y, siempre que sea posible, con las tecnologías punta que surjan, tales como cámaras térmicas.

- Conteo de salidas/ Búsqueda de refugios de murciélagos

Hay especies de hábitos solitarios que pueden usar como refugio el follaje de árboles y arbustos o grietas de rocas; como también especies de murciélagos que viven en grandes colonias y que pueden usar cuevas o construcciones humanas en el área. Es importante rastrear los sitios.

Dentro de los estudios previos se debe incluir una evaluación para determinar si existen murciélagos que se refugian en minas, cuevas, puentes, edificios o si existen otros sitios que provean refugio cerca del sitio propuesto para el proyecto. Si se detectan refugios activos, el conteo de salidas y la búsqueda de los refugios pueden proveer información adicional del tamaño, composición de las especies y patrones de actividad de los murciélagos en el área. Mediante la búsqueda de refugios también se pueden documentar especies que son difíciles de detectar acústicamente o capturar con redes de niebla.

ANEXO IV.5. METODOLOGÍAS A UTILIZAR DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES EÓLICAS.

(Anexo modificado con la colaboración de especialistas de la UNAM y UABC)

Durante las etapas de construcción y operación de las instalaciones eólicas se deberá dar continuidad al monitoreo de aves y quirópteros, utilizando las mismas metodologías y sitios de muestreo que se emplearon durante la etapa de pre-. construcción, además de añadir los sitios referentes a los aerogeneradores:

I. Metodologías diurnas

1. Transecto de distancia fija

Misma metodología que para la etapa de preconstrucción y los resultados esperados deberán ser las mismas variables ecológicas que en el ANEXO IV.4. Esta metodología debe aplicarse al menos una vez por visita o un recorrido en cada transecto, cada dos semanas, durante el periodo de migración.

Por este medio se deberá obtener la densidad relativa, la temporalidad de algunas especies y el uso de hábitat que éstas tienen del mismo.

A través de este monitoreo y su comparación con la información presentada en el Informe Preventivo, es posible conocer cambios en la densidad y composición de las poblaciones de aves y murciélagos y así tomar las medidas correspondientes para no afectarlas gravemente.

2. Puntos fijos de observación

Misma metodología que para la etapa de preconstrucción y los resultados esperados deberán ser las mismas variables ecológicas que en el ANEXO IV.4.

3. Puntos de conteo

La metodología debe seguir a Ralph et al (1996) realizando puntos fijos de conteo a 100 y 300 metros (o un poco menos, según sea la distancia entre líneas de aerogeneradores) de distancia de los aerogeneradores durante 5 o 10 minutos para cada punto, de manera paralela a la o las líneas de aerogeneradores. Estos puntos, para cada aerogenerador, deben estar localizados en

el mismo tipo de hábitat y pueden escogerse según la disponibilidad de hábitat y el tamaño de las instalaciones eoloeléctricas, siendo algunas veces suficiente con 1 ó 2 aerogeneradores por tipo de hábitat, depende del tamaño de las instalaciones eólicas. Los puntos más distantes con respecto al aerogenerador es el punto de "control" y los puntos de conteo pueden encontrarse a ambos extremos de los aerogeneradores. El punto "control" puede usarse para dos líneas diferentes de aerogeneradores, y en este caso se puede encontrar a la mitad de las líneas. Esta metodología se debe llevar a cabo al menos una vez por pulso de muestreo.

4. Búsqueda de cadáveres de aves y murciélagos en la etapa de operación

Parte medular de los estudios durante la operación de las instalaciones eoloeléctricas es la búsqueda de cadáveres, con la cual se conocerán las especies más afectadas y los aerogeneradores potencialmente más peligrosos, así como los factores que provocan esta situación.

Además, el registro de la mortalidad permite determinar los siguientes aspectos:

- 1) Si las medidas para evitar, minimizar y mitigar los impactos fueron las adecuadas o se necesitan acciones correctivas o de compensación.
- 2) Si la mortalidad de aves y murciélagos es baja, media o alta en comparación con otros parques eólicos.

Esta parte del estudio se debe comenzar a implementar durante la fase de construcción, durante la prueba de los aerogeneradores o inmediatamente posterior a la construcción de las instalaciones.

Para evaluar la tasa de mortalidad será necesario:

- Determinar el número y la identidad de aves y murciélagos muertos (carcasas) en cada torre a evaluar.
- Estimar la tasa de remoción de carcasas por carroñeros y depredadores en el área.
- Estimar la velocidad de descomposición de carcasas bajo las condiciones locales de humedad y temperatura.
- Identificar las causas de mortalidad de las aves y los murciélagos por efecto directo de las torres.
- Determinar la tasa de mortalidad por fatalidades a nivel de watt (con el fin de estandarizar los reportes de mortalidad en todos los parques eólicos) torre y parque.

Consideraciones técnicas para búsqueda de cadáveres

La búsqueda de cadáveres se realizará a primera hora de la mañana para evitar que las especies carroñeras diurnas recojan los posibles cuerpos, además de algunos días en los que se pueden realizar observaciones focales (metodología opcional) para ver posibles tendencias y conocer si son afectadas las especies que cazan durante el día en el área. El área de búsqueda depende de la altura de las torres, pudiendo ser de 100 x 100 metros ó 75 x 75 metros (a cada lado de los aerogeneradores y en dirección norte-sur), teniendo como centro del área las torres y recorriendo este espacio a intervalos de 5 metros en línea recta (revisando 2.5 metros a cada lado).

Las torres serán escogidas al azar, dependiendo del tamaño de la instalación eoloeléctrica, número de aerogeneradores y de la accesibilidad en los alrededores de cada aerogenerador. El número de aerogeneradores muestreados debe ser estadísticamente significativo. También se debe revisar la base o zona abierta de cada aerogenerador, con la finalidad de buscar las especies afectadas, fuera de la porción que se realiza con fines estadísticos y estimaciones finales.

Los datos colectados sobre búsqueda de cadáveres deben ser estadísticamente robustos para poder **calcular el error de muestreo y estimar el número de cadáveres no hallados**.

Se deberá llevar un registro de colisiones que contenga, la siguiente información: número de colecta, fecha, hora, sitio de colecta (coordenadas), condiciones climáticas, especie, sexo, edad, tiempo aproximado desde la muerte y condición del cadáver (completo o desmembrado), presencia de larvas, descripción de lesiones si las presenta, distancia y dirección respecto al aerogenerador, número de aerogenerador más cercano, descripción de estructuras cercanas, persona que colectó el cadáver y fotografías del hallazgo.

Los cadáveres se colectan con guantes y son guardados en una hielera en bolsas de plástico y son etiquetados para posteriormente llevarlos a un laboratorio de patología y realizarles la necropsia y rayos X por parte de un especialista, con los permisos correspondientes. En los rayos X se busca la presencia de fracturas o lesiones asociadas a la colisión con aerogeneradores o lesiones pulmonares relacionadas con el barotrauma. En la necropsia se revisa el espécimen comenzando por una inspección externa y una revisión interna de todos los órganos, principalmente corazón, pulmones, cerebro e hígado en búsqueda de lesiones secundarias a colisión o barotrauma. Estos estudios complementarios son de suma importancia para determinar la causa de muerte de los especímenes y así obtener una estimación de la tasa de mortalidad más precisa.

Debido a la importancia de esta metodología de campo, los recorridos deben hacerse al menos 3 veces por semana durante todo el periodo de actividad previamente conocida para aves y murciélagos.

Consideraciones técnicas para estimar la tasa de remoción de carcásas por carroñeros y depredadores en el área

Con el fin de hacer una estimación más precisa de la mortalidad de aves y murciélagos, es necesario llevar a cabo un experimento para medir la eficiencia de búsqueda de cadáveres, el cual consiste en colocar cadáveres alrededor de cada turbina. Los buscadores examinarán el área alrededor de las turbinas y el número de cadáveres que encuentran es comparado con el número de cadáveres que se colocó.

Los recorridos para buscar cadáveres deben hacerse al menos 3 veces por semana, sin embargo, el intervalo de búsqueda de cadáveres debe ajustarse de acuerdo con el tiempo de permanencia de estos en el área de estudio. Debido a que la remoción de cadáveres por animales carroñeros es muy variable entre sitios (dependiendo de la cobertura vegetal, el terreno y la temporada), los experimentos de remoción se deben llevar a cabo en el parque eólico durante cada año de monitoreo.

Con este objetivo, se recomienda llevar a cabo un experimento de remoción de cadáveres, el cual consiste en colocar carcásas de murciélagos alrededor de las turbinas y monitorearlos cada 3 a 4 días, para esto se sugiere el uso de cámaras trampa. Este experimento se debe realizar a la par de la búsqueda de cadáveres, cubriendo las cuatro estaciones del año.

Los cadáveres deben colocarse en sitios seleccionados al azar ubicados dentro del área de búsqueda de cadáveres alrededor de las turbinas. La ubicación de los cadáveres se elegirá de tal forma que los cadáveres queden distribuidos dentro de un rango de distintos sustratos/hábitats y grados de visibilidad alrededor de las turbinas donde se realiza la búsqueda de cadáveres.

Para cada experimento se recomienda emplear cadáveres lo más frescos posibles y de diferentes tamaños, correspondientes a las especies que pueden estar presentes en el sitio del proyecto. Los cuerpos deben ser colocados en los sitios seleccionados antes de que oscurezca, usando guantes y botas para evitar impregnar olores. Los experimentos durarán hasta que los cadáveres sean removidos o se hayan descompuesto completamente (aproximadamente 15 días). Para evitar confusión con la mortalidad asociada con las turbinas, se recomienda colocar una marca discreta sobre los cadáveres del experimento (por ejemplo, una perforación en la oreja, ala o piel) con una identificación única que los identifique como cadáveres experimentales.

- Un examinador debe controlar las pruebas y colectar los cadáveres marcados al final de la prueba para determinar el número de cadáveres restantes o si algún cadáver fue consumido o removido por un animal carroñero.
- Las pruebas de eficiencia se deben aplicar a cada uno de las personas o equipos involucrados en la búsqueda de cadáveres y no deben ser notificados cuando están siendo evaluados.

- Se debe emplear un mínimo de 10 cadáveres por temporada por buscador en todos los niveles de visibilidad dados por la densidad de la vegetación.
- Los cadáveres para la prueba deben ser usados solamente para un período de búsqueda.

5. Focales

Esta metodología es complementaria a los puntos fijos de observación, los puntos de conteo, transectos fijos y búsqueda de cadáveres, que son las cuatro metodologías primarias. Su utilidad es la de conocer el comportamiento de las aves con la presencia de los aerogeneradores y sus posibles reacciones con respecto a éstas.

Esta metodología consiste en observar durante períodos de tiempo, algunas torres designadas al azar y registrar las reacciones de las aves cuando se acercan a ellos o a algunas líneas de éstos. El espacio puede ser dividido verticalmente en tres regiones: debajo de los álabes, dentro del rango de los álabes y por arriba de éstos, registrando los movimientos y reacciones de las aves. Para este fin se puede crear un formato, el cual facilitará la colecta de los datos.

Este trabajo se debe llevar a cabo durante todos los pulsos que se lleven a cabo.

II. Metodologías nocturnas

Para la realización del monitoreo nocturno se deberá utilizar al menos dos métodos complementarios:

- Radar
- Cámaras infrarrojas
- Registros sonoros o monitoreo acústico
- Equipos de visión nocturna
- Observación directa (captura con redes de niebla)
- Conteo de salidas/búsqueda de refugios
- Cámaras térmicas
- Radiotelemetría

De la misma manera en que se muestreó en la etapa de selección y preparación del sitio (anexo A)

Temporadas de Trabajo:

Los monitoreos a los que se refiere este anexo **deberán contemplar por lo menos cuatro muestreos estadísticamente representativos, que abarquen un ciclo anual en la vida de las aves y murciélagos**, que incluyan los eventos reproductivos y migratorios.

Estos pulsos de muestreo deberán contemplar, en todos los casos, los ciclos completos de actividad diurna y nocturna (incluyendo el amanecer y el crepúsculo). Cada pulso tendrá una duración tal que los datos recabados sean estadísticamente representativos de acuerdo al área del proyecto y su área de influencia. Los pulsos de primavera y otoño deberán coincidir con los picos de actividad migratoria de aves. Todo esto con el fin de dar seguimiento y continuidad a los estudios previos (anexo IV.4).

Para mayor comprensión y aplicación de los métodos, se recomienda revisar:

- Lineamientos de Evaluación de Impacto Ambiental Sobre Murciélagos por Plantas de Energía Eólica en Latinoamérica y El Caribe de la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM), 2016.
- Kunz, TH y Parsons, S. (2011) Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Johns Hopkins University Press. Segunda Edición.

Bibliografía

Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, PSW– GTR–159, Pacific Southwest Research Station, Forest Services, U.S. Department of Agriculture, Albany, California

Alcalde J.T. (2003). Impacto de los Parques Eólicos sobre las poblaciones de murciélagos (Informe Núm. 3). Madrid: Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos.

California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Siting Division, and California Department of Fish and Game, Resources Management and Policy Division, California.

Ontario Ministry of Natural Resources. 2011. Bats and bat habitats. Guidelines for Wind Power Projects.

ANEXO IV.6 CRITERIOS MÍNIMOS ESPERADOS EN LA CARACTERIZACIÓN BIÓTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL

En este anexo se sugiere que la autoridad enliste los criterios mínimos esperados en la caracterización biótica del SA. A continuación, se muestran algunos ejemplos.

FLORA

1. Inventario florístico
2. Índices de diversidad
3. Especies en la Nom-059-SEMARNAT-2010, CITES y especies de lento crecimiento o endémicas que requieran un plan de rescate, protección y/o reubicación
4. Especies exóticas vs Nativas (para que sea utilizado ser usado como un indicador ecológico)
5. Cobertura. Cobertura de una especie dada expresada como una proporción de la cobertura total de todas las especies. Se debe estimar mediante software especializado o en su defecto, explicitar y justificar la metodología empleada.
6. Riqueza. A partir del uso de datos de las observaciones, en programas especializados que generen curvas de acumulación de especies con intervalos de confianza del 95%. En su defecto, explicitar y justificar la metodología empleada.

7. Abundancia relativa. Número de Individuos observados por parcela, transecto o cuadrante según la metodología seleccionada.
8. Densidad. Número de Individuos de una especie dada como proporción del número total de Individuos de todas las especies. Se debe determinar por especie, explicitando la metodología empleada para su determinación.
9. Frecuencia. Proporción de la suma de las frecuencias de todas las especies. Se debe determinar por especie, explicitando la metodología empleada para su determinación.
10. Valor de Importancia. Estimación general de la influencia o importancia de una especie de planta en la comunidad.

FAUNA

1. Inventario faunístico donde se indique riqueza, abundancia, estacionalidad de la especie.
2. Especies en la Nom-059-SEMARNAT-2010, CITES y especies de lento crecimiento o endémicas que requieran un plan de rescate, protección y/o reubicación
3. Especies exóticas vs nativas (para que ser usado como un indicador ecológico)
4. Diversidad. Indicar el índice de diversidad de Shannon y equitatividad (1948; H' y J') mediante software especializado o en su defecto, explicitar la metodología empleada para su determinación.
5. Abundancia relativa. Número de Individuos observados por transecto (1km) o punto de conteo, según sea el caso. También número de individuos capturados por especie por esfuerzo de muestreo (horas/trampa) y número de detecciones (vocalizaciones) por minuto.
6. Densidad. Valores medios de densidad por especie expresados en individuos/km². Utilizando como referencia el área total de estudio, se debe estimar el número de individuos asociados al área de influencia y área de proyecto. Para reptiles, aves y mamíferos, únicamente especies con menos de 50 registros. Lo anterior mediante software especializado o en su defecto, explicitar la metodología empleada para su determinación.
7. Valor de importancia Estimación general de la influencia o importancia de una especie en la comunidad. Sus valores varían de 0 a 300%. Se debe estimar mediante software especializado o en su defecto, explicitar la metodología empleada para su determinación.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ámbito: espacio incluido dentro de ciertos límites.

Alcance: (Scoping): fase siguiente al Sondeo (*screening*) en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA): “Esta regionalización [...] fue convocada por asociaciones científicas de ornitólogos, el Cipamex y BirdLife International, los cuales, por medio del Programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves establecido en 1996, han promovido la formación en todo el mundo de una red de sitios importantes para el mantenimiento a largo plazo de poblaciones de aves.

Área de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (AICOM): aquellas áreas que cubren una superficie suficiente para que poblaciones de una o varias especies de murciélagos desarrollen sus procesos vitales de manera que se garantice su permanencia en el tiempo.

Área Natural protegida (ANP): La LGEEPA, en su art. 3 párrafo II establece que las Áreas naturales protegidas son “Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas, restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley” (Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2011)

Área del Proyecto (AP): es el espacio físico en el que se pretende construir la infraestructura prevista y en donde se desarrollarán las obras, actividades y procesos que lo componen; en ella incidirán o serán observados de manera directa los efectos ambientales adversos o benéficos del mismo. La propiedad o posesión de esta superficie normalmente pertenece a la persona física o moral promovente del proyecto.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

Ecosistema estratégico: es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

Ecosistemas ambientalmente sensibles: son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Especies amensales: en una relación entre dos especies, aquella que se inhibe mientras la otra no se afecta.

Especies comensales: se trata de aquellas especies que se benefician a costa de otra sin causarle ningún daño ni afectar a esta.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Evaluación ambiental regional: es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

Homeostasis: es la capacidad de autorregulación y ajuste que tiene el ecosistema para mantener su estructura a lo largo del tiempo y representa el potencial para reaccionar ante influencias externas.

Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

Impacto ambiental: modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- la tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede autodepurar un río o un lago).

Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Impactos socioeconómicos: Potenciales afectaciones en las dinámicas sociales que existen al interior del Sistema Ambiental Regional (SAR) derivadas de los impactos ambientales del proyecto.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

Programa de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

Sistema ambiental: Es la poligonal envolvente georreferenciada que integra, mediante su sobreposición, las cartografías finales del Área del Proyecto (AP) y de su área de influencia biótica y abiótica, pudiendo extenderse si es el caso fuera de la propiedad o posesión hasta al límite de unidades naturales o ecosistémicas involucradas, zonas determinadas en instrumentos de política ambiental, o zonas con presencia de poblaciones, de actividades productivas, de vías de comunicación y/o de otros proyectos. Su delimitación toma en cuenta los procesos ambientales significativos aplicables al caso, así como la interacción que tendrá con ellos el proyecto propuesto en escalas espacio-temporales.

Sitios de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (SICOM): se diferencian de las AICOM en que son lugares más pequeños y puntuales. Presentan poblaciones de murciélagos de interés para la conservación; pueden ser cuevas, cuerpos de agua, sitios de forrajeo importantes (parques u otros) o construcciones antrópicas (casas, puentes, túneles, minas abandonadas, etc.). Se debe promover su protección, cuidado, acondicionamiento y manejo.

Sondeo (Screening): fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA (POR TEMA)

Diagnóstico ambiental e indicadores de calidad ambiental

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coords). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

González, M.F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México.

Halfter, G. J. Soberon, P. Koleff & A. Melic (Eds). 2005. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. M3m-Monografías 3cer Milenio, vol. 4. Sociedad Entomológica Aragonesa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Grupo Diversitas-México y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México.

Jørgensen E.S., R. Costanza y Fu-Liu Xu. 2005. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. Taylor & Francis Group. New York. EUA.

N.R.C. 2005. Valuing Ecosystem Services, toward better environmental decision-making. National Research Council of the National Academies. Washington, D.C. EUA.

Rzedowski, J. y L. Huerta M. 1986. Vegetación de México. Ed. Limusa. México.

Indicadores de impacto ambiental:

Cocklin, C, Parker, S, y Hay, J., 1992. *Notes on Cumulative Environmental Change II: a Contribution to Methodology*, Journal of Environmental Management, 35: 51-67.

Comisión Europea, 2000. Hacia un Perfil de la Sostenibilidad Local, Indicadores Comunes Europeos, Informe Técnico, Comisión de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

Comisión Europea, 1999. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts, as Well as Impact Interactions, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas.

Conesa Fernández.- Vitora Vicente, 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.- Tercera Edición, Madrid.

Council on Environmental Quality, 1997. Considering Cumulative Effects, Executive Office of the President of the United States, January

David Swain, 2002. Measuring Progress: Community Indicators and the Quality Of Life, DPA, Jacksonville Community Council Inc, Florida, USA.

Environmental Protection Agency, 2003. EPA's Draft Report on the Environment 2003. Office on Environmental Information and the Office of Research and Development. EPA-206-R.02-006. Washington, D.C.

Escribano, M.M., M. de Frutos, E. Iglesias, C. Mataix e I. Torrecilla, 1987. *El Paisaje. Unidades Temáticas Ambientales de la DGMA*. MOPU. Madrid.

Espinoza, Guillermo, 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental, Banco Interamericano De Desarrollo – BID, Centro de Estudios Para El Desarrollo – CED. Santiago de Chile.

Final Report on the *Study on the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts, as well as Impact Interactions within the Environmental Impact Assessment (EIA) Process*, Volume 2: Research Study and Findings. NE80328/D3/2. May 1999.

Gómez Orea, Domingo, 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.- Ediciones Mundi-prensa.- Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.

Hartmut Bocel, 1999. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications, International Institute for Sustainable Development (IISD). Canadá.

IES de Vilanova de Arousa, 1998. *Impacto ambiental del turismo en el Parque de Carreirón y zona de influencia* (Illa de Arousa y Vilanova de Arousa), España.

Jackson, E.L., J.C.Kurtz and W.S. Fisher (Eds)., 2000. Evaluation Guidelines for Ecological Indicators. EPA/620/R-99/005. US-EPA / ORD. Washington, D.C.

Lammers,P.E.M. and A.J. Gilbert (Eds)., 1999.Towards Environmental Pressure Indicators for the EU: Indicator Definition. European Comission/EUROSTAT.

Lawrence, D.P., 1994. *Cumulative Effects Assessment at the Project Level*, Impact Assessment, 12: 253-273.

PNUMA-ORPLAC, 2003. Primer taller regional de variables e indicadores ambientales dentro del marco de la Iniciativa Latino Americana y Caribeña (ILAC). San José, Costa Rica 26-27 de agosto del 2003. <http://www.pnuma.org/reunion%20indicadores/index.htm>

Salazar, Giraldo Juan P., 1999. Indicadores para Evaluación y Seguimiento Ambiental, Universidad Jorge Tadeo Lozano. España

Segnestam, L., 1999. Environmental Performance Indicators. A second edition note. Environment Department Papers. Paper No. 71. Environmentally and Socially Sustainable Development. The World Bank Environment Department..

SEMARNAT, 2000. Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental. Reporte 2000. INE-DGGIEA. México.

UN, Working *List of Indicators of Sustainable Development: Driving Force, State and Response Indicators*, United Nations. <http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/english/worklist.htm>

Métodos de evaluación de impacto ambiental:

Aguilar, Grethel y; Gabriela Hernández, 2002. Serie sobre Evaluación de Impacto Ambiental: EIA en Centroamérica No. 3, 1^a ed. San José, C.R.: UICN. Oficina Regional para Meso América.

Arce, R. y Guillón, N., 2002. *The Application of Strategic Environmental Assessment to Sustainability Assessment of Infrastructure Development*, Environmental Impact Assessment Review, 20: 393-402.

Banco Mundial, 1999. Environmental Assessment, OP 4.01, The World Bank, Washington D.C.

Banco Interamericano de Desarrollo, 1997. *Evaluación ambiental para el sector transporte: Guía para la gestión de estudios y programas de mitigación ambiental*, Banco Interamericano de Desarrollo.

Bowers Marrito, B. 1997. Environmental Impact Assessment, a practical guide. McGraw-Hill. EUA.

Burdge, R. J., 1995. A Community Guide to Social Impact Assessment, Social Ecology Press, , Middleton, Wisconsin, USA.

Canter, Larry W., 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto, McGraw-Hill, Madrid.

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, 2000 .La sociedad Civil, El Sector Privado y El Estado ante la Evaluación del Impacto Ambiental, CESPEDES, Centro Mexicano de Derecho Ambiental AC, Unión de Grupos Ambientalistas IAP, México.

Conesa Fernández.- Vitora Vicente, 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.- Ediciones Mundi-Prensa.- Tercera Edición, Madrid.

Department of the Environment, 1996. Preparation of Environmental Statements for Planning Projects that Require Environmental Impact Assessment, A good Practice Guide HMSO, London, UK.

Estevan Bolea M. Teresa, 1989. *Evaluación de Impacto Ambiental*. 2^a Ed. España. Ed. Mapfre, S.A.

Gómez Orea, Domingo, 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.- Ediciones Mundi-prensa.- Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.

Institute of Environmental Assessment and Landscape Institute, 1995. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment, Chapman and Hall, London, UK.

Institute of Environmental Assessment, 1995. Guidelines for Baseline Ecological Assessment, E & F.N. Sponsors, London, UK.

Instituto Nacional de Ecología, 2000. La Evaluación del Impacto Ambiental: Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000, México, SEMARNAP, INE, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

Lawrence, P.D. 2003. Environmental Impact Assessment, practical solutions to recurrent problems. Wiley-Interscience. EUA.

Leopold L.B., F.E. Clark., B.B. Hanshaw y J.R. Balsley, 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. U.S. Geological Survey. Circular # 645. Department of the Interior. Washington, D.C.

Martín Cantarino, C, 1999. El Estudio de Impacto Ambiental, Textos Docentes, Universidad de Alicante, Alicante, España.

Modak, P. and A. K. Biswas. 1999. Conducting Environmental Impact Assessment for Developing Countries. United Nations. University Press. New York, EUA.

Morris, O. and R. Terrible (eds). 2004. Methods of environmental impact assessment. Second Edition. Spon Press, Taylor & Francis Group. New York, EUA.

Subsecretaría de Energía. Argentina. Marzo 1990. Manual de gestión ambiental de centrales térmicas convencionales para generación de energía eléctrica. http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/manuales_gestion_ambiental/Centrales%20Termicas.doc

Turner, T., 1998. Landscape Planning and Environmental Impact Design, Díaz de Santos.

Evaluación ambiental estratégica:

Brown, A. L, and R. Therivel, 2000. *Principles to guide strategic environmental assessment methodology*, Impact Assessment and Project Appraisal, 18(3), September, pages 183–190.

Comisión Europea, 1998. Manual sobre Evaluación de Ambiental de Planes de Desarrollo Regional y Programas de los Fondos Estructurales de la UE. Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas, Bélgica.

Comisión Europea, 2001. SEA and the Integration of the Environment into Strategic Decision-making, Comisión de las Comunidades Europeas.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2001. Guía para la Aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica, Dirección Ejecutiva, Departamento de Operaciones, Subdepartamento de Evaluación de Impacto Ambiental, CONAMA, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, Diciembre.

CSIR y DEAT, 2000. Strategic Environmental Assessment in South Africa, Guideline Document, Department of Environmental Affairs and Tourism, Pretoria.

European Commission, 2001. Guidance on EIA Scoping, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

European Union, Wuppertal Institute, and seven European institutions, ANSEA New Concepts in Strategic Environmental Assessment: Towards Better Decision-Making, Madrid, España, February 2002.

Goodland, Robert & Gus Tillman, 1996. *Evaluación Ambiental Estratégica*, PRISMA, Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente, No. 19, Septiembre-Octubre.

Jiliberto, R and M Álvarez-Arenas (Eds.), 2000. Evaluación Ambiental Estratégica de Políticas, Planes y Programas (TAU Group, Madrid).

Jiliberto, Rodrigo, 2002. *Decisional Environment Values as the Object of Analysis for Strategic Environmental Assessment*, Impact Assessment and Project Appraisal, Volume 20, number 1, March 2002, pages 000–000, Beech Tree Publishing, 10 Watford Close, Guildford, , UK.

Organization for Economic Cooperation and Development, 2000. Strategic Environmental Assessment, European Conference of Ministers of Transport, Paris.

Oñate, J, Pereira, Suárez, Rodríguez y Chacón, 2002. Evaluación Ambiental Estratégica, Ediciones Mundi Prensa, Madrid,

Partidario, M.R, y Clark, R, 1999. Perspectives on Strategic Environmental Assessment, Lewis Publishers, New York.

Petts, J (Ed.), 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment, Volume I, Blackwell Science, London.

Sadler, B, and Verhee, R., 1996. *Strategic Environmental Assessment: Status, Challenges and Future Directions*, No. 53, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague, Netherlands.

Therivel, R, y Partidario, M.R., 1996. The Practice of Strategic Environmental Assessment, Earthscan, London.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2002. Evaluación Ambiental Estratégica: Capacitación para Centroamérica, Unión Mundial para la Naturaleza. Oficina Regional para Meso América; Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, San José, Costa Rica.

Volver Kleinschmidt and D. Wagner. 1998. Strategic Environmental Assessment in Europe, fourth european workshop on environmental impact assessment. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Weston, J., 1997. Planning and Environmental Impact Assessment in Practice, Ed Joe Weston, New York.

Consulta pública y participación ciudadana:

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (1996). Manual de Participación Pública de la RCRA.

Burguete S. Leopoldo, 2003. "Desarrollo Sustentable y Participación Social", Calidad Ambiental, Vol. VIII, No. 3, Mayo/Junio, 2003, pp. 14-19.

Comisión Europea, *Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se Establecen medidas para la Participación del Pùblico en la Elaboración de Determinados Planes y Programas Relacionados con el Medio Ambiente*, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas, 2000.

CONAMA, 2002. Participación Ciudadana Temprana en el Marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: Guía para Titulares de Proyecto de Inversión, Santiago, Chile.

Connor, Desmond M., 1997. Participación Pública: Un Manual. Cómo prevenir y resolver los conflictos públicos. Connor Development Services Ltd. Victoria, BC. Canadá.

Espinosa, G., X. Abogabir y O. Salazar, 1998. Instrumentos de Gestión Ambiental y Participación ciudadana. Casa de la Paz, Stgo., Chile.

García Batís María Luisa, 2000. *La Incorporación Gradual de la Participación Ciudadana en el Proceso de Planeación, Carta Económica Regional N° 73*, Universidad de Guadalajara, Julio–Septiembre del 2000.

IFC, 1998. Public participation: good practice manual. IFC, Washington DC, EE.UU.

Interorganizational Committee on Guidelines and principles, 1994. *Guidelines and Principles for Social Impact Assessment. Journal of Impact Assessment*, Volume 12, verano. 1994.

Rabel Burdge y Frank Vanclay, 1995 "Social Impact Assessment". En "Environmental and Social Impact Assessment". John Wiley and Sons. England; Sutherland Shire Council (1997) "Quantifying Social Impact Assessment".

Roberts, Richard, 1995 "Public Involvement; from consultation to participation". En "Environmental and Social Impact Assessment". F. Vanclay y D.A. Bronstein (eds). International Association of Impact Assessment. John Wiley and Sons. Londres.

Sabatini, Francisco, Claudia Sepúlveda y Pablo Villarroel, 1996. "Cinco dilemas sobre conflictos ambientales y participación ciudadana" En: Revista Ambiente y Desarrollo, Vol XII, N°1, marzo de 1996. Cipma, Santiago.

Seoanez Calvo, M., 1997. El Medio Ambiente en la Opinión Pública, Ed. Mundi-Prensa, México D.F.

Vanclay. F y D. Bronstein, 1995. Environmental and Social Impact Assessment. Wiley, Inglaterra.

World Bank, 1996. The World Bank Participation Sourcebook the International Bank, Washington D.C.

Wright R., Albert, 1997. "Participation, ownership, and sustainable development", en: Merilee Grindle, 1997. *Getting good government. Capacity building in the public sector of developing countries*. Harvard Institute for International Development.