



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.

**“Estudio de monitoreo de Av  en el predio del  
proyecto “Parque Eólico Istmeño”**



**Coordinador del Proyecto:  
Dr. Rafael Villegas Patraca**

**Marzo 2011**



<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Objetivo General.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Área de estudio.....</b>	<b>8</b>
<b>5. Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1. Fase de gabinete .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2. Capturas de Murciélagos .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3. Detección ultra-acústica de murciélagos.....</b>	<b>12</b>
<b>6. Resultados .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1. Análisis general .....</b>	<b>14</b>
6.1.1. Riqueza de Especies .....	14
6.1.1.1. Registro de especies por método.....	16
6.1.2. Gremios alimenticios .....	23
6.1.3. Especies Listadas en la NOM -059 SEMARNAT y IUCN-CITES.....	24
<b>6.2. Santa María del Mar (Barra Sur) .....</b>	<b>24</b>
6.2.1. Captura de Murciélagos.....	24
6.2.2. Detección ultra-acústica .....	25
<b>6.3. Predio El Espinal .....</b>	<b>27</b>
6.3.1. Captura de Murciélagos.....	27
6.3.2. Detección ultrasónica .....	28
<b>7. Discusión.....</b>	<b>30</b>
<b>8. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>36</b>
<b>9. Literatura citada y consultada .....</b>	<b>41</b>



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LOS TRES PREDIOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO PARQUE ISTMEÑO, EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA. ....	8
FIGURA 2. NÚMERO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS REGISTRADAS EN LOS DOS PREDIOS POR MEDIO DE LOS DOS MÉTODOS IMPLEMENTADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO DURANTE EL PERIODO DE VERANO 2010 A INVIERNO 2011.....	16
FIGURA 3. NÚMERO DE INDIVIDUOS CAPTURADOS EN LOS PREDIOS POR ESTACIÓN DEL AÑO. ....	19
FIGURA 4. ESPECIES Y NÚMERO DE PASES REGISTRADOS DURANTE LAS SESIONES DE GRABACIÓN REALIZADAS EN EL AÑO 2010 PARA LOS DOS PREDIOS EN DONDE SE CONSTRUIRÁ EL PARQUE EÓLICO ISTMEÑO.....	22
FIGURA 5. GREMIOS ALIMENTICIOS DE LA QUIRÓPTERO FAUNA ENCONTRADA EN LOS PREDIOS DURANTE VERANO 2010-INVIERNO 2011. ....	24

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. ESPECIES DE MURCIÉLAGOS REPORTADAS EN LOS TRES PREDIOS DE VERANO 2010 A INVIERNO 2011. ....	14
CUADRO 2. NÚMERO DE NOCHES DE REDEO Y ESFUERZO DE MUESTREO PARA CADA PREDIO POR ESTACIÓN. ....	17
CUADRO 3. PRESENCIA-AUSENCIA DE LAS ESPECIES CAPTURADAS EN LOS PREDIOS DURANTE EL VERANO-OTOÑO 2010-INVIERNO 2011. ....	18
CUADRO 4. NÚMERO DE HORAS GRABADAS Y NÚMERO DE SESIONES POR PREDIO Y POR ESTACIÓN. ...	20
CUADRO 5. ESPECIES DE MURCIÉLAGOS DETECTADOS DURANTE LAS GRABACIONES. SE PRESENTA INFORMACIÓN SOBRE SUS ALTURAS DE VUELO Y EL RANGO DE LAS FRECUENCIAS A LAS CUALES EMITE CADA UNA DE LAS ESPECIES. ....	20
CUADRO 6. LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS ACÚSTICAMENTE CON SU TIPO DE ACTIVIDAD. ....	23
CUADRO 7. ESPECIES REGISTRADAS ACÚSTICAMENTE EN LA BARRA SUR, SE MUESTRA INFORMACIÓN DE FRECUENCIAS (KHZ) A LA QUE EMITEN LOS SONIDOS DE ECOLOCACIÓN. ....	26
CUADRO 8. INDIVIDUOS REGISTRADOS POR TEMPORADA.....	27
CUADRO 9. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESTADO REPRODUCTIVO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL ESPINAL.....	28
CUADRO 10. ESPECIES REGISTRADAS ACÚSTICAMENTE EN EL ESPINAL, SE MUESTRA INFORMACIÓN DE FRECUENCIAS (KHZ) A LA QUE EMITEN LOS SONIDOS DE ECOLOCACIÓN. ....	29

## 1. Introducción

La empresa Energía Alternativa Istmeña, S. de R.L. de C.V., en seguimiento al proyecto de construcción y operación dos parques eólicos, en dos predios, ubicados en los municipios de Juchitán de Zaragoza y El Espinal; y como parte del compromiso de mantener el equilibrio ambiental dentro del entorno en el cual se insertará el proyecto; se elaboró el presente estudio monitoreo de murciélagos.

La región del Istmo de Tehuantepec es considerada como una de las regiones en México con mayor potencial para la generación de energía eléctrica utilizando la fuerza del viento. Debido a la disponibilidad, calidad y constancia de sus vientos, se ha estado promoviendo un proyecto regional para aprovechar este recurso de manera sustentable. Se tiene proyectado un corredor eólico con la meta de generar cerca de 5000 MW para lograrlo diversas empresas tanto nacionales como extranjeras han invertido en la construcción de parques eólicos dentro del Istmo de Tehuantepec, entre los que se encuentra el presente proyecto.

Actualmente se encuentran operando en la región del Istmo de Tehuantepec tres parques eólicos, a parte de la Central Eólica (CE) La Venta II, con más de 300 aerogeneradores instalados que han transformado el paisaje istmeño. Lo anterior ha causado preocupación con respecto al impacto ambiental que este tipo de desarrollos ocasiona, principalmente sobre las poblaciones de murciélagos y aves.

Para el caso de los murciélagos, la información existente data de las décadas de los setentas y ochentas cuando surgió la preocupación por el impacto

que pudieran ocasionar los parques eólicos debido al riesgo de colisión de las aves. Desde entonces, se incrementó el número de estudios que incluyeron el monitoreo de este tipo de interacción donde se consideró la colisión de éstos como el principal aspecto negativo en el proceso de generación de energía eólica. Hasta entonces los murciélagos no formaban parte de este grupo vulnerable y por lo tanto tampoco eran considerados dentro de los programas de monitoreo, sin embargo, en la actualidad se sabe que los murciélagos se ven afectados de manera similar a las aves por este tipo de infraestructura.

En este contexto la autoridad ambiental a través de la DGIRA-SEMARNAT, mediante resolutive S.G.P.A./DGIRA/DG.0588.10 emitido el 3 de febrero del 2010, estableció como condicionante para la realización del Proyecto; realizar un estudio de monitoreo de murciélagos de por lo menos un ciclo anual, previo a la construcción, con el fin de que la información obtenida sirva de línea base específica para las condiciones de los sitios del proyecto. Por lo anterior el presente estudio se realiza en cumplimiento a la condicionante 3 inciso a) del resolutive antes citado y está orientado a conocer la biodiversidad de murciélagos presentes en los sitios y su comportamiento; previo a la construcción del proyecto. En este sentido, y considerando que el Instituto de Ecología, A.C. (“INECOL A.C.”), ha venido realizando en la zona estudios de cobertura regional sobre los patrones de comportamiento de murciélagos, Energía Alternativa Istmeña S. de R. L. de C.V. (EAI) contrató al INECOL A.C., para la elaboración de dicho estudio. Los resultados obtenidos formarán parte integral del Programa de Seguimiento de



INSTITUTO DE  
ECOLOGÍA, A.C.

---

Calidad Ambiental para la fase de construcción y operativa de la instalación del  
parque eólico.

## 2. Antecedentes

En las últimas dos décadas comenzó a crecer la preocupación entre los grupos conservacionista y científico en los Estados Unidos sobre el número de colisiones de murciélagos que se estaban presentando (AWEA y ABC 2004), debido a que los estudios indicaron un número de colisiones igual y en algunos casos superior al de las aves (Osborn et al 1996; Johnson et al 2000). Los reportes de muertes de murciélagos asociados a la colisión con las aspas de los aerogeneradores van desde números relativamente bajos hasta cifras considerablemente altas, cuyas estimaciones superan el millar de muertes de murciélagos por año para ese país (Arnett et al 2007).

Estudios realizados en diversos sitios dentro de Estados Unidos como California (Howell y Didonato 1991), y Bufalo Ridge, Minnesota (Johnson et al 2003a) mostraron un incremento de cadáveres de murciélagos, de acuerdo al desarrollo y operación del parque eólico. En el parque eólico de Bufalo Ridge los resultados de los monitoreos post construcción mostraron que hubo un incremento en el número de cadáveres en la medida que se pusieron en marcha las etapas del proyecto (cada etapa representaba la instalación de más aerogeneradores) llegando a sumar 184 individuos, pertenecientes a seis especies (Fiedler 2004) entre ellas especies migratorias.

Para México, la región del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca, donde se desarrollará a gran escala la generación de energía eólica, los primeros estudios para describir la comunidad de murciélagos, se han realizado en las

áreas donde la Comisión Federal de Electricidad (CFE) actualmente opera la CE La Venta II y en los sitios en donde se tiene planeado establecer centrales eólicas, los estudios han consistido en la verificación de listados de especies con distribución potencial mediante recorridos en campo y muestreos, para comprobar su presencia en éstas áreas (INECOL–CFE 2003, 2007, 2008).

En lo que respecta a colisiones de murciélagos con aerogeneradores, hasta el momento solo existen referencias de la CE La Venta II, ubicada en el ejido La Venta, municipio de Juchitán, Oaxaca. Desafortunadamente no se tiene acceso a los informes de los monitoreos de los otros dos parques que están operando en la región. 

Para el caso de las centrales eólicas a establecerse en los predios de El Espinal y Santa María del Mar el primer antecedente lo constituyen los resultados que se obtuvieron con la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional (MIA-R), en la cual se realizó el registro, entre otras cosas, de las especies de fauna que se distribuyen por los predios, incluyendo a los murciélagos. Cabe recordar que para el caso de los murciélagos no existe un estudio previo, durante un ciclo anual, como sí lo hay para el caso de las aves, que a partir del año 2007 se implementó un monitoreo anual para describir el ensamble de especies de aves, sus patrones de abundancia y una primera descripción del fenómeno migratorio que se presenta dentro de estos predios.



En este sentido, este documento representa el primer estudio sobre murciélagos que se realiza formalmente en los predios de Juchitán de Zaragoza y El Espinal, donde Energía Alternativa Istmeña pretende instalar parques eólicos.

### 3. Objetivos

#### 3.1. Objetivo General

Conocer el estado actual de la quiróptero fauna tanto migratoria como residente presente en los predios de El Espinal y Santa María del Mar, con especial énfasis en los aspectos biológicos, ecológicos y conductuales durante un ciclo anual. Lo anterior para poder evaluar los posibles impactos y riesgos de colisión de murciélagos por la construcción y operación del proyecto y determinar las medidas de mitigación que se instrumentarán para atenuar los riesgos e impactos ambientales potenciales durante la fase de construcción y operación del parque.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Determinar los patrones de distribución y abundancia de los murciélagos en los predios del proyecto y generar una línea base para su monitoreo a corto, mediano y largo plazo.
- Identificar las situaciones que representen alto riesgo de colisión para los murciélagos con las estructuras a instalar en los predios de las centrales eólicas.
- Identificar las especies que se encuentren incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la legislación mexicana y tratados internacionales de protección de flora y fauna silvestre.
- Realizar un análisis sobre las especies más sensibles a la instalación de una central eólica y proponer medidas de mitigación que reduzcan riesgos para los murciélagos.

#### 4. Área de estudio

El área de estudio se encuentra conformada por dos predios ubicados en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. El predio El Espinal perteneciente al municipio con el mismo nombre; y **Santa María del Mar** perteneciente al municipio de Juchitán de Zaragoza (Figura 1).

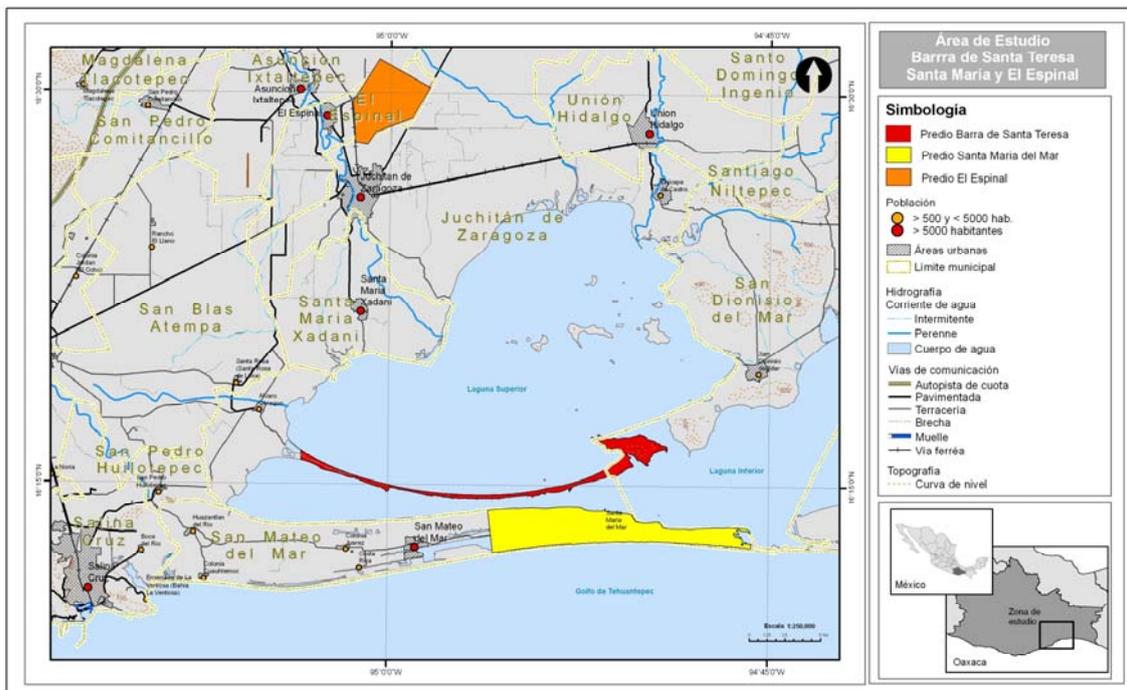


Figura 1. Ubicación de los tres predios que conforman el proyecto Parque Istmeño, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

## **Descripción ambiental de los predios**

### *Predio El Espinal*

El predio El Espinal ha sufrido un fuerte proceso de transformación del hábitat. Actualmente el mayor porcentaje de su superficie ha sido transformada en área de cultivo y pastizal y solo quedan pequeños remanentes de bosque tropical caducifolio y bosque espinoso. La ganadería que se practica es extensiva y se distribuye en todo el predio. Los remanentes de vegetación que aún se localizan están fuertemente afectados por el ramoneo de las vacas por lo que su estructura y composición se ve fuertemente afectada por esta actividad productiva. Aún con esto, los remanentes aún conservan una estructura que sirve a los murciélagos como fuentes de refugio y alimento.

### **Santa María de Mar**

Santa María del Mar, se encuentra en una estrecha franja de tierra que constituye una barra que divide el Golfo de Tehuantepec y por tanto el Océano Pacífico, de la Laguna Inferior. Los tipos de vegetación que se han descrito para esta barra son: bosque espinoso, manglar, vegetación acuática y semi acuática y palmar. Sin embargo, lo que actualmente predomina son los pastizales que se utilizan para la cría de ganado. De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en la barra viven un total de 862 habitantes.

## 5. Métodos

### 5.1. Fase de gabinete

#### Búsqueda de bibliografía

Para describir la comunidad de murciélagos que se distribuye por los sitios donde se instalarán los parques eólicos, se buscó en la literatura información sobre los murciélagos de Oaxaca, principalmente de los que se distribuyen por la región del Istmo de Tehuantepec. Se preparó un listado de las especies de murciélagos con distribución potencial en el área de estudio (Anexo I). Además de la distribución de cada especie se recopiló información relevante, desde el punto de vista del proyecto, como gremio alimenticio, patrón reproductivo, tamaño poblacional y alturas de vuelo.

### 5.2. Capturas de Murciélagos

Para describir a la comunidad de murciélagos que se distribuyen en cada predio se realizaron visitas por temporada (verano, otoño e invierno) y se calculó el esfuerzo de captura considerando los metros de red que se desplegaron en cada visita por el número de horas que las redes permanecieron abiertas (Medellín 1993). Se realizó el mismo esfuerzo de muestreo en cada uno de los sitios seleccionados para el muestreo con la finalidad de hacer comparaciones entre ellos.

Los murciélagos se capturaron con redes de niebla de 33 mm de apertura de malla, 2.5 m de alto y 12.0 m de largo. Las redes se abrieron 15 minutos antes del anochecer y permanecieron abiertas entre 4 y 6 horas.

Las redes fueron estratégicamente colocadas en sitios de paso para los murciélagos como son las veredas creadas por el movimiento continuo del ganado, bordes de vegetación, arroyos y pequeños espacios abiertos dentro de los remanentes de vegetación. En total en cada evento de redeo se colocaron 10 redes y estas fueron revisadas cada 20 minutos. A cada murciélago capturado se le identificó, en la medida de lo posible, a nivel de especie y para lo cual se emplearon las claves de identificación de Medellín et al. (2008) y Ticul Álvarez et al (1999). Además, se registró la siguiente información: hora de captura, sexo, edad (juvenil, subadulto o adulto) y estado reproductivo (para machos si presentaban los testículos en posición abdominal o escrotal y en hembras si estaban inactivas, preñadas o lactando). Se les tomaron algunas medidas morfométricas como el antebrazo y el peso. Posteriormente los murciélagos fueron liberados en el mismo sitio de su captura.

Al inicio de cada evento de captura se registraron parámetros meteorológicos con la ayuda de un anemómetro manual marca Skipemate como son: la temperatura, la velocidad y la dirección del viento.

### 5.3. Detección ultra-acústica de murciélagos

Para complementar la descripción de la comunidad de murciélagos presente en cada uno de los sitios potenciales se implementó el método de detección ultra-acústica, el cual se utiliza principalmente para detectar especies de murciélagos insectívoros que debido a sus conductas de vuelo (por arriba del dosel) son difíciles de capturar por medio de las redes. La información generada con este método permite realizar una descripción detallada de los murciélagos que utilizan el espacio aéreo de los predios. Además complementa la información que se genera con la aplicación del método de capturas por medio de redes de niebla.

El método consistió en la realización de sesiones de grabación ultra-acústica. Para el caso del predio de El Espinal, se utilizó la red de caminos vecinales para realizar los transectos de grabación. Las sesiones de grabación en El Espinal se realizaron utilizando un vehículo, mientras que en la Barra de Santa María del Mar las sesiones de grabación se realizaron a mediante recorridos. (Ver Anexo II y Anexo IV)

En los dos predios se utilizó el sistema de detección ultra-sónica de expansión de tiempo, que permite el muestreo puntual de secuencias breves mediante un convertidor digital/analógico de alta velocidad. Las secuencias se reprodujeron después a menor velocidad para poder registrarlas en el equipo de audio. Aunque este sistema no permite la grabación continua ni en tiempo real, registra la señal original con una mayor fidelidad; lo cual proporciona mayor nivel

de resolución en el análisis posterior (Parsons *et al.* 2000). Este sistema resulta más recomendable que el de otros sistemas de división de frecuencias e incluso es mejor que el método de Heterodino (Fenton *et al* 2001) 

Se empleó un detector de ultra-sonidos U-30  (Ultra Sound Advine) conectado a una tarjeta digitalizadora (DAQCars6062e, de National Instruments), la cual opera a una velocidad de muestreo de 333 khz. Mediante el programa Recorder V2.97 (Avisoft) se registró la grabación en formato digital en el disco duro de una computadora portátil (Dell Latitud 2530).

En los sitios de grabación se registró la temperatura, la velocidad y la dirección del viento utilizando un anemómetro portátil marca Skymaster.

Las grabaciones que se obtuvieron durante los muestreos, se analizaron con el programa BatSound Pro v.3.3 (Pettersson Elektronik AB), este programa permite identificar las señales acústicas a nivel de especie de acuerdo a los criterios de determinación existentes en la literatura. Para lo anterior se eligió como unidad de rastreo 1 seg de grabación, de esta manera por cada minuto de grabación se revisaron 60 pantallas en búsqueda de pulsos con sus respectivos armónicos. Una vez detectado un pulso se le registró la frecuencia inicial (FI), la frecuencia final (FF), el intervalo (I), la duración (T) y la forma del pulso que permitieron determinar la especie o grupo de especies a la que pertenecieron los pulsos 

## 6. Resultados

### 6.1. Análisis general

#### 6.1.1. Riqueza de Especies

Se realizaron tres salidas de campo en las estaciones de verano y otoño 2010 e invierno 2011 en los predios: Santa María del Mar y Espinal.

Mediante la aplicación de los métodos de detección ultrasónica y captura directa con redes de niebla se obtuvo una riqueza total para los tres predios de 14 especies agrupadas en 10 géneros y cinco familias (Cuadro 1), que representa el 21,53% de las especies reportadas para el Istmo de Tehuantepec (65) del 16,09% de la quiróptero-fauna del estado de Oaxaca (84).

Se encontró además un grupo fonético perteneciente a *Lasiurus ega-intermedius* y un registro a nivel de género: *Myotis sp.*

**Cuadro 1. Especies de murciélagos reportadas en los tres predios de verano 2010 a invierno 2011.**

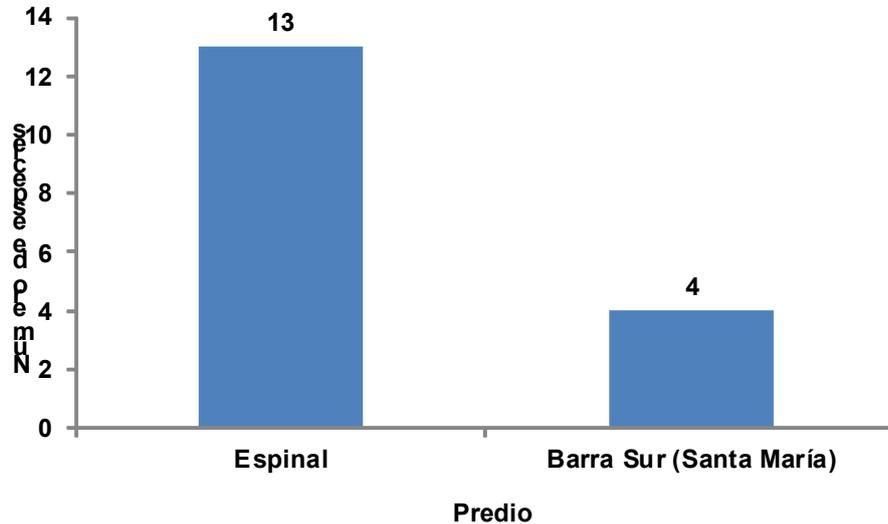
Familia	Especie	Método	Estación			Predio	Gremio	Altura de Vuelo	NOM 059
			Verano	Otoño	Invierno				
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	AC	x	x		E	1	>10	
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	AC	x	x	x	E	1	Entre 3 y 10	
	<i>Pteronotus davyi</i>	AC	x	x	x	E	1	Entre 3 y 10	
	<i>Pteronotus parnellii</i>	AC, C		x	x	E	1	Entre 3 y 10	
	<i>Pteronotus personatus</i>	AC		x		E	1	Entre 3 y 10	
Phyllostomidae	<i>Glossophaga</i>	C	x			E	3	Entre 3 y 10	



<i>morenoi</i>								
	<i>Artibeus lituratus</i>	C	x	x	BS	2	Entre 3 y 10	
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	C	x	x	E	2	Entre 3 y 10	
	<i>Sturnira lillium</i>	C	x		E	2	Entre 3 y 10	
Vespertilionionidae								
	<i>Myotis sp.</i>	AC	x	x	E, BS	1	Entre 10 y 40	
	<i>Lasiurus ega- intermedius</i>	AC	x	x	x	BS,E	1	Entre 10 y 40
Molossidae								
	<i>Molossus molossus</i>	AC, C	x	x	x	BS,E	1	Entre 10 y 40
	<i>Molossus sinaloae</i>	AC	x			BS,E	1	Entre 10 y 40
	<i>Molossus rufus</i>	AC	x			E	1	Entre 10 y 40
	<i>Promops centralis</i>	AC		x		E	1	AD

AC: Acústico; C: Captura. Predio: BS: Barra sur (Santa María); E: El Espinal. Gremio: 1: Insectívoro; 2: Frugívoro; 3: Nectarívoro.

En la Figura 1 se muestra la riqueza de especies encontradas en los dos predios. El Espinal tuvo la mayor riqueza con 13 mientras que en Santa María se logró el registro de cuatro especies.



**Figura 2. Número de especies de murciélagos registradas en los dos predios por medio de los dos métodos implementados en el presente estudio durante el periodo de verano 2010 a invierno 2011.**

Al analizar el número de especies de murciélagos por estación tenemos que en otoño se registró el mayor número de especies con 14 lo que representó el 70% del total de especies encontradas. Para el invierno solo se registró una especie.

#### **6.1.1.1. Registro de especies por método.**

##### **Captura de Murciélagos**

###### *Esfuerzo de captura*

Se realizaron tres eventos  muestreo con redes de niebla en cada uno de los dos predios incluidos en el presente estudio durante 2010-2011. Las salidas de campo se realizaron en las temporadas de verano en el mes de julio, otoño en los meses de octubre y noviembre, e invierno en los meses de enero y febrero. Se

obtuvo un esfuerzo de muestreo total de 18,156 m/hr/red (Cuadro 2). Cabe aclarar que en el mes de invierno no se realizó esfuerzo de redeo debido a que las condiciones de seguridad en ese predio no eran las adecuadas para el equipo de trabajo. Por lo que se optó solo por realizar el monitoreo ultra-acústico

**Cuadro 2. Número de noches de redeo y esfuerzo de muestreo para cada predio por estación.**

Salida Predio	Esfuerzo de muestreo m/red/hr				Número de noches			
	Verano	Otoño	Invierno	Total	Verano	Otoño	Invierno	Total
Barra Sur	2,400	3,600	1,560	7,560	2	3	2	7
Espinal	1,896	540	0	2,436	2	2	0	4
<b>Total</b>	<b>4,296</b>	<b>4,140</b>	<b>1,560</b>	<b>9,996</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>11</b>

En total se capturaron 20 individuos agrupados taxonómicamente en cinco especies, seis géneros y tres familias. especie más abundante fue el murciélago frutero gigante (*Artibeus lituratus*) con el 40% de las capturas (n=8) seguido del murciélago de charreteras menor (*Sturnira lilium*) con el 25 % (n=5). Por su parte el murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) y el lengüeton de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*), estuvieron representados con tres capturas.

Finalmente el murciélago bigotudo de Parnell (*Pteronotus parnellii*) estuvo representados por solo una captura.



**Cuadro 3. Presencia-ausencia de las especies capturadas en los predios durante el Verano-Otoño 2010-Invierno 2011.**

Especie	Predio		No. ind	%
	Santa María	El Espinal		
<i>Artibeus lituratus</i>	x		8	40.0
<i>Sturnira lilium</i>		x	5	25.0
<i>Artibeus jamaicensis</i>		x	3	15.0
<i>Glossophaga morenoi</i>		x	3	15.0
<i>Pteronotus parnellii</i>		x	1	5.0
Total			20	100

En la Figura 3 se muestra el número de individuos por predio en las tres temporadas. Se puede apreciar que en el predio de El Espinal se obtuvo el mayor número de capturas con 12 pertenecientes a cuatro especies, seguido de Santa María con ocho capturas de una especie. La baja riqueza en Santa María pudo deberse a la poca cobertura vegetal que influye directamente en la abundancia de murciélagos que vuelan a bajo del dosel como la mayoría de las especies frugívoras y nectarívoras.

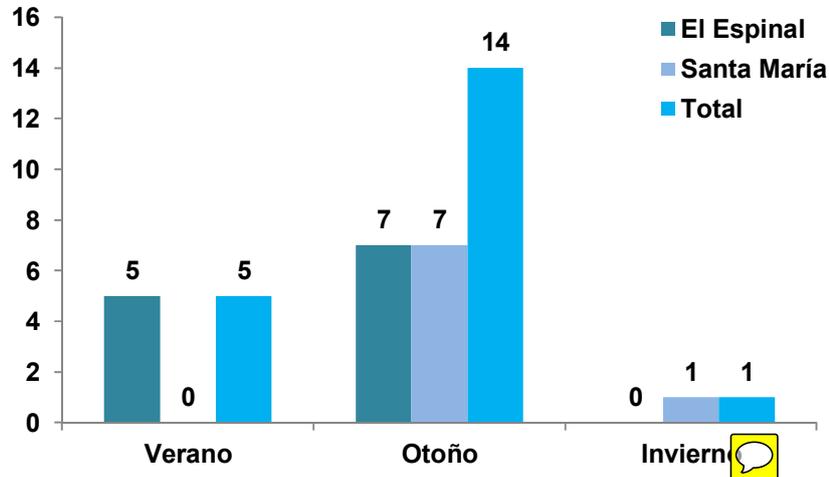


Figura 3. Número de individuos capturados en los predios por estación del año.

Al analizar la incidencia de murciélagos por cada estación tenemos que en otoño, a finales de la época de lluvias, se tuvo la mayor captura con 14, registrándose siete capturas en cada predio (El Espinal y Santa María). Por su parte, en los muestreos realizados en la temporada de invierno a finales de enero y principios de febrero solo se reportó una captura.

### DetECCIÓN ULTRA-ACÚSTICA

En el periodo que abarcó el presente estudio que comprendió muestreos en las temporadas de verano y otoño del 2010 e invierno de 2011 se realizó un esfuerzo de grabación de 18 noches equivalentes a 27 horas de grabación. Como se puede observar en el Cuadro 4, en la temporada de verano y otoño se realizaron en total 11 y 9 horas para cada temporada y para invierno 7 horas.

**Cuadro 4. Número de horas grabadas y número de sesiones por predio y por estación.**

Salida Predio	Horas grabadas				Número de noches			
	Verano	Otoño	Invierno	Total	Verano	Otoño	Invierno	Total
Santa María	3	3	3	9	3	3	3	9
Espinal	8	6	4	18	4	3	2	9
<b>Total</b>	11	9	7	27	7	6	5	18

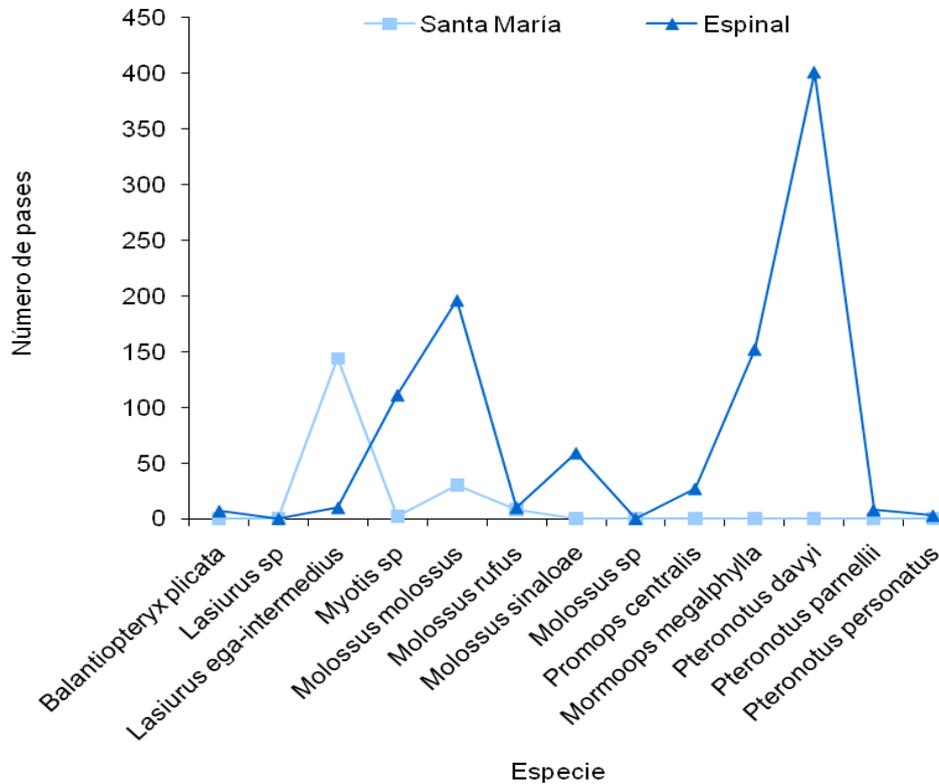
En total se registraron 10 especies (más tres que se lograron identificar hasta género) de siete géneros y cuatro familias, todas pertenecientes al gremio de las insectívoras (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Especies de murciélagos detectados durante las grabaciones. Se presenta información sobre sus alturas de vuelo y el rango de las frecuencias a las cuales emite cada una de las especies.**

Familia	Especie	Altura de vuelo (metros)	Frecuencia (Khz)	Referencia
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	>10	40-45 khz	Ibañez, 2004
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Entre 3 y 10	52 khz	Arita, 1998.
	<i>Pteronotus davyi</i>	Entre 3 y 10	59-70 khz	Ibarra, 2006; Arita, 1998
	<i>Pteronotus parnellii</i>	Entre 3 y 10	65 khz	Guillén, Conver.
	<i>Pteronotus personatus</i>	Entre 3 y 10	65-80 khz	Ibarra, 2006; Arita, 1997
Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Entre 10 y 40	30-53 khz	Leigh, 2007
	<i>Molossus rufus</i>	Entre 10 y 40	23-38 khz	Arita, 1998.
	<i>Molossus sinaloae</i>	Entre 10 y 40	28 khz	Guillén, Conver.
	<i>Molossus sp</i>	Entre 10 y 40		
	<i>Promops centralis</i>	Entre 10 y 40	27 khz	Guillén, Conver.
Vespertilionidae	<i>Lasiurus sp</i>	Entre 10 y 40		

<i>Lasiurus ega- intermedius</i>	Entre 10 y 40	30khz	Guillén, Conver.
<i>Myotis sp</i>	Entre 10 y 40		

En total de todas las salidas se registraron 1168 **pases** de murciélagos, de las cuales 1154 fueron secuencias de búsqueda (de alimento, o ubicación espacial), 10 de aproximación (esto es, cuando el murciélago ha detectado una posible presa) y siete de captura o *buzz*. La especie mejor representada fue el murciélago de espalda desnuda menor (*Pteronotus davyi*) con 400 pases, lo que representa el 34,66% registros totales, y el registro más bajo fue el *Pteronotus personatus* con tres pases, lo que significa el 0,25% de los pases registrados en las tres visitas a los predios.



**Figura 4. Especies y número de pases registrados durante las sesiones de grabación realizadas en el año 2010 para los dos predios en donde se construirá el Parque Eólico Istmeño.**

En lo que concierne al mayor número de secuencias registradas y riqueza de especies, El Espinal contó con el 84,24% de los pases totales de 10 especies y Santa María obtuvo menos registros de pases con 15,75% de los pases pertenecientes a cuatro especies. 

En el Cuadro 6 se muestran las especies y el tipo de pases que se registraron en el total de las visitas, y se observa que la mayoría de los pases fueron de tipo de búsqueda (98,8%).



**Cuadro 6. Listado de especies registradas acústicamente con su tipo de actividad.**

<b>Especie</b>	<b>Búsqueda</b>	<b>Aproximación</b>	<b>Captura</b>	<b>Total</b>
<i>Balantiopteryx plicata</i>	7	0	1	7
<i>Lasiurus ega-intermedius</i>	152	2	0	154
<i>Myotis sp</i>	113	0	0	113
<i>Molossus molossus</i>	215	8	3	226
<i>Molossus rufus</i>	18	0	0	18
<i>Molossus sinaloae</i>	59	0	0	59
<i>Promops centralis</i>	27	0	0	27
<i>Mormoops megalophylla</i>	152	0	0	152
<i>Pteronotus davyi</i>	400	0	1	401
<i>Pteronotus parnellii</i>	8	0	0	8
<i>Pteronotus personatus</i>	3	0	0	3

### **6.1.2. Gremios alimenticios**

Dentro de los gremios alimenticios de las especies de quirópteros encontradas en los dos predios se observó que la insectívora fue el gremio que predominó, seguido del gremio de los frugívoros y finalmente el gremio de los nectarívoros estuvo representado por una especie (Figura 5).

### Gremios Alimenticios

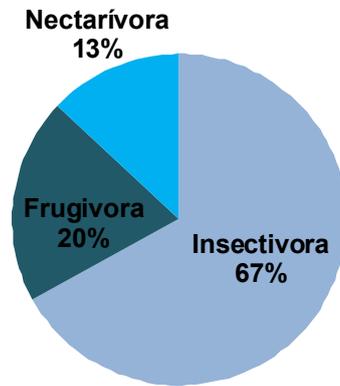


Figura 5. Gremios alimenticios de la quiróptero fauna encontrada en los predios durante verano 2010-invierno 2011.

#### 6.1.3. Especies Listadas en la NOM -059 SEMARNAT y IUCN-CITES

Durante el presente estudio no se registró a ninguna especie que se encuentre incluida dentro de alguna categoría de protección de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable a este tipo de proyectos 

A continuación se presenta la información particular de cada uno de los tres predios incluidos en el presente estudio.

#### 6.2. Santa María del Mar (Barra Sur)

##### 6.2.1. Captura de Murciélagos

Se realizaron tres salidas de campo en las temporadas de verano, otoño e invierno con un total de siete eventos de muestreo con redes de niebla, lo que significó un esfuerzo de muestreo de 7,560 m/red/hr.

Este predio fue el que menor riqueza de especies y número de capturas presentó ya que sólo fue posible confirmar la presencia del murciélago frutero gigante (*Artibeus lituratus*) del cual se obtuvieron ocho capturas: siete en la temporada de otoño y uno más en invierno.

En la temporada de otoño se capturaron a cinco machos con evidencia de estar reproductivamente activos (presentaban los testículos escrotados) y dos hembras que se encontraban activas.

#### **6.2.2. Detección ultra-acústica**

En este predio se realizaron también tres grabaciones por salida, sumando un total de nueve noches de grabación, de una hora aproximadamente cada una. En total se registraron 184 pases de murciélagos, pertenecientes a dos especies, un grupo fonético y pases que solo pudieron ser identificados a nivel de género. El mayor número de registros perteneció al grupo fonético de *Lasiurus ega-intermedius*, con 78% (144) (**Error! Reference source not found.**).



**Cuadro 7. Especies registradas acústicamente en la Barra Sur, se muestra información de frecuencias (Khz) a la que emiten los sonidos de ecolocación.**

Familia	Especie	No. de pases	Frecuencia (Khz)	Referencia
Molossidae				
	<i>Molossus molossus</i>	30	30-53 khz	Leigh, 2007
	<i>Molossus rufus</i>	8	23-38 khz	Arita, 1998.
Vespertilionidae				
	<i>Lasiurus ega-intermedius</i>	144	30khz	Guillén, Conver.
	<i>Myotis sp</i>	2		

### 6.3. Predio El Espinal

#### 6.3.1. Captura de Murciélagos

Se realizaron tres salidas de campo en las temporadas de verano, otoño e invierno con un total de cuatro eventos de muestro lo que significó un esfuerzo de muestreo de 2,436 m/red/hr. (Cuadro 2).

En este sitio, a pesar de que se realizó un menor esfuerzo de muestreo, se registró la mayor riqueza con cuatro especies y el mayor número de individuos con 12. La especie con mayor número de capturas fue murciélago de charreteras menor (*Sturnira liliium*) con 41.6%, seguido del murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) y el murciélago lengüeton de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*) (25%) (Error! Reference source not found.).

La temporada de otoño presentó la mayor cantidad de registros en este predio con siete capturas (58.3) mientras que en verano se obtuvieron las restantes cinco capturas (41.7%), para la temporada de invierno no se realizó muestreo de redeo debido a que las condiciones de seguridad no eran las apropiadas y se optó solo aplicar el método ultra-acústico en esta temporada.

**Cuadro 8. Individuos registrados por temporada.**

Especie	Temporada			Total
	Verano	Otoño	Invierno	
<i>Pteronotus parnellii</i>	0	1	-	1
<i>Glossophaga morenoi</i>	3	0	-	3
<i>Artibeus jamaicensis</i>	2	1	-	3
<i>Sturnira liliium</i>	0	5	-	5
Total	5	7	-	12

La condición reproductiva de los individuos capturados fue la siguiente: se capturaron más hembras (8) que machos (4) pero las capturas fueron tan bajas que no se puede estimar una proporción de sexos dentro de la población de murciélagos. Como se puede ver en el **Error! Reference source not found.** la condición de las hembras en estado reproductivo fue la que más registros presentó con cinco, todos pertenecieron a hembras de la especie *Sturnira lilium*.

**Cuadro 9. Número de individuos y estado reproductivo de las especies registradas en el Espinal**

Especie	Hembras			Machos		Total
	Activas	Inactivas	Postlactantes	Escrotados	Abdominales	
<i>Pteronotus parnellii</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Glossophaga morenoi</i>	0	1	1	0	1	3
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0	0	0	2	1	3
<i>Sturnira lilium</i>	5	0	0	0	0	5
Total	5	2	1	2	2	12

### 6.3.2. Detección ultrasónica

Este sitio fue el que registró un mayor número de especies y de secuencias de pases de murciélagos. Se registraron 984 **pases** de diez especies de murciélagos pertenecientes a cuatro familias y siete géneros. Un registro sólo se pudo identificar hasta nivel de género. La especie mejor representada fue *Pteronotus davyi* con 401 (27.9%) pases totales, de los cuales, solo uno fue de captura o *buzz*, la especie con menos presencia en la zona fue *Pteronotus personatus* (3, 0.2%).



**Cuadro 10. Especies registradas acústicamente en El Espinal, se muestra información de frecuencias (Khz) a la que emiten los sonidos de ecolocación.**

Familia	Especie	No. de pases	Frecuencia (Khz)	Referencia
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	7	40-45 khz	Ibañez, 2004
Mormoopidae	<i>Mormoops megalphylla</i>	152	52 khz	Arita, 1998.
	<i>Pteronotus davyi</i>	401	59-70 khz	Ibarra, 2006; Arita, 1998
	<i>Pteronotus parnellii</i>	8	65 khz	Guillén, Conver.
	<i>Pteronotus personatus</i>	3	65-80 khz	Ibarra, 2006; Arita, 1997
Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	196	30-53 khz	Leigh, 2007
	<i>Molossus rufus</i>	10	23-38 khz	Arita, 1998.
	<i>Molossus sinaloae</i>	59	28 khz	Guillén, Conver.
	<i>Promops centralis</i>	27	27 khz	Guillén, Conver.
Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega-intermedius</i>	10	30khz	Guillén, Conver.
	<i>Myotis sp</i>	111		

## 7. Discusión

Existe suficiente evidencia de que los murciélagos es uno de los grupos de organismos que más se ven afectados por la instalación y operación de parques eólicos en el mundo. Esta afectación se da principalmente por muerte de individuos por colisión con los aerogeneradores y demás infraestructura asociada a los parques eólicos. Sin bien es cierto, que la muerte por colisión no es exclusiva de los parques eólicos, es indudable que éstos contribuyen al impacto acumulativo sobre los murciélagos.

Las principales evidencias sobre el impacto de los parques sobre los murciélagos provienen de los parques eólicos establecidos en Canadá, Estados Unidos y algunos países europeos. Un rasgo característico de los reportes de colisiones en esos países es que provienen de una comunidad de murciélagos característicos de ecosistemas templados que biológicamente son menos diversos y que por lo tanto las colisiones de murciélagos solo involucran a pocas especies (Arnett et al 2007). En cambio en el los trópicos, donde los murciélagos representan el segundo grupo de mamíferos con mayor diversidad, la situación puede presentarse de diferente manera. El presente estudio de monitoreo de murciélagos que se distribuyen por los predios donde Energía Alternativa Istmeña tienen contemplado la instalación de parques eólicos, permite tener una idea precisa de las especies de murciélagos que estarán interactuando con los aerogeneradores que se instalen, y con base en ello se pueden hacer inferencias

para saber qué grupo de murciélagos son más susceptibles a interactuar con las instalaciones de los parques eólicos.

Oaxaca es el estado mexicano con mayor número de murciélagos reportados con 84 especies (Ceballos y Oliva 2005). Para la región del Istmo de Tehuantepec se tiene reportado una notable riqueza de especies con 64 especies registradas. El ensamble descrito para los tres predios durante el presente estudio está constituido por las especies que se consideran más abundantes en la región y que se comparte con algunos otros sitios dentro del Istmo. Este ensamble incluye especies, que se sabe, se adaptan mejor a ecosistemas perturbados y que son consideradas como indicadores de disturbio (González-Galindo 2004, Medellín et al 2001).

El predio del Espinal a pesar de que presenta graves procesos de pérdida de hábitat dada las actividades productivas que se desarrollan ahí (dominadas por la ganadería y la agricultura), fue el sitio donde se registró la mayor riqueza. Lo anterior se puede explicar por la existencia de una matriz del paisaje dominada por áreas agrícolas y pastizales, donde se encuentran esparcidos algunos elementos de vegetación como manchones remanentes y cercas vivas que pueden estar siendo usados por los murciélagos. Los murciélagos pueden encontrar aún en este predio sitios de refugio y alimentación. Sin embargo, las especies registradas son características de ambientes perturbados.

Por otro lado, la riqueza registrada en la Barra Sur fue menor. Lo anterior tiene sentido dada la homogeneidad del paisaje predominante en esos sitios. Se

sabe que hay una estrecha relación entre el grado de complejidad del paisaje (estructura y conectividad) con la biodiversidad que puede albergar un paisaje. Lo anterior debido a que mayor complejidad existe un mayor gradiente de hábitat que puede ayudar a los organismos a sobrevivir (Cahner y Lindeermeyer 2006).

El bajo registro de especies de murciélagos en Santa María se debe a esa complejidad del paisaje y que este predio se encuentra más alejado de la parte continental por lo que los murciélagos pueden estar visitando más la barra de Santa Teresa para forrajear, principalmente los murciélagos insectívoros.

La composición de especies descrita en los dos predios está constituida principalmente por especies insectívoras. Lo anterior es un rasgo importante desde el punto de vista de los proyectos eólicos debido al comportamiento de vuelo de estas especies, que generalmente lo hacen por arriba del dosel y por lo tanto son más propensos a interactuar con los aerogeneradores. Destacan en este sentido los miembros de la familia Molossidae y Vespertilionidae que la mayoría de sus miembros son catalogados como insectívoros aéreos (Ceballos y Oliva 2005). Tal es el caso de las especies *Molossus molossus* y *M. rufus* (Molossidae) que fueron registrados en los dos predios y del grupo fonético comprendido por *Lasiurus ega-L. intermedius* (Vespertilionidae) que también fue registrado en los dos predios incluidos en el presente estudio. Estas especies se caracterizan por realizar sus actividades de forrajeo a alturas que entran en un rango de 10 a 40 metros que por tanto pueden estar propensos a colisionarse con los aerogeneradores y sus aspas cuando éstos estén en operación. De hecho,

algunos miembros del género *Lasiurus* son las especies que más colisiones se registran anualmente en parques de los Estados Unidos (Arnett et al 2007), y una de las especies que conforman el grupo fonético reportado en este estudio. Asimismo, *Lasiurus intermedius*, es una de las especies con mayor número de colisiones registradas en el Istmo de Tehuantepec (INECOL-CFE, 2008, 2009 y 2010) 

El predio de El Espinal también destaca porque aparte de las familias de murciélagos insectívoros mencionadas anteriormente, se logró registrar la presencia de los miembros de la familia Mormoopidae, que también son esencialmente insectívoras (Ceballos y Oliva 2005). Los miembros de esta familia son consideradas como especies cavernícolas, es decir, que muestran una fuerte preferencia por refugiarse en cuevas o lechos rocosos, un recurso que es escaso en Santa María del Mar, circunstancia que puede constituir una razón por la cual no se logró registrar a ninguna especie de esta familia en este predio. De las cuatro especies registradas de la familia Mormoopidae en El Espinal, destaca el murciélago lomo pelón menor (*Pteronotus davyi*); se tienen reportes de que esta especie de murciélago es la que registra mayor número de colisiones con los aerogeneradores instalados en la región del Istmo de Tehuantepec (Villegas-Patracá et al 2009) 

El murciélago lomo pelón menor es una especie con amplia distribución, suele ser muy abundante en los hábitat donde se encuentra; preferentemente se refugia en cuevas en donde puede formar colonias de más de 800,000 individuos.



Además se ha documentado que *P. davyi*, al igual que otros mormoopidos suelen desplazarse por rutas de forrajeo bien definidas por distancias de hasta 3.5 kilómetros para después regresar a sus refugios nocturnos (Bateman y Vaughan 1974). El murciélago de lomo pelón menor es una especie que no se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En conjunto, las especies insectívoras registradas en los dos predios deben constituir el grupo focal de monitoreo en el corto, mediano y largo plazo en los parques eólicos que se pretenden establecer en los predios estudiados. Para ello, se recomienda que en el monitoreo se realice principalmente por medio del método ultra-acústico, como se ha demostrado en éste, y otros estudios de la región, resultó ser más efectivo en la detección de estas especies. Asimismo el método acústico permitió realizar el mayor número de registro de especies en los dos predios.

Se recomiendan dos tipos básicos de monitoreo para abordar estos aspectos de la comunidad de murciélagos insectívoros: El monitoreo pasivo y el activo. El primero consiste en establecer estaciones permanentes de detectores de murciélagos a diferentes alturas para registrar las especies que utilizan el espacio aéreo del parque. Para ello se recomienda utilizar las antenas meteorológicas que comúnmente se instalan en los predios donde se establecen parques eólicos. El método activo consiste en hacer transectos por sitios con altas probabilidades de presencia de murciélagos (e. gr. cuerpos de agua, bordes de vegetación) para poder realizar patrones de forrajeo e índices de uso del hábitat.

Con esta información se podrá evaluar el efecto de establecer aerogeneradores sobre este grupo faunístico

Con respecto a la vulnerabilidad de especies que se encuentren protegidas por la legislación aplicable en México, no se registraron especies bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Antes de la implementación de los proyectos eólicos en la región del Istmo de Tehuantepec, el paisaje ya había sido fuertemente transformado, principalmente por el cambio de uso de suelo que se promovió desde la llegada de los españoles en el año de 1521 y se recrudesció a principios del siglo XXI. Como resultado de este proceso de degradación ambiental, se tiene un paisaje donde lo que predomina es una matriz de tierras agrícolas, pastizales, centros urbanos e infraestructura de comunicación. Todo esto seguramente afectó a la biodiversidad característica del bosque tropical caducifolio, incluyendo a los murciélagos. El tipo de ensamble descrito para cada predio es una prueba de que la comunidad y las poblaciones de murciélagos están siendo fuertemente afectadas por la pérdida de su hábitat natural. El establecimiento de los parques eólicos añaden un mayor grado de perturbación al paisaje, impactando principalmente a nivel visual, pero particularmente como factor estresante para los murciélagos debido a la recurrencia de éstos por colisionarse con los aerogeneradores.

El desarrollo de este estudio constituye el primer paso para entender las interacciones que tendrán los murciélagos con los aerogeneradores que se instalen en los dos predios y representa la línea base que se debe monitorear en

las fases de construcción y post construcción de los parques eólicos en estas zonas.

## 8. Conclusiones y recomendaciones

El ensamble de especies de murciélagos descrito en los dos predios está comprendido por especies que se saben adaptar a ambientes perturbados. Esto coincide con el grave deterioro ambiental que se observó en los predios estudiados, donde la vegetación natural ha sido transformada a área de cultivo y pastizal.

Con base en la mayor riqueza, abundancia y frecuencia de detección, El Espinal es el predio donde se existen mayores probabilidades de que los murciélagos interactúen con los aerogeneradores. Principalmente se espera que las especies insectívoras, sobre todo de la familia Mormoopidae, sean las más susceptibles a sufrir colisiones con los aerogeneradores cuando éstos estén operando. De igual manera, se espera que el impacto acumulativo sobre los murciélagos sea mayor debido a que el predio del El Espinal colinda con uno de los parques de mayor extensión y con mayor número de aerogeneradores instalados. Desafortunadamente no se cuenta con información sobre el número de colisiones de murciélagos de ese parque, circunstancia que impide hacer inferencias sobre lo que puede pasar en El Espinal. Sin embargo, la presencia de algunas especies, como *Pteronotus davyi*, permiten inferir sobre qué grupo de

especies se verán más afectadas por colisiones con los aerogeneradores que se instalen.

Para el caso de la Barra de Santa María del Mar, la situación se presenta de manera diferente. Aunque no se descartan colisiones de murciélagos con los aerogeneradores, si se infiere que las probabilidades de que éstas se presenten sean bajas. Lo anterior con base en la riqueza y abundancia registrada en éste predio. Sin embargo, los monitoreos durante el plan de vigilancia de los primeros años deben proporcionar la información necesaria para validar las inferencias que se realizan en este informe.

En los dos predios, el gremio de los insectívoros fue el que predominó. Considerando que los patrones de vuelo de este grupo de murciélagos generalmente lo hacen alturas que van de un rango de 10 a 40 m, estas especies, o algunas de ellas, deben ser consideradas como grupos focales a monitorear durante las siguientes fases del proyecto.

Con base a lo anterior se realizan las siguientes recomendaciones:

- 1) De acuerdo con los datos de este monitoreo, no se encontró ninguna evidencia técnica  que impida que se lleven a cabo las etapas de construcción y operación del parque eólico, en gran medida debido a la composición de especies descrita en los predios de El Espinal y Santa María y el grado de deterioro ambiental que presentan los sitios.



- 2) Con respecto al monitoreo de murciélagos, el grupo constituido por murciélagos insectívoros debe ser considerado como un grupo focal, debido a que son los más propensos a interactuar con los aerogeneradores dados sus patrones de vuelo. Como se observó en el presente estudio, el método ultra-acústico resultó muy efectivo en la detección de los murciélagos insectívoros. De esta manera, se recomienda que el monitoreo de este grupo focal se realice principalmente con el método ultra-acústico durante el plan de vigilancia de los parques eólicos. Este plan debe considerar monitoreo post construcción para describir de forma más detallada los patrones de alturas de vuelo de estas especies y determinar un índice de uso del hábitat que pueda ser monitoreado en el corto, mediano y largo plazo. Con esta información se podrá evaluar el efecto acumulativo de establecer aerogeneradores sobre este grupo faunístico.
- 3) Se debe implementar un monitoreo en la fase de construcción y post construcción para darle seguimiento a la línea base construida en este estudio. Este monitoreo debe ser complementado con nuevos métodos que consideren las condiciones especiales de un parque en operación, tales como artefactos de visión nocturna, cámaras de infrarrojo radar entre otros (Kunz 2007).
- 4) En general para los dos predios, pero con especial énfasis para Santa María del Mar es altamente recomendable conservar los pequeños remanentes de vegetación que permiten la presencia de especies de

murciélagos de especial interés para la conservación. Todas las obras de construcción y actividades de operación se deben planear para evitar el menor impacto posible sobre estos elementos de paisaje.

- 5) Dentro de la aplicación del plan de vigilancia, o como se le denomina actualmente **Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental**, debe incluir el monitoreo de **incidencias** a través de transectos de búsqueda de cadáveres para identificar aquellas especies que registren mayor número de colisiones con los aerogeneradores. Esta información permitirá corroborar algunas de las inferencias realizadas en el presente estudio.

Las consideraciones anteriores representan los aspectos básicos que deben ser tomados en cuenta en la fase de planeación ambiental del proyecto con el objetivo principal de reducir los impactos ambientales al mínimo. Las medidas de mitigación a poner en marcha constituyen un esfuerzo para combinar la parte ambiental con la económica y tecnológica. La estimación de los costos para la implementación de las medidas para propuestas para reducir o mitigar el impacto de los aerogeneradores sobre los murciélagos se presenta en el Anexo V.

Es importante que se hagan del conocimiento público todas las medidas de mitigación que se pondrán en marcha con el fin de crear conciencia y que la comunidad identifique a la compañía por sus prácticas ambientales responsables y compromiso social, mediante el uso de tecnologías limpias y su contribución para la generación de energías renovables.



Esta hoja fue dejada en blanco  
intencionalmente



## 9. Literatura citada y consultada

AOU (American Ornithologists' Union). 2005. Checklist of North American birds. 9th ed. American Ornithologists' Union. Washington, D.C.

Arnett, E. B., W. Brown, W. Erickson, J. Fiedler, B. Hamilton, T. Henry, A. Jain, G. Johnson, J. Kerns, R. Koford, C. Nicholson, T. O'Connell, M. Piorkowski and R. Tankerley Jr. 2007. Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *The Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78

AWEA AND ABC. 2004. Proceedings of the Wind Energy and Birds/Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts. Washington, DC. May 18-19, 2004. Prepared by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, ed. September 2004.

Bibby, C.J.; Burgess, N.D. & Hill, D.A. 1992. *Bird Census Techniques*. Academic Press, London.

Binford, L.C. 1989. A Distributional Survey of the Birds of the Mexican State of Oaxaca. The American Ornithologists' Union, Washington DC. 418 P.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. 986 p.

CITES 2004. Lista de las especies CITES. Secretaria de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europea & Joint Nature Conservation Comité. Ginebra, Suiza. 312 pp. ([http://www.cites.org/eng/append/latest\\_appendices.shtml](http://www.cites.org/eng/append/latest_appendices.shtml))

Crockford, N.J. (1992). A review of the possible impacts of wind farms on birds and other wildlife. JNCC Report nº 27. Joint Nature Conservation Committee. Peterborough, U.K.

Curry, R.C. & Kerlinger, P. (2000). Avian mitigation plan: Kenetech model wind turbines, Altamont Pass WRA, California. Pp: 18-27, Proceedings of



National Avian-wind Power Planning Meeting III, San Diego, California.  
National Wind Coordinating Committee, King City, Ontario.

Fenton, M. B. S. Bouchard; M. J. Vonhof; and J. Zigouris. 2001. Time-expansion and zero-crossing period meter systems present significantly different views of echolocation calls of bats. *Journal of Mammalogy*, 82(3):721-727.

Fiedler, J. 2004. Assessment of bat mortality and activity at Buffalo Mountain Windfarm, eastern Tennessee. Tesis de Maestría. Universidad de Tennessee, Knoxville. 166 p.

Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zool. Mex. (n. s.)* 73:57-74.

Howell, S. N. G. and S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and northern Central America. Oxford University Press, New York.

Howell, J.A. & DiDonato, J.E. (1991). Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations, Altamont Pass, Alameda and Contra Costa Counties, California, 1988-1989. U.S.Windpower, Inc., Livermore, California.

Howell, J.A. & Noone, J. (1992). Examination of avian use and mortality at a U.S. Windpower wind energy development site, Montezuma Hills, Solano County, California. Solano Co. Dept. Environ.Manage., Fairfield, California.

INECOL-CFE, 2003. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. LA VENTA II – OAXACA. Diciembre de 2003.

INECOL-CFE, 2007. Monitoreo de Aves Migratorias y Quirópteros del Proyecto Eólico La Venta II, Oaxaca, Fase IV- Reporte Final 2007. Noviembre de 2007.



- INECOL-CFE. 2008. Estudio de monitoreo de aves diurno y nocturno en las épocas de primavera y otoño de 2008 en la zona de influencia de la Central Eólica de la Venta II, Oaxaca, Fase V. Informe Final. Noviembre del 2008.
- Johnson, G. W. Erickson, M. Strickland, M. Shepherd and D. Shepherd. 2000. Avian monitoring studies at The Buffalo Ridge, Minnesota Wind Resource Area: results of a 4-year study. Final report. Western Ecosystems Technology, Inc. Cheyenne, Wyoming. 262 pp.
- Johnson, G., W. Erickson; J. White, and R. McKinney. 2003a. Avian and Bat Mortality During the First Year of Operation at the Klondike Phase I Wind Project, Sherman County, Oregon. Northwestern Wind Power. 17 p.
- Medellín, R. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo de Mexicano. *In: Medellín, R y G. Ceballos (Eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México.* Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación de Mastozoología, A.C., México, D.F.
- National Geographic Society. 1989. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Washington. 464pp.
- Orloff, S. & Flannery, A. (1992). Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas 1989-1991. Biosystems Analysis Inc. California Energy Commission.
- Orloff, S. & Flannery, A. (1996). A continued examination of avian mortality in the Altamont Pass wind resource area. California Energy Commission, Sacramento.
- Osborn, G. K. Higgins, K. Dieter and R. Usgaard. 1996. Bat collisions with wind turbines in Southwestern Minnsota. *Bats Research News* 37: 105-108.
- Parsons, S., Boonman and K. Obrist 2000. Common techniques for transforming and analyzing the echolocation calls of bats. *Journal of Mammalogy*, 81:927-938.
- Percival, S.M. (2000). Birds and wind turbines in Britain. *British Wildlife* (october 2000): 8-15.



Ralp, C.J., G.r. Geupel, P.Pyle, T.E. Martin, d.F. DeSante y B. M. 1996. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Winkelman, J.E. (1985). Bird impact by middle-sized wind turbines on flight behaviour, victims and disturbance. *Limosa*, 58: 117-121.

Winkelman, J.E. (1989). Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans. RIN Rep 89/15. Rijkinstituut voor Natuurbeheer, Arhem, The Netherlands.

Winkelman, J.E. (1994). Bird/wind turbine investigations in Europe. En Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting, Denver, Colorado.