

FINAL



Resumen ejecutivo

Este informe ofrece detalles acerca de los resultados de la temporada de otoño del proyecto de aves migratorias y residentes. El proponente del Proyecto, Energía del Istmo, ha identificado dos lugares del Istmo de Tehuantepec, en la planicie costera del Pacífico, para la construcción de una central eólica con capacidad de 67.5 MW, motivo del actual Proyecto Eólico en desarrollo. En dichos sitios se instalarán desde treinta y ocho hasta setenta y cinco turbinas eólicas, según la capacidad de las máquinas, las cuales varían en capacidad nominal desde 850 KW para las turbinas más pequeñas hasta 1.8 MW para las más grandes, para una capacidad total de 67.5 MW. Estas turbinas tendrían una altura de no más de 70 metros con alcance máximo de punta de aspa de cuando se encuentren en la posición de las 12 del día de 110 metros (con un rotor de 80 m de diámetro), o de 72 metros de altura (con un rotor de 52 m de diámetro).

Esta evaluación se basa en: 1) trabajo de campo llevado a cabo del 13 de octubre al 14 de noviembre en los dos terrenos en los que se planea construir el parque eólico, 2) una revisión de la bibliografía y de las bases de datos disponibles, y 3) un revisión de aquellas especies de aves respecto a las cuales hay preocupaciones conservacionistas (incluyendo sus ambientes), según indican las agencias gubernamentales concernientes y las autoridades internacionales. En conjunto, esta información indica cuáles especies de aves utilizan o se sospecha que utilicen, el área del Proyecto, así como en qué cantidad pueden estar presentes. Al ser incorporada a la evaluación de riesgo, esta información permite determinar el nivel de riesgo que el Proyecto pudiera representar para las aves.

El tipo de ambiente dominante en el sitio es la selva baja caducifolia o acahuales de este tipo de vegetación, con árboles de poca altura, que en algunos lugares pasa gradualmente a convertirse en un matorral árido tropical. Este ambiente se encuentra muy degradado en aquellos lugares en que hay cantidades moderadas de ganado vacuno y sembradíos de sorgo en grandes extensiones. Allí donde el ganado no puede penetrar el bosque, este ambiente mantiene una cierta calidad en su estructura. También se encuentran extensiones de terreno cubiertas con huizachales (*Acacia* sp.), las cuales son densas y de baja altura.

Durante la visita al sitio se registró un total de 147 especies de aves, de las cuales 76 especies son residentes, 68 especies son invernantes, 19 son especies transeúntes (solo utilizan el área de paso en su viaje migratorio) y una especie fue encontrada y se le asignó la categoría de vagabunda, ya que no se supone estar por la zona de estudio. Cabe mencionar que la suma del número de especies para cada categoría dado anteriormente no suma 147, esto se debe a que algunas especies tienen tanto poblaciones residentes como migratorias, por lo que se les dio más de una categoría de estacionalidad.

El hábitat del sitio del Proyecto es considerado apropiado o marginalmente apropiado para la anidación de la mayoría de las especies residentes. Las restantes dos terceras partes son poco comunes. Durante las visitas a las propiedades, las aves terrestres más comunes detectadas en los transectos fueron, en orden de frecuencia, *Zenaida asiatica* (residentes y migratorias), *Passerina lechlancheri*, *Poliopitila albiloris*, *Columbina passerina*, *Ortalis poliocephala*, *Aimophila sumichrasti* (en peligro de extinción), *Tyrannus forficatus* y *Aimophila ruficauda*. Es importante subrayar que *Aimophila sumichrasti*, un ave en peligro de extinción, es una de las residentes permanentes más comunes.

Las aves de presa observadas con mayor frecuencia durante las visitas a los sitios fueron: *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Buteo magnirostris*, *Caracara plancus*, *Buteo swainsoni* (Pr). Con menor frecuencia se observaron las siguientes especies: *Chondrohierax uncinatus* (Pr, sujeto a protección especial), *Buteo nitidus*, *B. brachyurus*, *B. albicaudatus* (Pr), *B. jamaicensis*. Otras especies, raras a no comunes, la *Buteogallus urubitinga* y el *Parabuteo unicinctus* (Pr).

Respecto a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, *Aimophila sumichrasti* se encuentra en la categoría de peligro de extinción (P), *Aratinga holochlora/streua* se encuentra como amenazada (A), la doble nomenclatura en la especie se debe a la imposibilidad de separar estas dos especies en el campo, aunque las

dos tienen la misma categoría de protección en el país. Entre las aves sujetas a protección especial (Pr) se encontraron 13 especies, en su mayoría rapaces (10 especies).

Con respecto al fenómeno de la migración entre las aves, todo indica que el sitio de Energía del Istmo no está ubicado en una zona de mucho tráfico de migración, al menos en el otoño por lo que se vio durante los periodos de trabajo. Aunque es importante mencionar que se encuentra cerca de las líneas de vuelo más importantes para este fenómeno por la región, como son la Sierra de Tolistoque y Paso Chivela al Norte (por donde entra la migración proveniente del Golfo de México) y la parte sur de la planicie costera para la migración proveniente del lado del Pacífico. Con respecto a la migración nocturna, los estudios de las migraciones nocturnas hechos con radar en los Estados Unidos, demuestran que la mayoría de las aves vuelan muy por encima de la altura de las turbinas eólicas. Por lo general, se ha visto que menos de 10-15% de ellas vuela por debajo de la altura de las turbinas eólicas.

La migración de aves de presa sobre el Istmo de Tehuantepec es, sin embargo, significativa. Durante las visitas se registraron 570,640 mil individuos, tanto adentro como afuera de las propiedades, siendo el pico de la migración entre la segunda y la tercera semana de Octubre; de este total solamente 29,555 individuos fueron observados volando sobre las propiedades, con la gran mayoría siendo rapaces. Más del 99% de las aves de presa que fueron observadas desde el sitio del Proyecto corresponden a tres especies, en orden de abundancia: *Cathartes aura*, *Buteo swainsoni* (Pr) y *B. platypterus* (Pr). Las aves de presa migratorias vuelan por lo común a una altura considerable, generalmente a más de 300 metros de altura y los riesgos de colisión son muy bajos, aunque es importante mantener un monitoreo durante los días picos de migración para corroborar que lo visto en esta temporada es la norma general de los patrones de vuelo. Además, con la presencia de los “nortes” y lluvias estas alturas pueden variar de manera significativa, ya que la presencia de termales desaparece y los individuos tienen problemas para ganar altura. Se desconoce el patrón de migración correspondiente a la primavera, por lo que se espera llevar a cabo este trabajo el próximo año y poder tener una mejor idea de estos movimientos en diferentes épocas y condiciones climáticas.

Se observó poca migración de aves acuáticas durante las visitas en otoño, pero la cantidad de estas aves fue pequeña en comparación con la de las aves de presa. De mencionar fueron los *Pelecanus erythrorhynchos*, las *Mycteria americana* (Pr), y dos especies de playeros. Al igual que las aves de presa, estas aves pueden tener problemas en presencia de fuertes vientos y volar a poca altura sobre el área del Proyecto.

Respecto a los impactos potenciales del Proyecto, es de esperar que ocurran pocos desplazamientos de aves de la selva baja caducifolia, debido a que las aves del bosque parecen menos sensibles a las turbinas eólicas que las aves propias de los terrenos abiertos, aunque al igual que la mayoría del conocimiento en los trópicos, todavía se necesitan más estudios para poder tener una mejor base de opinión al respecto. No obstante, la pequeña pérdida de hábitat que resultará de la construcción del Proyecto concebiblemente pudiera acarrear la pérdida de un número limitado de territorios del *Aimophila sumichrasti* y de otras especies protegidas y residentes. Es poco probable que esta pérdida de territorios constituya un impacto biológico de importancia, debido a que la población local del gorrión de Sumichrast es al parecer saludable y las autoridades internacionales (ver IUCN) no consideran que la especie se encuentre al borde de la extinción. Lo mismo vale para las otras especies que posiblemente se encuentren protegidas y que son mayormente poco comunes en el sitio.

Los estudios de mortalidad de aves que se han llevado a cabo en los proyectos de energía eólica de los Estados Unidos y Europa no han mostrado impactos ecológicamente significativos. Sin embargo, el hecho de que el Proyecto se encuentra ubicado en el área de un corredor migratorio de aves de presa y otras especies, en el que los vientos fuertes obligan algunas veces a las aves a volar a baja altura. Se requerirá un estudio más detallado del uso que hacen las aves del espacio aéreo, a fin de profundizar la comprensión de las rutas de vuelo y de las estrategias de caza con relación a las condiciones del viento y los hábitats existentes.

Con la información recabada, este trabajo hace las siguientes recomendaciones:

- El monitoreo constante en el parque eólico para determinar los factores más influyentes en las potenciales causas de impacto.,
- Dentro del área del proyecto, la red eléctrica que conecta a las turbinas debe ser subterránea, hasta su salida del sitio.
- Se recomienda que en la medida de lo posible las torres meteorológicas permanentes sean independientes, sin cables de sostén, a fin de evitar potenciales colisiones con aves.
- Se debe minimizar el tamaño de los caminos de acceso y de las áreas de emplazamiento de las turbinas, a fin de alterar la menor cantidad de hábitat posible.
- En el caso de la migración nocturna, de la cual se conoce prácticamente nada en la zona y en el país en general, la iluminación de las turbinas y otras estructuras (subestaciones, edificios) deberá ser mínima y de tipo muy específico, a fin de reducir el potencial para la atracción de las especies que migran durante la noche.
- Debido a que en el sitio probablemente anida una especie en peligro de extinción a nivel nacional y casi amenazada a nivel global, se debe llevar a cabo un estudio de las aves que anidan en el lugar, a fin de determinar la distribución y densidad de estas especies.
- Debido al considerable número de rapaces migratorias que transitan en las inmediaciones del sitio del Proyecto y en algunos días sobre el sitio, se debe llevar a cabo un estudio constante de este fenómeno, a fin de mejorar la comprensión de los patrones y alturas de vuelo de estas aves.

- El estudio de las fatalidades por colisión (luego de instalado el parque eólico) permitiría obtener información acerca del monto total de colisiones y las características de esas fatalidades, así como determinar el impacto ecológico potencial acumulativo que pudiera tener.
- La remoción de cadáveres dentro del área de influencia de las torres es importante.
- Por último, pero no por eso menos importante, el pintar patrones distintos y fuera de lo convencional en las aspas puede ayudar a que las aves las puedan detectar con mayor facilidad.

INDICE

Resumen Ejecutivo	2
1.0 Introducción	10
1.1 Antecedentes ornitológicos en el área de estudio	
2.0 Área de Estudio	11
2.1 Vegetación	
3.0 Objetivos	14
3.1 Objetivo General	14
3.2 Objetivos Específicos	14
4.0 Metodología	15
4.1 Transectos Lineales	15
4.2 Punto Fijo de Observación	17
4.3 Riesgos de Colisión	18
5.0 Resultados y Discusión	19
5.1 Diversidad de aves	19
5.2 Especies protegidas	20
5.3 Lista CITES	22
5.4 Lista IUCN	23
5.5 Endemismos	23
5.6 Distribución y riqueza de especies: descripción de las comunidades de aves	24
5.6.1 Distribución	
5.6.2 Diversidad de especies	
5.6.3 Abundancia	
5.7 Punto fijo de observación	27
5.8 Comportamiento de vuelo	29
5.8.1 Alturas de vuelo	
5.8.2 Direcciones de vuelo	
5.9 Riesgos de impacto	40
5.10 Uso de hábitat	41
5.11 Anidación	42
5.12 Posibles impactos a nivel regional	43
6.0 Conclusión	44
7.0 Recomendaciones	46
8.0 Literatura Citada	50
9.0 Anexos	52

Mapas

- Mapa 1- Ubicación de los polígonos de estudio y transectos
- Mapa 2- Direcciones de vuelo de las especies residentes
- Mapa 3- Direcciones de vuelo de las especies migratorias

Figuras

Figura 1- Creación de corrientes ascendentes

Gráficas

- Gráfica 1- Totales para las categorías de estacionalidad de las especies
- Gráfica 2- Total de especies bajo las diferentes categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2001
- Gráfica 3- Número de individuos para cada transecto
- Gráfica 4- Movimientos por hora de las aves, adentro y afuera de los polígonos
- Gráfica 5- Alturas de vuelo por horas para cada periodo de trabajo
- Gráfica 6- Alturas de vuelo por periodo, adentro y afuera de los polígonos
- Gráfica 7- Porcentaje de individuos para cada categoría de altura dentro de los polígonos
- Gráfica 8- Número de individuos por categoría de altura para cada mes de trabajo
- Gráfica 9- Número de individuos por hora y categoría de altura
- Gráfica 10- Comportamiento de la temperatura por hora en cada periodo de trabajo
- Gráfica 11- Promedio de la velocidad del viento para cada periodo y hora de trabajo

Tablas

- Tabla 1- Número de hectárea por transecto y número de individuos por hectárea
- Tabla 2- Número de individuos por hectárea en cada transecto
- Tabla 3- Número de individuos en la NOM-059-SEMARNAT-2001 para cada transecto
- Tabla 4- Cálculos de riesgo de colisión para las 38 turbinas de 110 metros de altura
- Tabla 5- Cálculos de riesgo de colisión para las 75 turbinas de 72 metros de altura

Anexos

- Anexo 1- Lista de las especies registradas en los polígonos del proyecto, su estatus de estacionalidad, protección bajo la NOM-059, CITES y IUCN
- Anexo 2- Resumen de todas las especies con probabilidad de colisión, utilizando la información para las torres de 110 metros de altura.
- Anexo 3- Resumen de todas las especies con probabilidad de colisión, utilizando la información para las torres de 72 metros de altura.

1- INTRODUCCIÓN

Históricamente se tiene conocimiento que las primeras aplicaciones de la energía eólica iniciaron básicamente con la impulsión de navíos, la molienda de granos, así como el bombeo de agua y no fue sino hasta fines del siglo pasado que comenzó la generación de energía eléctrica. Utilizando el principio de la fuerza natural que genera el viento sobre un sistema de cuchillas metálicas empleadas en los molinos de viento, es como inicia la generación de este tipo de energía. Actualmente las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado a través de una serie de engranajes (transmisión) a un generador eléctrico.

En México, a mediados de 1994 entró en operación en La Venta, Oaxaca, una central eoloelectrónica de 1,575 kW, constituida por 7 aerogeneradores Vestas (Danesas) de 225 kW cada uno. En este sitio previamente se realizaron mediciones desde el año de 1984. Consecuentemente de estos estudios se ubicó al sitio como uno de los más ventosos localizado al sur del Istmo de Tehuantepec; esta minicentral, representa la primera experiencia para CFE sobre la interconexión de eoloelectrónicas al sistema eléctrico interconectado.

Para este proyecto, se tiene proyectado monitorear los posibles impactos derivados de la operación de aerogeneradores sobre aves presentes en el sitio, incluyendo tanto la fauna migratoria como residente de este grupo taxonómico. Por consiguiente, una de las principales preocupaciones es el de realizar un monitoreo de aves en la zona para conocer la diversidad de aves presentes, así como patrones de comportamiento con el fin de estimar si la operación de dicho proyecto representa un riesgo potencial hacia la avifauna. Derivado de este estudio, se pretenden diseñar medidas de prevención para mitigar el potencial impacto (en caso de existir) del proyecto en la avifauna durante la fase operativa.

1.1 Antecedentes Ornitológicos en el Área de Estudio

Para esta zona del país casi no existen estudios referentes a la avifauna, a pesar de ser este un sitio de endemismos y muchos de los estudios aún vigentes para la zona fueron realizados en el siglo XIX o en la primera mitad del siglo XX. Además, la región del Istmo de Tehuantepec con su privilegiada localización ha servido como localidad “tipo” para la descripción de varias especies. Empezando por las primeras colecciones científicas realizadas en México por el naturalista Pruso Ferdinand Deppe, el cual visitó la zona en el año de 1825 y siendo la mayoría de sus colectas en la zona las que sirvieron para describir por primera vez varias especies (Stresemann 1954).

Después de la época que podemos llamar de colectores existe un gran vacío en la información para el área, con pocas excepciones de ornitólogos que llevaron a cabo breves visitas. Entre estos visitantes podemos mencionar a A. R. Phillips (1962), el cual visitó el área en los 60's y fue el primero en notar la migración en primavera de rapaces y otras especies existente en el Istmo durante el otoño.

Binford (1989), sugiere que el Istmo de Tehuantepec tiene un papel relevante para la migración de aves de Norteamérica las cuales utilizan el sitio para pasar de la vertiente del Atlántico a la del Pacífico y viceversa.

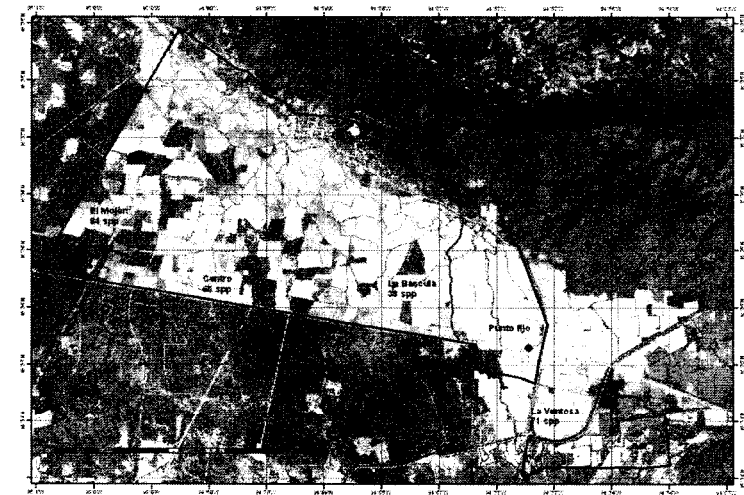
Más recientemente, entre las pocas referencias podemos mencionar la guía de campo de Howell y Webb (1995), notando que para muchas especies el 100% de sus poblaciones cruzan por esta zona.

2- ÁREA DE ESTUDIO

El sitio donde se ubica el Proyecto en un área conocida como Los Llanos de Tehuantepec, una subregión de las tierras bajas de la vertiente del Pacífico (Binford 1989). Desde el punto de vista biogeográfico, el Istmo es una barrera de importancia, que

limita la distribución de muchas especies. Hay, por ejemplo, cierto número de aves del Norte cuya distribución hacia el Sur está definida por el Istmo. Por otro lado, muchas especies neotropicales llegan justo hasta aquí en su distribución hacia el Norte. Aún cuando el Istmo es una barrera biogeográfica, es también un importante corredor migratorio de aves, las que usan el Istmo para cruzar entre las tierras bajas de la planicie del Atlántico a la del Pacífico y viceversa.

Las áreas de estudio seleccionadas para desarrollar el proyecto se encuentran dentro de las inmediaciones de los poblados de La Mata y La Ventosa, pertenecientes al municipio de Juchitán de Zaragoza y Asunción Ixtaltepec respectivamente (Mapa 1).



Mapa 1.- Áreas de estudio y transectos.

El predio “La Ventosa” está compuesto en su mayoría por potreros, con canales de riego (drenes), los cuales contienen a los árboles más altos dentro del predio, cercas vivas y en algunas partes de este predio se encuentran acahuales de selva baja caducifolia y

extensiones de huizachales. La mayoría de estos terrenos de pastoreo son inundados durante la temporada de secas.

Por otra parte, los terrenos que se encuentran en el ejido La Mata, son en su mayoría utilizados para el cultivo de sorgo, con pequeñas extensiones destinadas al pastoreo. En estos terrenos también se encuentran parches de remanentes de selva baja caducifolia, huizachales y cercas vivas. A diferencia de los terrenos de La Ventosa, estos son de temporal.

2.1- Vegetación

El área de estudio en la actualidad presenta un alto grado de fragmentación que en general ha sido ocasionada por el uso intensivo del cual ha sido objeto, principalmente con fines de agropecuarios. Dentro del mosaico de vegetación fueron identificadas las siguientes áreas: acahual de selva baja caducifolia, potreros, huizachales y sembradíos de sorgo. Siendo la más importante desde el punto de vista biológico la primera, ya que contiene la vegetación original del área y por ende alberga una mayor diversidad de flora y fauna silvestre.

Acahual de Selva Baja Caducifolia.-

También conocido como bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). La característica de este tipo de vegetación es que la cobertura vegetal se integra por selvas propias de regiones de clima cálido, dominados principalmente por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso de tiempo variable, que por lo general cubre alrededor de los 6 meses.

Particularmente dentro del área de estudio existe un conjunto de tipos de vegetación característico de zonas con clima caliente, mostrando un gradiente de mayor a menor humedad. Este tipo de vegetación se ubica entre el bosque tropical subcaducifolio y el bosque espinoso y su distribución es típica de la vertiente del océano Pacífico de México.

Para el Istmo de Tehuantepec, objeto de nuestra área de muestreo, la selva tropical caducifolia traspasa el parteaguas y ocupa gran parte de la depresión central de Chiapas. La selva tropical caducifolia, en estado natural o de escasa perturbación, es por lo común una comunidad densa y con ello ofrece un notable contraste respecto a la mayor parte de las agrupaciones vegetales. La altura de los árboles que componen este tipo de vegetación oscila generalmente entre los 5 y 15 metros de altura., más frecuentemente entre los 8 y 12 m.

Huizachales.-

Esta comunidad esta compuesta únicamente por individuos del género *Acacia* y forma comunidades densas con individuos que tienen alturas máximas de 3 metros. Estas comunidades solo en sus etapas más maduras permiten el desarrollo de un sotobosque formado por diversas especies de plantas rastreras.

3- OBJETIVOS

3.1- Objetivo General

- Establecer el escenario previo a la instalación de aerogeneradores en los predios de la compañía Energía del Istmo. Por medio del monitoreo de aves migratorias y residentes.

3.2- Objetivos específicos

- Recabar información biológica y conductual de la avifauna migratoria y residente durante las diferentes temporadas del año en las zonas de estudio, incluyendo su área de influencia.
- Identificar las especies de aves que se encuentran bajo alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT, IUCN, CITES.

- Colaboración con la Coordinación regional del proyecto eólico y su residencia de obra.

4- MÉTODOS

Para el caso particular del Proyecto Energía del Istmo-EDF Energies Nouvelles, los terrenos tienen la característica de estar conformados por diversos bloques de tierras planas. Posterior a explorar los terrenos, se seleccionaron sitios accesibles para llevar a cabo recorridos a pie, como son caminos y veredas de fácil tránsito pero con la premisa de contener en su vegetación la variedad de hábitat representativos del predio. Así como un punto con una vista ventajosa del predio, desde el cual se pueda buscar la migración de aves y también observar el comportamiento de estas sobre el terreno.

4.1- Transectos Lineales:

Para la metodología de transectos lineales se escogieron tres recorridos para los terrenos de La Mata: Transecto Centro, Transecto El Mojón, Transecto Báscula y uno para la propiedad de La Ventosa, todos ellos dentro de los límites de la propiedad o en sus orillas (Mapa 1). El Transecto Centro tienen una longitud de 1.4 km y recorre la parte Centro-Oeste del predio a lo largo de una tubería de PEMEX, la vegetación a lo largo de este canal está constituida en su parte sur y centro por huizachales exclusivamente y hacia su parte Norte y Noreste se encuentran terrenos con sembradíos de sorgo. Las coordenadas para este recorrido son: extremo Sur N 16°35'45.2", W 95°00'30.7"; en el extremo Noreste N 16°36'09.7", W 95°00'01.6"; el extremo Norte N 16°36'11.5", W 95°00'17.7".

El Transecto El Mojón tiene una longitud de 1.35 km y se encuentra localizada a lo largo de la brecha que separa al ejido de La Mata del ejido vecino al Oeste. Este recorrido en su parte sur atraviesa un manchón de acahual de selva baja caducifolia, el cual hacia la parte Norte del recorrido desaparece y se convierte en sembradíos de sorgo con cercas vivas y al final de este transecto se encuentra un manchón de huizachales. Las coordenadas

extremas para este recorrido son: N 16°35'49.9", W 95°00'57.9" en el extremo Sur y N 16°36'27.8", W 95°00'35.9" en el extremo Norte.

El Transecto La Báscula, con una longitud de 1.93 km, se encuentra localizada a lo largo del camino conocido como San Martín por la gente local, el cual corre de Sur a Norte en el lado este del ejido. La vegetación existente en este recorrido es muy poca y consiste principalmente de cercas vivas y un muy pequeño manchón de árboles a la mitad del recorrido y otro al final del mismo en la parte Norte, en este último manchón de árboles se encuentran los de mayor tamaño. El resto de la vegetación a lo largo del camino consiste en su mayoría de cultivos de sorgo y pequeños potreros. Las coordenadas extremas para este recorrido son: N 16°35'13.31", W 94°57'20.5" en el extremo Sur y N 16°36'14.9", W 94°57'18.6" en el extremo Norte.

La Ventosa, con una longitud de 1.69 km, se encuentra localizado en los terrenos que se encuentran dentro del ejido de La Ventosa, al Sur del ejido de La Mata y 2 km al Norte de la comunidad de La Ventosa. La vegetación existente en este recorrido es diversa y consiste principalmente de cercas vivas, potreros y algunos terrenos abandonados, con remanentes de selva baja caducifolia en la parte Este de la propiedad. En la parte Este del terreno se encuentran unos pequeños cuerpos de agua, los cuales atraen a numerosas especies. Este transecto intenta en su recorrido cubrir las fronteras Norte y sur del mismo. Las coordenadas extremas para este recorrido son: N 16°34'20.5", W 94°56'41.7" en el extremo Noroeste; N 16°34'16.9", W 94°55'58.0" en el extremo Noreste; N 16°34'06.0", W 94°56'05.4" en el extremo Sureste y N 16°34'06.3", W 94°56'09.9" en el extremo Suroeste.

Los datos colectados fueron vaciados a una libreta de campo y posteriormente a unos formatos diseñados para este estudio. Los datos que se tomaron en campo fueron los siguientes: nombre de la especie, número de individuos, alturas de vuelo (cuando era requerido) y dirección de vuelo, si se encontraban en un rango de 25 metros o mayor y para los transectos El Mojón y La Ventosa se especificaba si los individuos se encontraban dentro o fuera de la propiedad. Los recorridos se realizaron una vez en cada

periodo de trabajo (el promedio, una vez cada quince días), siempre durante las dos primeras horas de luz y cuando las condiciones climáticas fueran favorables (poco viento y sin lluvia).

Con la información colectada por medio de esta metodología se realizaron cálculos de la abundancia presente en el área, lista de las especies que se encuentran bajo alguna categoría de protección y distribución de las especies.

4.2- Punto Fijo de Observación:

Para la metodología de Punto Fijo de Observación, se localizó el punto más alto en la propiedad, el cual se ubicó en la parte más alta del paso a desnivel de la carretera federal 185 y la salida a la nueva autopista de cuota a Salina Cruz (Mapa 1). Desde este punto se puede observar casi toda la propiedad que se encuentra en los terrenos del ejido La Mata y toda la propiedad que se encuentra en los terrenos del ejido La Ventosa. Además, este punto domina perfectamente toda la parte de la Sierra de Tolistoque que corre de Noroeste a Sureste al Norte de los terrenos de estudio y el Paso Chivela al Noroeste, ya que estas dos características orográficas del terreno en la región son importantes para las aves migratorias.

Desde este punto y para esta metodología se colectó información referente al comportamiento de las aves que utilizan el espacio aéreo dentro y fuera de la propiedad. Cada interacción (sobrevuelo) fue registrada de manera independiente, no importando que el mismo individuo utilice los terrenos más de una vez durante el día o la hora de observación.

Los datos colectados desde este punto fueron vaciados a una libreta de campo y posteriormente a unos formatos diseñados para este estudio. Los datos que se tomaron en campo fueron los siguientes: nombre de la especie, número de individuos, altura de vuelo y dirección. Todos estos tomados junto con los datos climatológicos a intervalos de una hora. Estas observaciones se llevaron a cabo durante todos los días de cada periodo, ocho

horas diarias en promedio (0900-1700) a menos que las condiciones climáticas no lo permitieran (lluvia o viento demasiado violento).

La identificación de las aves se realizó con la ayuda de guías de campo especializadas, como son la de Howell y Web (1995), principalmente para las especies residentes y residentes de verano y la guía de Sibley (2000) para especies migratorias (incluyendo transeúntes e invernantes).

4.3- Riesgos de colisión

El cálculo provee una estimación el número de movimientos de cada especie (y agrupado por afinidad de especies) que se encuentren en potencial riesgo de colisión con las turbinas dentro del área de estudio. Esto ha sido calculado para las turbinas de 110 (80 metros de diámetro) y 72 (52 metros de diámetro) metros de altura, con tres promedios para evitar colisiones seleccionados (95%, 98% y 99%). Promedios realistas acerca de evitar impactos con las eólicas, están por encima del 90% y estudios hasta la fecha revelan promedios de entre el 95 y el 100% para las especies en la mayoría de las circunstancias.

A manera de cuantificar niveles potenciales de riesgo de colisión para las aves con las turbinas, utilizamos los cálculos de la Etapa 1 del Modelo de Riesgos de Colisión de Band (Band *et al.* 2005).

Al calcular el riesgo de colisión consideramos que las aves van a evitar los impactos con la torre por debajo de la altura de las aspas. Para la zona dentro del área de barrido de las aspas proveemos predicciones para movimientos a alturas de riesgo para cada uno de los siguientes promedios para evitar accidentes: 95%, 98% y 99%.

Los informes preliminares acerca de evaluaciones de riesgo, para una combinación de variables que son específicas a una determinada granja eólica y aves que habitan en las zonas aledañas, incluyen lo siguiente:

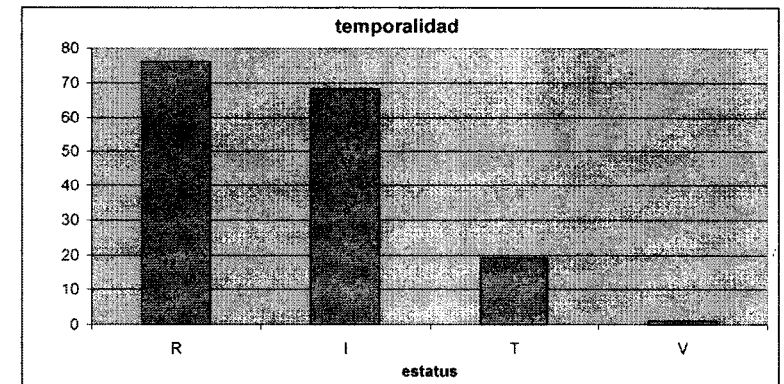
- a) Los números aves volando a alturas dentro de la zona de barrido de las aspas y para las cuales el rotor presenta un riesgo de colisión. Estos valores son obtenidos de la colección de información a partir de monitoreos desde un Punto Fijo de Conteo durante el otoño del 2007.
- b) El área barrida por las aspas (m²) siendo la zona de riesgo para las aves. Asumimos que las aves se pueden aproximar a las turbinas desde cualquier dirección y tener un riesgo igual a pesar de la dirección de aproximación, por lo tanto presentando el “peor escenario” para la estimación de riesgo preliminar.

5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1- Diversidad de Aves

La diversidad de aves dentro del área donde se encuentran los terrenos, en la temporada de otoño, se evaluó en función del esfuerzo realizado del periodo comprendido del 13 de octubre a el 14 de noviembre del 2007, hasta la fecha se tiene un total de 147 especies (Anexo 1), pertenecientes a 39 familias de aves. Este total de individuos representa el 13.66% de las 1076 especies registradas para el país. Este porcentaje es significativo y representa la gran diversidad de especies que utilizan el área de estudio.

De las 147 especies registradas, se encontraron 76 especies residentes (R), 68 especies en la categoría de invernantes (I), 19 especies transeúntes (T) y una especie vagabunda (V) (Graf. 1). Como es de esperarse las especies residentes dominan el total de las especies, comprendiendo el 52.7% del total.

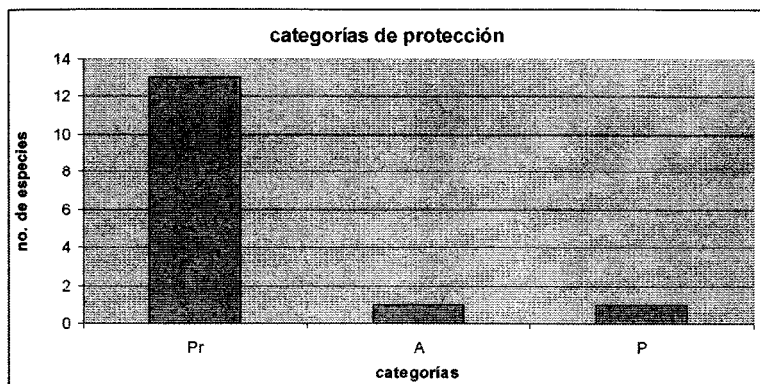


Gráfica 1.- Total de especies para las categorías de estacionalidad de las aves registradas para el sitio.

Cabe aclarar que 17 especies de aves registradas hasta el momento en el predio tienen poblaciones tanto residentes como migratorias, por lo tanto si se suma el total de especies para cada una de las categorías, el total va a ser mayor que el de especies registradas (147). Esta característica de las poblaciones es raramente mencionada en la literatura, pero desde el punto de vista ecológico es importante debido al incremento que existe en las poblaciones de estas especies durante prácticamente la mitad del año.

5.2- Especies Protegidas

La Norma Oficial Mexicana, se encarga del cuidado de las especies en riesgo. La NOM-059-SEMARNAT-2001, que es la concerniente a la flora y fauna silvestre del país, tiene tres categorías de riesgo según el estado de las poblaciones de las aves: Protección Especial (Pr), Amenazadas (A) y en Peligro de Extinción (P). Durante la temporada de campo se han encontrado 15 especies bajo alguna categoría de protección, divididas de la siguiente manera: 13 especies bajo protección especial (Pr), una especie bajo la categoría de amenazada (A) y una especie en peligro de extinción (P) (Anexo 1) (Graf. 2).



Gráfica 2.- En el gráfico se observan los totales de especies para las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Como se puede ver, el 10.2% de las especies se encuentran bajo algún grado de protección de acuerdo a la ley en México. Lo que indica que una de cada 10 especies registradas hasta el momento se encuentra en algún grado de peligro con sus poblaciones. Si lo analizamos un poco más, 8 de las 15 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 son residentes, lo que nos indica la importancia de prestar atención a las especies residentes, ya que son los individuos que hacen más uso de las zonas de estudio.

Diez (10) de las especies protegidas son aves de presa, incluyendo seis (6) especies migratorias que transitan por el sitio y al menos dos de ellas lo hacen en grandes números (*Buteo platypterus* y *B. swainsoni*). Dos (2) especies pertenecen al grupo de las cotorras (*Aratinga canicularis* y *A. holochlora/streua*), las cuales vuelan normalmente a poca altura sobre el bosque entre los sitios de anidación, descanso y alimentación. La cigüeña americana (*Mycteria americana*) se encuentra normalmente de paso por el área de estudio y sus alturas de vuelo son mayores a los 200 metros de altura.

Con respecto al gorrión de Sumichrast (*Aimophila sumichrasti*), es poco probable que sufra algún riesgo de colisión ya que no se conoce que esta especie realice vuelos de

exhibición y se trata de residentes permanentes, que no realizan, hasta donde se sabe, migraciones altitudinales, ni migraciones a través del Istmo.

5.3- Lista CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna en Peligro)

Las especies son enlistadas por los países participantes de CITES en uno de tres niveles de protección (referidos como Apéndices I, II y III).

Los Apéndices se definen de la siguiente manera:

- Apéndice I.- Incluye especies amenazadas de extinción que son ó pueden ser afectadas por el comercio. El comercio en las especies del Apéndice I puede que solo se utilicen en circunstancias excepcionales.
- Apéndice II.- Incluye especies que no están actualmente en peligro de extinción, pero pueden llegar a este punto si su comercio no es regulado. También, incluye especies que necesitan ser reguladas para que el comercio en alguno de los Apéndices I o II pueda ser controlado efectivamente; estas especies son más comúnmente enlistadas debido a su similitud con otras especies en CITES.
- Apéndice III.- Incluye especies enlistadas por algún país para obtener ayuda internacional en el control de su comercio.

Dentro de los resultados de este trabajo se encontró una (1) especie en el Apéndice I, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), y 23 especies en el Apéndice II (Anexo 1). El halcón peregrino ha sido enlistado debido a que sus poblaciones disminuyeron drásticamente hace unos años debido a la presencia de pesticidas, los cuales adelgazaban el cascarón de los huevos y los hacía poco viables, además de ser una especie popular entre practicantes de la halconería (cacería con halcones).

Este gran número de especies (24) encontradas en las listas del CITES, refleja el problema internacional que es el tráfico de especies, principalmente en especies longevas, como las rapaces, en las cuales la recuperación de sus poblaciones toma mucho tiempo.

5.4- Lista IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)

En el presente trabajo se encontraron cuatro (4) especies dentro de las listas producidas por esta organización, todas ellas dentro de la categoría más baja de amenaza, Casi Amenazada (CA); las especies son: *Contopus cooperi*, *Vireo bellii*, *Aimophila sumichrasti* y *Passerina ciris*. Las especies se encuentran en la lista debido a que sus poblaciones han declinado de manera muy drástica en los últimos años, siendo la principal causa la pérdida de hábitat y una de las especies, *Passerina ciris* (Anexo 1). De estas cuatro (4) especies, tres de ellas están incluidas en esta lista debido a cambios drásticos en sus poblaciones en décadas recientes debido principalmente a la pérdida de hábitat. Se sabe que *Passerina ciris* tiene problemas debido a su excesivo comercio, principalmente en sus terrenos de invernación

Aimophila sumichrasti, como se mencionó en otro apartado, es una especie endémica al Istmo de Tehuantepec, lo que restringe su distribución y la hace vulnerable a sufrir problemas con sus poblaciones.

5.5- Endemismos

Con respecto al punto de los endemismos al país, se encontraron un total de cuatro (4) especies endémicas: *Ortalis poliocephala*, *Trogon citreolus*, *Passerina leclancherii* y el antes mencionado *Aimophila sumichrasti*. Además de ser una especie en peligro de extinción el gorrión de Sumichrast es una especie endémica a México y muy particularmente al Istmo de Tehuantepec. *Aimophila sumichrasti* es la única que además se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Anexo 1).

Cabe mencionar que de estas cuatro especies endémicas a México, todas tienen poblaciones muy localizadas y amenazadas por la pérdida de hábitat, específicamente la selva baja caducifolia, el tipo de vegetación más extendido en la planicie del Pacífico. Además, estas especies pueden ser importantes indicadoras del estado de salud de los ecosistemas existentes.

5.6- Distribución y Riqueza de Especies: Descripción de las Comunidades de Aves

5.6.1- Distribución

Las especies se encuentran distribuidas en la propiedad principalmente en las zonas con algún grado de cobertura vegetal, como pueden ser las cercas vivas y principalmente los huizachales y el remanente de selva baja caducifolia que se encuentran en las propiedades. Cabe mencionar la importancia que tienen también los remanentes de huizachales que se encuentran dispersos y con diferentes dimensiones en los terrenos aledaños a la propiedad. Estos remanentes mantienen a muchas de las especies residentes, así como a muchas especies migratorias con ciertos requerimientos de hábitat. Aunque, también se han encontrado especies que dependen de las zonas abiertas, como son los potrereros, entre estas especies se encuentran tanto residentes como migratorias.

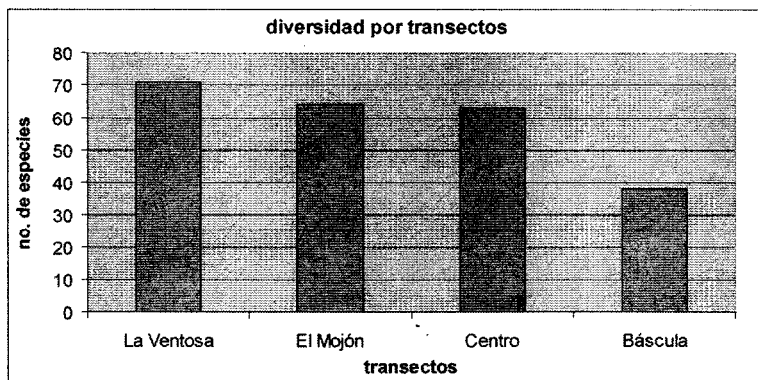
En lo que respecta a las especies migratorias, estas se encontraron en un mayor porcentaje en los transectos con menor cobertura vegetal o acceso al agua (49.2% transecto Centro y 57.95% transecto La Báscula). Esto concuerda con lo conocido para las especies migratorias, las cuales debido a este comportamiento estacional tienen una gran plasticidad y capacidad de adaptación a los diferentes hábitats encontrados en sus viajes migratorios, por lo que la mayoría de estas especies utilizan de manera extensiva los hábitats más perturbados. A diferencia de las especies residentes, las cuales tienen requerimientos de hábitat mucho más específicos y son más sensibles a los cambios en el medio que las especies migratorias, como lo representa el 54.9% y el 53.1% de especies residentes encontradas en los transectos El Mojón y Centro, respectivamente. Para los cálculos de estos porcentajes hay que recordar que hay especies con poblaciones residentes y migratorias.

5.6.2- Diversidad de Especies

Durante la realización de los transectos se encontró que la riqueza de especies a lo largo de estos cuatro transectos es muy similar entre tres de ellos: El Mojón, Centro y La Ventosa; con el cuarto transecto teniendo una diversidad mucho menor que las tres

anteriores (Graf. 3). La principal razón de esta diferencia puede deberse a la heterogeneidad de hábitats existente en los tres primeros transectos escogidos, la cual ayuda a tener una mayor probabilidad de encontrar a las diferentes especies que utilizan el área. Mientras que el transecto La Báscula únicamente presenta cercas vivas con extensiones de sorgo a los lados del camino con la cerca viva.

Para los cuatro transectos se encontraron un total de 107 especies, divididas de la siguiente manera: 71 especies en el transecto La Ventosa, 64 especies en el transecto El Mojón, 63 especies en el transecto Centro y 39 especies para el transecto La Báscula. Pudiendo verse la gran similitud que hay principalmente entre el segundo y el tercer transecto, los cuales tienen una cobertura vegetal media y heterogénea con respecto a los otros dos. El transecto más diverso fue La Ventosa (Graf. 3), el cual tiene una diversidad de tipos de vegetación, además de contener uno de los pocos cuerpos de agua existentes en los terrenos de estudio, la cual es de suma importancia para las aves.



Gráfica 3.- Número de individuos para cada uno de los transectos.

5.6.3- Abundancia

Para el presente trabajo, en los transectos se encontraron diferentes abundancias por unidad de área (hectárea) (Tab. 1). En los resultados se puede comprobar de nuevo la importancia de la cobertura vegetal con la abundancia de individuos registrados, lo cual concuerda con lo encontrado para la diversidad de aves en los recorridos. El alto porcentaje de individuos encontrados en los transectos de La Ventosa y El Mojón está influenciado por la presencia de grandes números de palomas de alas blancas (*Zenaida asiatica*) y mosqueros cola de tijereta (*Tyrannus forficatus*). Además de que estos transectos están relativamente cercanos a grandes extensiones de sorgo y se encuentran entre dormideros de estas especies y sus sitios de alimentación.

Tabla 1.- Número de hectáreas y el número de individuos registrados por unidad de área en cada transecto.

	La Ventosa	El Mojón	Centro	La Báscula
Hectáreas	8.45	6.75	7	9.65
No. Ind/hectárea	162.7	71.4	22.7	28

individuos por hectárea.

Como se puede ver en la tabla 2, la abundancia de las especies migratorias tiene una gran influencia en las comunidades de aves durante las temporadas de otoño e invierno. Al igual que en la tabla anterior, los transectos que tuvieron una mayor abundancia fueron los que albergan de igual manera una mayor cobertura vegetal o la presencia de agua, como ya se ha explicado para cada transecto.

Tabla 2.- Número de individuos migratorios y residentes registrados por unidad de área en cada transecto.

	La Ventosa	El Mojón	Centro	La Báscula
Migratorias	141.6/ha	41.77/ha	11.7/ha	23.2/ha
Residentes	21.1/ha	29.6/ha	11/ha	4.8/ha

En lo que respecta a las especies protegidas y enlistadas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y IUCN (Tabla 3), encontradas a lo largo de los recorridos, la abundancia fue baja para la mayoría de estas especies, menos de un individuo por hectárea. Esto se puede explicar desde el punto de que un tercio de estas especies son

rapaces, las cuales generalmente se encuentran solas o en parejas, especialmente fuera de la temporada reproductiva, como es el otoño.

La especie con el más alto promedio de individuos por hectárea es *Aimophila sumichrasti*, y su fuerte presencia se debe al hábitat encontrado en casi todo el transecto El Mojón, el cual es el preferido por esta especie, matorrales bajos y cerrados, con algunas especies originales de la selva baja caducifolia y en este sitio combinado con huizachales con densa cobertura en el sotobosque. Esta misma situación con respecto a la vegetación se presenta en la parte sur del recorrido en el transecto Centro.

Tabla 3.- Número de individuos registrados por unidad de área (hectárea) en cada transecto y que están en la NOM-059-SEMARNAT-2001 o IUCN.

	La Ventosa	El Mojón	Centro	La Báscula
<i>Accipiter cooperi</i>		6 / 0.88		
<i>Aratinga canicularis</i>		3 / 0.44		
<i>Falco peregrinus</i>	1 / 0.11			
<i>Vireo bellii</i>	1 / 0.11	1 / 0.14	4 / 0.57	2 / 0.2
<i>Aimophila sumichrasti</i>		14 / 2.07	21 / 3.0	
<i>Passerina ciris</i>	2 / 0.23	12 / 1.77	9 / 1.28	

5.7- Punto Fijo de Observación

Durante las observaciones llevadas a cabo se registraron un total de 570,640 individuos en 116 horas de observación. De este total de individuos, 569,773 (99.84%) fueron individuos migratorios utilizando las áreas de estudio y las zonas fuera de ellos, incluyendo a la Sierra de Tolistoque. Del total registrado, 29,555 (5.18%) individuos fueron vistos volando sobre las áreas de estudio a diferentes altitudes y de los cuales 29,041 (98.26%) individuos eran migratorios y el resto residentes.

La gran mayoría de las aves (541,084 ó 94.82%) fueron vistas migrando a lo largo de la Sierra de Tolistoque, la cual corre al Norte del área de estudio y concentra a las parvadas de rapaces y algunas acuáticas migrando, siendo posible verlas pero sin que estas intenten dejar la cobertura de los cerros, los cuales utilizan como guía. Además, utilizan los

vientos que en esta se encuentran para viajar más fácilmente por medio del uso de las corrientes ascendentes que aquí se forman (Fig. 1).

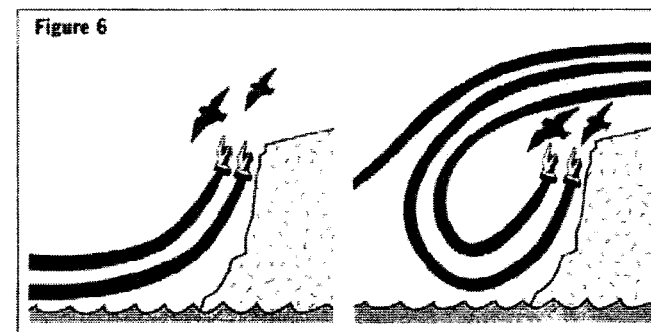
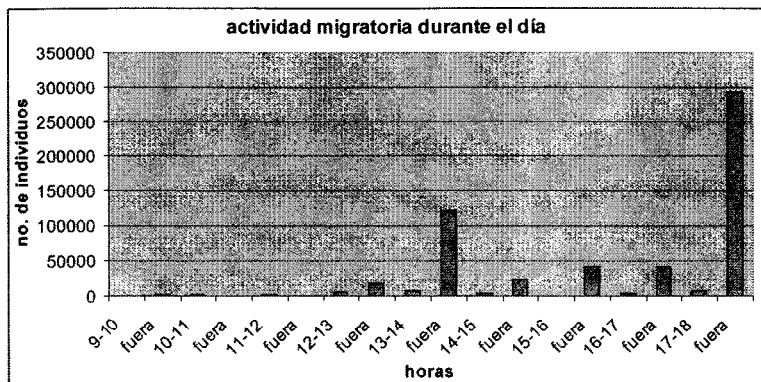


Figura 1.- Estos dibujos representan la manera en que los vientos pueden crear corrientes ascendentes al golpear las sierras o montañas.

La migración diaria, como era de suponerse, fue mayor a partir del medio día, cuando las condiciones climáticas son más favorables, a mayor temperatura mayor creación de termales (Graf. 4). La formación de estas corrientes ascendentes de calor también conocidas como termales, son favorecidas por el calentamiento de la superficie del terreno, el cual se da de manera desigual, siendo mayor en las partes de suelo más expuestas y con menor cobertura vegetal.



Gráfica 4.- Utilización del área de estudio durante el día (total de individuos), tanto adentro como afuera de las propiedades.

Los grupos que se encontraron migrando a través de las propiedades, fueron en su mayoría pequeños, los cuales al parecer salían por el área conocida como Paso Chivela y eran empujados por el viento hacia la planicie costera, o grupos que debido a la gran fuerza de los vientos eran separados de su ruta a lo largo de la Sierra de Tolistoque. En varias ocasiones muchos de estos pequeños grupos se les veían intentando regresar a la Sierra después de ser empujados hacia la planicie costera, pudiéndose ver con esto la importancia de esta sierra en el viaje migratorio de muchas especies de rapaces y grandes aves acuáticas que utilizan más el planeo que el vuelo batido durante su viaje, todo esto con la finalidad de ahorrar energía.

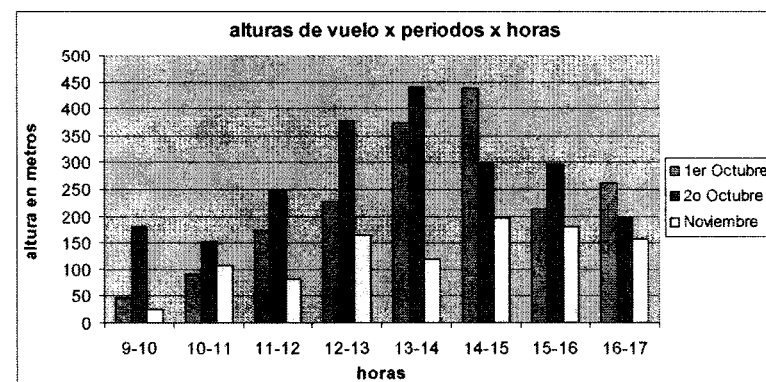
5.8- Comportamiento de vuelo (altura y direcciones)

5.8.1- Alturas de vuelo

Una variable muy importante dentro de este estudio debido a la naturaleza de los proyectos que se quieren llevar a cabo en estas propiedades es la altura a la que pasan las aves migratorias y residentes por el predio.

Con el presente trabajo se encontró que las aves presentan un comportamiento de vuelo muy ligado con las horas del día y el calentamiento de la atmósfera, lo cual provoca la formación de termales, y el máximo uso de estas corrientes ascendentes de aire caliente para el viaje migratorio y el ahorro de energía (Graf. 5), así como incrementar sus alturas de vuelo. En la gráfica se puede ver como en los periodos realizados en Octubre este patrón de alturas de vuelo es muy marcado y en el mes de Noviembre las alturas son un poco más erráticas debido a las condiciones de viento y temperatura, ya que la combinación de temperaturas más bajas y vientos más fuertes y constantes evitan que las termales se formen fácilmente. Debido a que la toma de datos climatológicos es cada hora no se puede representar correctamente las ráfagas que se presentan constantemente durante la hora.

Cabe mencionar que varias especies de rapaces no utilizan este recurso (termales) siempre, ya que prefieren utilizar el vuelo batido para realizar su viaje, principalmente especies de los generos *Accipiter* y *Falco*, las cuales de echo pueden utilizar los terrenos las primeras horas del día para cazar y hacia el medio día empezar a utilizar un poco las termales para su viaje migratorio.

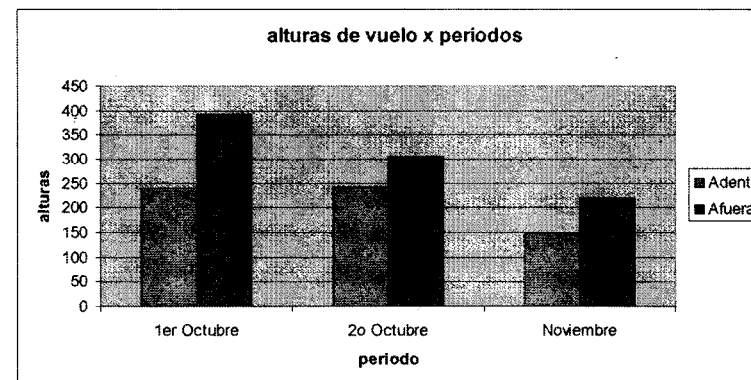


Gráfica 5.- Alturas de vuelo por hora para cada periodo de trabajo realizado en las áreas de estudio.

Si observamos las alturas de vuelo a grosso modo para cada uno de los periodos de trabajo de campo realizados a mediados y fines de Octubre y principios de Noviembre, estas se comportaron de mayor a menor altura (Graf. 6), siendo esto más marcado en los individuos registrados afuera de los límites de las propiedades, donde las alturas de vuelo fuera de los terrenos en promedio van de los casi 400 metros, a mediados de Octubre, a los poco más de 200 metros durante el periodo de Noviembre. Para las alturas de vuelo dentro de las propiedades, estas fueron muy similares en los dos periodos de Octubre (promedio 240 metros), cayendo a un promedio de 150 metros durante el periodo de Noviembre.

Definitivamente la presencia de la Sierra influye en la altura de vuelo de las especies registradas afuera de los límites de las áreas de estudio. Esto se debe a que los individuos principalmente migratorios la utilizan como guía para migrar, por lo tanto muchas de las parvadas o individuos se encuentran en la parte alta de la sierra, al menos a 500 metros de altura. De igual manera las especies residentes utilizan la sierra, más frecuentemente los pies de la misma y en algunas ocasiones las partes altas.

Cuando las especies dejan la protección de la sierra y empiezan a planear existe una pérdida de altura, la cual se refleja en los resultados de las alturas de vuelo entre las especies encontradas volando dentro de los polígonos de estudio y fuera de ellos. En promedio las alturas de vuelo de las especies encontradas afuera de los polígonos fue 46.3% más alto.



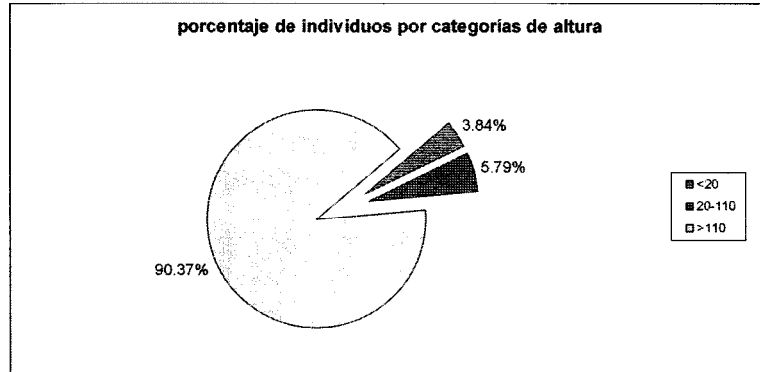
Gráfica 6.- Separación de las alturas de vuelo por periodos de trabajo de campo y por encontrarse adentro o afuera de los límites de los polígonos.

Las alturas de vuelo dentro de los polígonos de estudio fueron tomadas para cada interacción que se tuvo entre las aves y las áreas de estudio. Posteriormente estas alturas se agruparon en tres diferentes categorías: menor a 20 metros de altura; entre 20 y 110 metros de altura; y más arriba de los 110 metros. La razón de estas categorías es con referencia a la altura mínima y máxima de las aspas de las torres eólicas (20-110), debajo de este rango y por arriba del mismo. Con base a esto, se encontró que el total de los individuos para cada una de las tres categorías fue de: 1,135 individuos por debajo de los 20 metros de altura (3.84%), 1,711 individuos entre los 20 y los 110 metros de altura (5.79%) y 26,709 individuos por arriba de los 110 metros de altura (90.37%) (Graf. 7).

Volando dentro del rango de las aspas (20-110 m) se encontraron 34 especies, de las cuales 12 especies son residentes, 13 especies son invernantes, tres especies son transeúntes y hay 6 especies que tienen tanto poblaciones residentes como migratorias. El 84.16% (1,440 individuos) del total de individuos que pasan dentro del rango de las aspas está compuesto por únicamente por 5 especies, las cuales son en su mayoría especies migratorias: (*Zenaida asiatica* 532 individuos; *Cathartes aura* 460 individuos; *Hirundo rustica* 186 individuos; *Tachycineta thalassina* 142 individuos y *Pelecanos*

erythrorhynchos 120 individuos). Las dos primeras de ellas teniendo poblaciones residentes también.

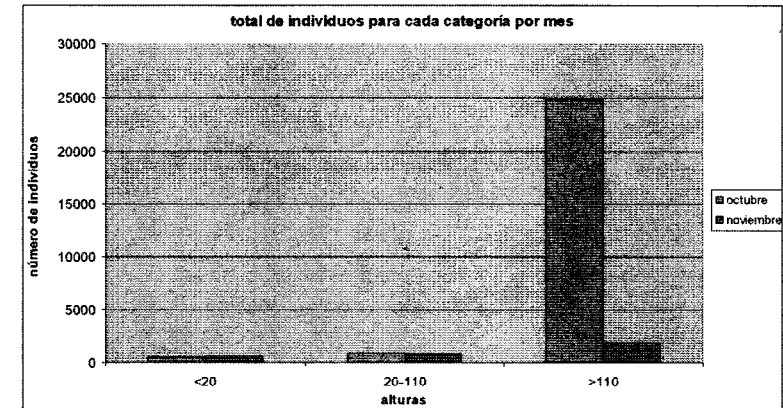
Gráfica 7.- Porcentaje de individuos registrados para cada categoría de altura dentro de los polígonos.



Dentro de las 34 especies de aves registradas dentro del rango de altura de las aspas se encontraron nueve especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, ocho (8) con la categoría de Protección Especial (Pr) y una (1) como Amenazada (A). Dentro de la primera categoría se encontró a *Mycteria americana* (4 individuos), *Chondrohierax uncinatus* (7 individuos), *Accipiter striatus* (3 individuos), *Accipiter cooperi* (11 individuos), *Buteo albicaudatus* (19 individuos), *Buteo platypterus* (2 individuos), *Buteo swainsoni* (20 individuos) y *Falco peregrinus* (5 individuos). En la categoría de Amenazadas únicamente se encontraron 2 individuos de *Aratinga holochlorastrenua*. El total de individuos protegidos bajo la NOM-059-SEMARNAT-2001 fue de 73, los cuales son únicamente el 4.27% del total de los individuos que volaron dentro del rango de las aspas de los aerogeneradores. De igual manera cinco de estas especies protegidas son transitorias por el Istmo de Tehuantepec.

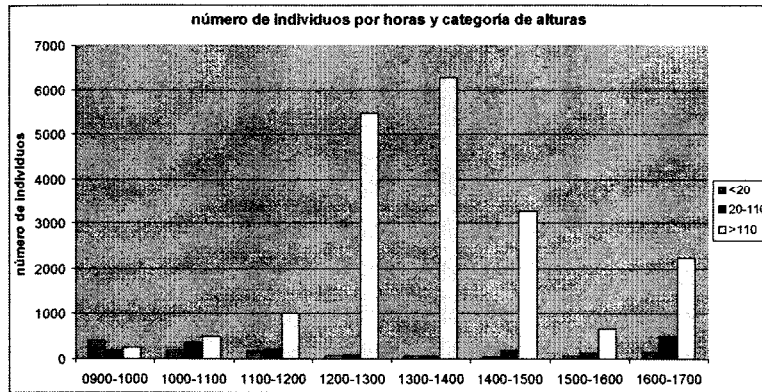
En la gráfica 8 se puede ver la distribución de los individuos durante los meses de Octubre y Noviembre en las tres diferentes categorías de altura que se han utilizado. En

esta gráfica también se puede ver el marcado pico de actividad que se encuentra en el mes de Octubre (más de 110 metros), durante el cual se concentra la mayor actividad del fenómeno migratorio, como lo comprueban otros estudios hechos en el área (observación personal), donde el 99% de la migración de rapaces y aves acuáticas se observa en el área durante el mes de Octubre.



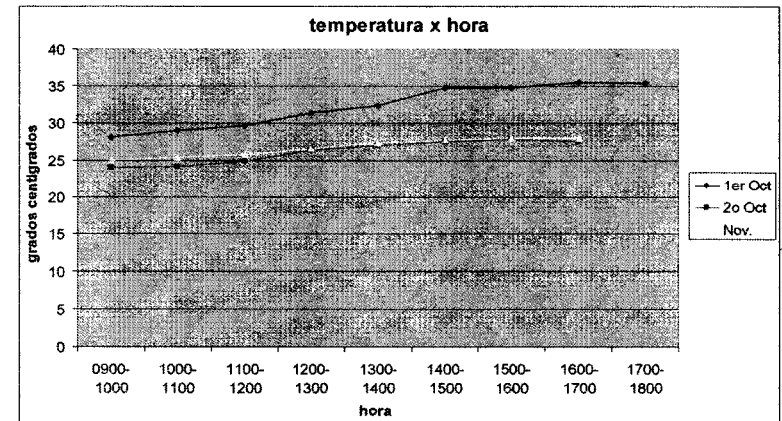
Gráfica 8.- Número de individuos por categorías de altura para cada mes de observación.

Por último, si vemos las alturas de vuelo a través de las diferentes horas del día, es muy marcado el comportamiento de las aves durante las horas más calientes del día, a partir del medio día hasta las cinco de la tarde, cuando el número de individuos aumenta al igual que el promedio de las alturas de vuelo y el número de individuos con alturas de vuelo bajas disminuye (Graf. 9). Pudiendo decir con esto que las horas más peligrosas para el vuelo de las aves con respecto al área que cubrirán las aspas de las eólicas son las primeras horas del día, antes de que las condiciones climáticas sean favorables para ellos.



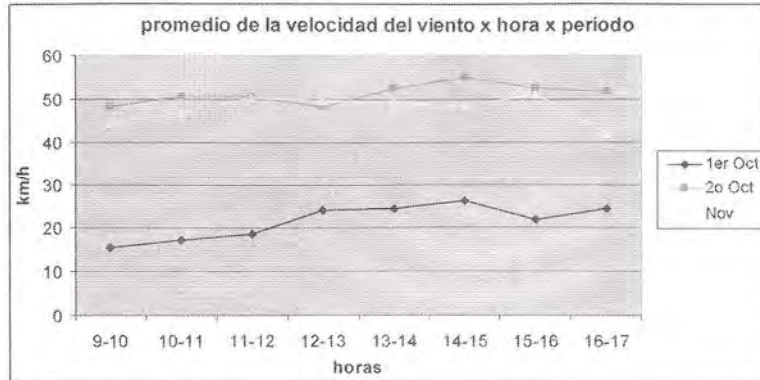
Gráfica 9.- Número de individuos por hora y categoría de altura.

Definitivamente hay condiciones climáticas que pueden ser observadas para reconocer y poder predecir las condiciones y alturas de vuelo potencialmente peligrosas para las aves, como son los días nublados y lluviosos en la región, no solamente en el área de estudio. Generalmente estas condiciones vienen asociadas a nubes bajas y poco viento, principalmente hacia el final de la temporada de huracanes y el principio de la temporada de frentes fríos, también conocidos como “nortes”. Estas condiciones normalmente se presentan en hacia el final de Octubre, el cual también es el mes de mayor actividad de aves migratorias. Otra situación que puede ser potencialmente peligrosa para la interacción ave-eólica es hacia fines del mes de Octubre y el mes de Noviembre (Graf. 10), cuando las bajas temperatura y los fuertes y constantes vientos del Norte se combinan para hacer que las formaciones de termales sean casi nulas y las alturas de vuelo pueden cambiar drásticamente de un día a otro o de un periodo a otro (Graf. 6).



Gráfica 10.- comportamiento de la temperatura por horas en los diferentes periodos de trabajo.

Aunado a este cambio de clima y condiciones ambientales se le puede agregar que el fenómeno de la migración de rapaces provenientes de la costa del Pacífico, el cual por cierto es prácticamente desconocido, arriba a la zona de las planicies del Istmo de Tehuantepec y en su intento por evitar los fuertes vientos en zonas abiertas y cerca de grandes cuerpos de agua, como son las lagunas Superior e Inferior, intentan utilizar las sierras. Para poder lograrlo, tienen que volar prácticamente en dirección Sur-Norte o Suroeste-Noreste, lo que significa volar de frente a fuertes ráfagas de viento, volviendo imposible para estos individuos el ganar alturas mayores de los 200 o 300 metros en el mejor de los casos (Graf. 11).

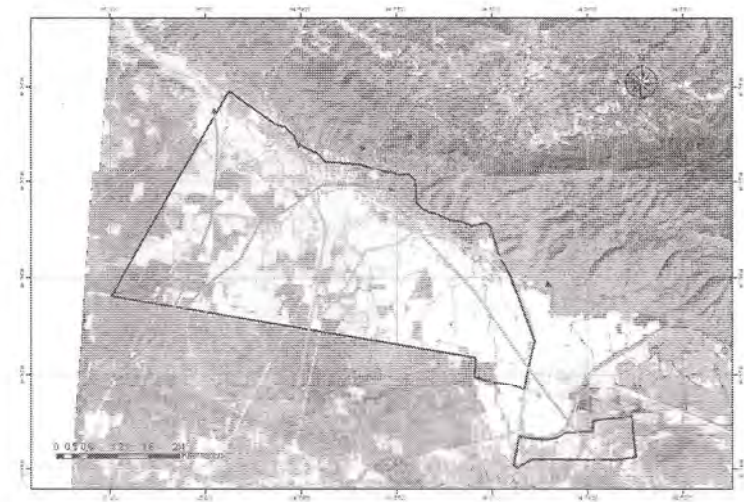


Gráfica 11.- Promedio de la velocidad del viento para cada periodo de trabajo y para cada hora.

5.8.2- Direcciones de Vuelo

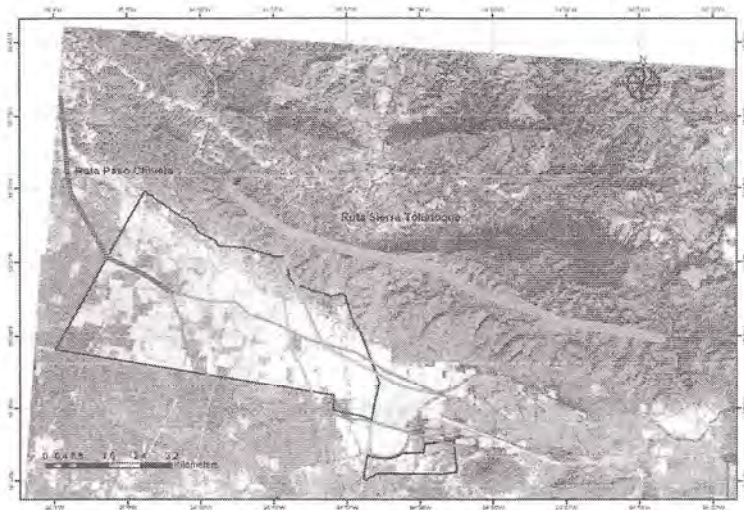
Este punto se puede abordar desde dos diferentes direcciones: especies residentes y especies migratorias (transéuntes e invernantes). Durante el estudio se observó el comportamiento de las diferentes especies que utilizaban las áreas de estudio.

Las especies residentes tienen un patrón muy definido de vuelo, el cual generalmente está relacionado con movimientos Norte-Sur y viceversa, así como otra ruta de vuelo la cual no importando el punto de entrada por el lado Sur en los polígonos siempre se dirige al Noreste, donde se encuentra el punto más cercano de los pies de la sierra, punto en el cual las aves ganan altura y los individuos generalmente abandonaban el área de estudio por el lado este (Mapa 2). Cuando los individuos que entraban por el Sur no seguían la ruta al Noreste, normalmente se dirigían directamente al Norte donde se perdían de vista en un paso entre las montañas conocido como "Paso Chivela". Muy pocos individuos fueron vistos volando en otras direcciones que no fueran las antes mencionadas, pero cuando ocurrió fue en dirección Noroeste y Suroeste. La mayoría de las especies residentes vistas en las zonas de estudio incluye a *Coragyps atratus*, la población residente de *Cathartes aura*, *Buteo albicaudatus*, *B. brachyurus*, *Caracara plancus*, *Bubulcus ibis* y la población residente de *Zenaidura macroura*. Las interacciones de estos individuos fue a alturas variables, las cuales van de los dos metros hasta más de 1,300 metros de altura.



Mapa 2.- Principales rutas de vuelo utilizadas por las especies residentes.

En el caso de las especies migratorias, las direcciones de vuelo son diferentes a las de los residentes, pero igualmente muy marcadas y generalmente a mayor altura, ya que la gran mayoría vienen saliendo de la parte alta de la sierra y pueden mantener esta altura por una cierta distancia. Como se ve en el apartado de punto fijo, la mayor parte de la migración que entra del lado del Golfo de México se mantiene al resguardo de la Sierra de Tolistoque cuando llegan a la parte Norte de la planicie costera del Pacífico, aunque algunas veces la fuerza del viento hace que algunos grupos e individuos dejen el resguardo de la sierra y se internen en la planicie costera. Otra ruta de acceso a la planicie costera del Pacífico y que pasa por los sitios de estudio es la del área conocida como "Paso Chivela". Estas especies migratorias siguen 3 direcciones en su paso por el área, no importando su ruta de entrada, las dos principales son Oeste-Este y Norte-Sureste (empezando desde el Norte y desviándose ligeramente al Sureste), y una menos utilizada como es la que va directo al Sur (Mapa 3).



Mapa 3.- Rutas de vuelo utilizadas por las especies migratorias. Los colores azul fuerte y verde claro son las principales rutas.

Cuando los vientos son muy fuertes las especies utilizan principalmente la ruta que va en dirección Sureste y de ser vientos muy violentos la ruta se vuelve más al Sur. Cuando el viento es más ligero y la migración muy fuerte, la ruta más utilizada es la que va paralela a la sierra y corre prácticamente de Oeste a Este. Para los individuos que salen por Paso Chivela la ruta más utilizada es la que va al Sureste, cruzando de esta manera la mayor parte de la propiedad de “La Mata”, aunque siempre a alturas que no se interponen con las alturas que tendrán los aerogeneradores. Cuando las parvadas sales de la sierra Tolistoque, solamente utilizan la parte Este de las propiedades, utilizando un menor tiempo dentro de las propiedades. Cabe mencionar que los individuos que dejan la cobertura de la sierra, normalmente buscan la siguiente “marca” de terreno para continuar su viaje, esta marca es el cerro conocido en la región como “La Llovizna”, el cual se encuentra al Sureste de las propiedades.

5.9- Riesgos de impacto

Como se puede ver en las tablas de abajo (4 y 5), además del número de individuos de cada grupo con potencial de colisión para todo el parque, de acuerdo a los promedios seleccionados, se encuentra juntos a ellos el número de individuos que podrían ser afectados por cada torre, tomando en cuenta que las condiciones sean las mismas para cada torre. Este número potencial de individuos para cada torre, principalmente para el porcentaje más alto (99%), el cual es el más aceptado, es muy bajo, aunque sin embargo la situación para cada torre puede variar y estos promedios también.

Tabla 4.- En la tabla se presenta el número de movimientos potencialmente fatales con las 38 turbinas de 110 metros (80 metros diámetro del rotor) que se levantarían en el sitio y el total de individuos para cada una que podrían ser afectados.

Grupos de especies	95%	98%	99%
Todos los indiv.	17.52/0.46	7.01/0.18	3.50/0.09
Rapaces	6.26/0.16	2.50/0.06	1.25/0.03
Acuáticas	1.80/0.04	0.72/0.02	0.36/0.009
Especies NOM-059	0.90/0.02	0.36/0.009	0.18/0.004

Tabla 5.- En la tabla se presenta el número de movimientos potencialmente fatales con las 75 turbinas de 72 metros (52 metros diámetro del rotor) que se levantarían en el sitio y el total de individuos para cada una que podrían ser afectados.

Grupos de especies	95%	98%	99%
Todos los indiv.	25.26 / 0.33	10.10 / 0.13	5.05 / 0.06
Rapaces	8.45 / 0.11	3.38 / 0.04	1.69 / 0.02
Acuáticas	0.16 / 0.002	0.06 / 0.0008	0.03 / 0.0004
Especies NOM-059	0.92 / 0.01	0.37 / 0.0049	0.18 / 0.002

En relación a las dos diferentes alturas de torres, como se puede ver en las tablas 4 y 5, al parecer y debido a la mayor superficie de área que las aspas en las torres de 110 metros ocupan, la posibilidad de colisiones se incrementa a un poco más de un tercio y en algunos casos al doble por torre comparado con las de 72 metros. Como se dijo anteriormente hay muchos otros factores a considerar antes de poder decir que estos modelos son totalmente confiables.

Considerando que el estudio se llevó a cabo durante la mitad de la temporada de otoño, aunque abarcando el pico de la migración en el mes de Octubre, cuando el área también tiene la mayor diversidad y abundancia de individuos en comparación con el resto del año, por la llegada de las especies migratorias, se esperaba que en otras épocas del año estos promedios fueran menores. En los anexos 2 y 3 se puede encontrar a todas las especies registradas dentro del rango de las aspas y sus riesgos de colisión para los dos escenarios (aerogeneradores de 110 y 72 metros).

Estos resultados obtenidos, comparados con otros sitios en el mundo, tienen bajos promedios en los riesgos de colisión, aunque como se dijo anteriormente las condiciones para cada sitio son diferentes y difíciles de comparar.

5.10- Uso de Hábitat

Cuando las aves deciden tomar rutas para distribuirse geográficamente, lo hacen motivadas por obtener un beneficio del costo energético que emplearán al moverse de un sitio a otro. Lo que las especies buscan con este movimiento es aprovechar los recursos ambientales que no encuentran en el lugar en el que se encuentran y que les ayude a satisfacer sus necesidades básicas: reproducción, alimentación y descanso.

Dentro del sitio existen aún algunos parches que contienen vegetación importante para estos individuos: selva baja caducifolia. Los remanentes de este tipo de vegetación atraen a una alta diversidad y número de aves, lo cual es necesario considerar conservar *a priori*. Los parches de vegetación junto con el agua existente dentro de los terrenos son de gran atractivo para las aves migratorias y residentes, incluyendo varias especies de garzas y otras aves acuáticas; que al migrar o invernar utilizan estos sitios para descanso, alimentación e incluso pernoctar y por su parte las residentes lo usan para llevar a cabo todo su ciclo de vida.

Como era de esperarse, varias especies de aves residentes y migratorias utilizan los terrenos sembrados de sorgo para alimentarse, tanto de los granos como de insectos

existentes en su interior. De manera conspicua *Zenaida asiatica*, *Spiza americana*, *Tyrannus forficatus* y *Passerina cyanea* y algunas especies de mosqueros y otros semilleros, todas ellas especies migratorias. Entre las residentes, el uso de estos cultivos es menos extenso, siendo algunos gorriones los únicos encontrados utilizando estos sorgales. Por otra parte, la gran mayoría de las especies registradas utilizan la vegetación existente o en su defecto la zona de ecotono (orilla), incluyendo a las cercas vivas.

Las rapaces encontradas utilizan la mayoría del tiempo los terrenos solo para trasladarse, aunque algunas de ellas fueron observadas cazando, principalmente en los terrenos abiertos utilizados para la ganadería. Entre las especies observadas cazando podemos mencionar a *Falco peregrinus*, *Accipiter cooperi*, *Falco sparverius*, *Caracara plancus*, *Buteo brachyurus*, de manera intensa *Buteo albicaudatus*, esta especie es la rapaz residente que más utiliza estos terrenos para cacería, la cual realizan manteniéndose sostenidos en el aire y dejándose caer cuando localizan a la presa. De las cinco rapaces mencionadas anteriormente, las dos primeras son migratorias y las tres últimas son residentes.

5.11- Anidación

A pesar de que el otoño se encuentra fuera de la temporada reproductiva para las especies residentes, durante los recorridos llevados a cabo se han podido encontrar signos de que varias especies utilizan los terrenos de la propiedad para anidar, tanto en sitios con cobertura vegetal, como en las cercas vivas y las zonas abiertas, siendo las zonas cercanas a cuerpos de agua y en las que tiene la vegetación más densa en las que se han encontrado más indicios de esta actividad. Durante los recorridos se han encontrado nidos de calandrias (*Icterus gularis* e *I. pustulatus*), conspicuos por su gran tamaño y ubicación en las parte externas de ramas de árboles, nidos de alguna especie de la familia Trogloditidae, localizados siempre en arbustos espinosos y con una forma muy peculiar, otros nidos encontrados son los de alguna especie de torcacita (*Columbina sp.*). Se espera que durante las visitas de primavera se puedan localizar mas nidos, además de que algunas especies ya estarán empezando la temporada de anidación, lo cual hará más fácil

encontrarlas y saber con exactitud quienes utilizan los terrenos para llevar a cabo esta parte de su ciclo anual.

5.12- Posibles impactos a nivel regional

Comparando la potencial causa de mortalidad por las turbinas, tanto como la mortalidad natural y el promedio de reclutamiento de cada especie afectada, mide efectivamente la importancia ecológica de las muertes causadas por turbinas. Haciendo esto reditúa estimaciones del grado al cual las turbinas afectan adversamente el tamaño de la población de una especie, su estabilidad y distribución. De cualquier manera, hacer esto requiere de extensa información acerca de la distribución y demografía de las poblaciones que ocurren en y alrededor de las propiedades estudiadas. El simple hecho de contar aves vivas en las propiedades es inadecuado para el propósito de conocer posibles impactos en las poblaciones a nivel regional, porque los números de diferentes especies cambiarán dramáticamente dependiendo de la temporada. Las simples estimaciones serán muchas veces sobre o sub estimadas por los individuos o especies que viven una parte de sus vidas o del año en otras regiones. Los terrenos de las granjas eólicas puede que afecten directamente un número de especies que ocurren sobre una gran extensión geográfica.

Entonces, la escala geográfica requerida para estimar impactos en las especies debe ser mucho más grande que el tamaño de los terrenos estudiados. Por el alcance de este estudio y del área muestreada, no será fácil hacer inferencias a nivel de poblaciones o la evaluación de posibles impactos, pero es importante considerar que estos impactos son posibles y deberían de ser estimados con mucho más trabajo adicional y que tal vez debería de ser echo a un nivel realmente regional.

Entre las especies que pueden recibir algún impacto en la granja eólica, las rapaces locales y algunas migratorias son probablemente las que podrían despertar una mayor preocupación, no solamente porque algunas de ellas están bajo protección de acuerdo a las leyes ambientales, si no también por sus hábitos de vuelo y cacería. Entre las especies observadas en las áreas de trabajo y que podrían tener problemas a futuro, tanto porque el

tamaño natural de sus poblaciones no son muy grandes y por sus hábitos de cacería y constante uso de los terrenos, son los gavilanes y aguilillas del genero *Buteo* residentes. Especial interés se tiene que poner en las poblaciones de pericos (*Aratinga* sp.) ya que estos utilizan de manera constante el área de estudio, principalmente cuando se encuentran en época de reproducción (obs. pers.). Por otra parte, el poco conocimiento que se tiene sobre las aves residentes pequeñas que utilizan la vegetación existente para llevar a cabo sus ciclos de vida, aunque no son especies que vuelen fuera de la cobertura de la vegetación, no se sabe el efecto que puedan tener las construcciones y la pérdida de hábitat, por mínima que esta sea.

6- CONCLUSIONES

Con los resultados de la temporada de otoño todavía no es posible predecir con exactitud los impactos potenciales del proyecto en las poblaciones de aves. Sin embargo se considera que la posible colisión de aves con los aerogeneradores durante la temporada de migración de otoño podría existir, aunque por lo observado en el campo y los resultados obtenido con la utilización de modelos de riesgo de colisión, no se espera que el número de colisiones sea alta y provoque impactos negativos en las poblaciones de aves. No obstante y debido a la riqueza y abundancia de aves registradas en el sitio de estudio, especialmente durante las temporadas migratorias y la de invernación, será importante mantener un monitoreo, tanto de algunas poblaciones residentes como del fenómeno migratorio por el área de estudio y la zona de influencia.

Los modelos de riesgo de colisión son nada más una herramienta en los procesos de evaluación y los resultados de estos modelos tienen mucha incertidumbre. Además, esta aproximación para conocer los posibles riesgos de colisión por medio de la utilización de un modelo es el primero en Latino América.

En el caso de las especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), en el predio se encontró un alto número de especies bajo algún

grado de protección (15), lo que hace del trabajo un reto mayor, debido a que tiene una mayor cantidad de variables de conservación a considerar. Siete (7) de estas especies son migratorias y casi en su totalidad rapaces, las cuales solamente se encuentran en el área de paso, aunque también hay que mencionar que estas especies fueron registradas volando a la altura de las aspas, aunque en números muy pequeños. Las especies residentes son las que probablemente estarían más bajo presión debido a la mayor interacción con los aerogeneradores.

Las especies que se encuentran en las listas de CITES y IUCN, se encuentran casi en su totalidad en las categorías más bajas de atención. Para la lista del CITES se encontraron 24 especies en su distintas categorías. El halcón peregrino en el Apéndice I, el cual utiliza el área de paso, pudiendo en algunas ocasiones pasar pocos días en el Istmo antes de seguir su viaje migratorio. Las 23 especies restantes se encuentran en el Apéndice II, lo cual las mantiene bajo observación debido a la fragilidad de sus poblaciones en caso de existir un comercio excesivo. Para las especies registradas en la lista del IUCN, casi todas estas se encuentran en la categoría de Casi Amenazadas, la cual es la categoría mas baja y se refiere a especies a las que hay que mantener vigiladas para que sus poblaciones no caigan por debajo del mínimo crítico.

En lo que respecta a las especies endémicas, cabe mencionar que de las cuatro (4) especies endémicas a México, todas tienen poblaciones muy localizadas y amenazadas por la pérdida de hábitat, específicamente la selva baja caducifolia, el tipo de vegetación más extendido en la planicie del Pacífico. Estas especies pueden ser importantes indicadoras del estado de salud de los ecosistemas existentes.

En el caso de las aves residentes y de las migratorias invernantes (incluidas algunas transeúntes), el riesgo potencial de colisión con los aerogeneradores, se debe principalmente al comportamiento de vuelo, de caza, al uso del hábitat que hacen del sitio y específicamente para las especies que vuelan en terrenos abiertos o migran por el área, las condiciones climáticas pueden influir también.

Hablando específicamente de la migración de rapaces y aves acuáticas que existe por la zona, esta se encuentra más confinada a la Sierra de Tolistoque, la cual se encuentra al Norte de los predios de estudio. En algunas ocasiones, pequeños grupos dejan la protección de los cerros y es cuando cruzan por las propiedades, aunque también existe otro corredor utilizado por las rapaces y acuáticas migratorias, el área conocida como "Paso Chivela", por donde las aves llegan del Norte y generalmente utilizan la porción Oeste de la propiedad que se encuentra en el ejido de La Mata. Definitivamente hay una relación entre las condiciones climáticas y las alturas de vuelo, por ejemplo, con condiciones de lluvia y nubes bajas las aves no encuentran termales, además de que intentan volar fuera de la zona de tormenta. Otro factor que influye en la altura de vuelo son las bajas temperaturas y los fuertes vientos que acompañan a los fenómenos de "Norte", los cuales generalmente se presentan hacia fines de Octubre y Noviembre, lo cual obliga a los individuos a volar más bajo de lo normal.

Por último, para poder conocer el impacto que las granjas eólicas puedan tener sobre las poblaciones de aves, es necesario llevar a cabo estudios más rigurosos acerca de estos aspectos.

7- RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones al Proyecto Energía del Istmo-EDF Energies Nouvelles, están basadas en una evaluación realizada en el sitio y en una revisión de la literatura relacionada con la avifauna que habita los terrenos del Proyecto y en lo que se conoce acerca de los riesgos potenciales que para las aves significa el desarrollo de la energía eólica en los Estados Unidos y Europa.

- El monitoreo constante en el parque eólico, proveerá información para el mejor entendimiento de las relaciones entre los niveles en la posible mortalidad de aves, los cuales puedan ayudar a determinar los factores más influyentes en las potenciales causas de impacto.

- Dentro del área del proyecto, la red eléctrica que conecta a las turbinas debe ser enterrada y todas las conexiones eléctricas superficiales desde el sitio y la subestación hasta las líneas de transmisión.
- Se recomienda que en la medida de lo posible las torres meteorológicas permanentes sean independientes, sin cables de sostén, a fin de evitar potenciales colisiones con aves.
- Se debe minimizar el tamaño de los caminos de acceso y de las áreas de emplazamiento de las turbinas, a fin de alterar la menor cantidad de hábitat posible. Una vez terminada la construcción, se debe permitir (o incluso alentar) la regeneración del hábitat natural o agrícola, hasta la menor distancia posible de las turbinas y caminos, a fin de minimizar, donde se requiera, la fragmentación del hábitat y los impactos por alteración o desplazamiento.
- En el caso de la migración nocturna, de la cual se conoce prácticamente nada en la zona y en el país en general, la iluminación de las turbinas y otras estructuras (subestaciones, edificios) deberá ser mínima, a fin de reducir el potencial para la atracción de las especies que migran durante la noche. La iluminación nocturna debe ser con luces intermitentes (rojas o blancas), con el máximo período de apagado permisible. Para la señalización nocturna no deben utilizarse luces de encendido permanente. Tampoco deben utilizarse en ninguna de las instalaciones (por ejemplo en las áreas de acopio o en las subestaciones) lámparas de vapor de sodio, ni focos reflectores, excepto cuando así lo exija alguna emergencia de mantenimiento.
- Debido a que en el sitio anidan especies amenazadas y en peligro de extinción (como es el caso del gorrion de Sumichrast), una especie en peligro de extinción, que es además común en algunas partes del área, se debe llevar a cabo un estudio de las aves que anidan en el lugar, a fin de determinar la distribución y densidad de estas especies. Dicho estudio debe incluir la confección de mapas que indiquen

la distribución de estas y otras especies de aves con relación a las localidades donde se propone hacer caminos y colocar las turbinas. Los resultados de este estudio serán utilizados para evitar o mitigar el impacto a estas especies, o su desplazamiento.

- Para evitar que la especie antes mencionada (*Aimophila sumichrasti*), sufra una mayor perturbación, se recomienda evitar construir en los remanentes de selva baja caducifolia y las áreas con matorral denso durante las temporadas de anidación de la especie. Esta temporada abarca de Junio a Septiembre, estando coordinada esta temporada de reproducción con el principio de la temporada de lluvias.
- Debido al considerable número de rapaces migratorias que transitan en las inmediaciones del sitio del Proyecto y en algunos días sobre el sitio, se debe llevar a cabo un estudio más prolongado de la migración de aves de presa, a fin de mejorar la comprensión de los patrones y alturas de vuelo de estas aves. Entre las cuestiones de especial interés a investigar están la variación de las estrategias que usan las aves a medida que varía la intensidad del viento (y la temperatura). Así como la medida en la que estas aves usan el lugar durante la migración de primavera. Este estudio también consideraría al resto de las aves migratorias diurnas, y obtendría información acerca del uso que hacen del lugar como sitio de descanso, los patrones de caza de las aves de presa residentes, y las rutas de vuelo de los diferentes pericos.
- El estudio de las fatalidades por colisión (luego de instalado el parque eólico) permitiría obtener información acerca del monto total de colisiones y las características de esas fatalidades, así como determinar el impacto biológico potencial acumulativo que pudiera tener el futuro desarrollo de los parques eólicos en México y los países de Centroamérica. Además de ayudar a corroborar los modelos de riesgo, o en su defecto aprender si las condiciones en los trópicos

influyen de manera diferente a las utilizadas en estos modelos en los países del norte del continente y Europa.

- La remoción de cadáveres fuera del área de influencia de las torres es importante, ya que la presencia de estos es un gran atractivo para una gama de especies de aves. Esto se podría dar debido a la presencia de pequeños hatos en los terrenos en que se ubicaran los aerogeneradores.
- Por último, pero no por eso menos importante, el pintar patrones distintos y fuera de lo convencional en las aspas puede ayudar a que las aves las puedan detectar con mayor facilidad. De preferencia el usar color negro en las aspas aumenta la probabilidad de que las aves las detecten antes de llegar a ellas, ya que la pintura negra contra el fondo blanco tiene el mayor grado de contraste.

8- LITERATURA CONSULTADA

Band, W., Madders, M. & Whitfield, D. P. 2005. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: de Lucas, M, Janss, G. & Ferrer, M. (eds). *Birds and Wind Power*. Lynx Edicions, Barcelona.

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

Birdlife International. 2007. Species factsheet: *Aimophila sumichrasti*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>

Birdlife International. 2007. Species factsheet: *Contopus cooperi*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>

Birdlife International. 2007. Species factsheet: *Passerina ciris*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>

Birdlife International. 2007. Species factsheet: *Vireo bellii*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>

CITES 2007. Convention on International Trade of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III (valid from 13 September 2007). www.cites.org/eng/app/e-appendices.pdf.

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

Phillips, A. R. 1962b. Notas sistemáticas sobre aves Mexicanas. I. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. 32: 333-381.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, S.A. México. 431 pp.

SEMARNAT. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas en peligro de extinción, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, 448 (10): 2-60

Sibley, D. A. 2000. The Sibley guide to birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf Inc. New York. 544 p.

Stressman, E. 1954. Ferdinand Deppe's travels in Mexico, 1824-1829. Condor 56:86-92.

9- ANEXOS

ANEXO I. Listado de las 147 especies de aves registradas para la propiedad. También se menciona la estacionalidad, estado de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2001, CITES y IUCN.

ESPECIES	Estatus	NOM-059	CITES	IUCN
Podicipedidae (1)				
Tachybaptus dominicus	R	Pr		
Pelecanidae (2)				
Pelecanus occidentalis	R			
Pelecanus erythrorhynchos	T			
Fregatidae (1)				
Fregata magnificens	R			
Ardeidae (6)				
Ardea herodias	I			
Casmerodius albus	R/I			
Egretta thula	R/I			
Egretta caerulea	R/I			
Bubulcus ibis	R			
Butorides virescens	R			
Threskiornithidae (2)				
Eudocimus albus	R/I			
Platalea ajaja	I			
Ciconiidae (1)				
Mycteria americana	T	Pr		
Anatidae (3)				
Dendrocygna autumnalis	R			
Anas discors	I			
Anas crecca	I			
Cathartidae (2)				
Cathartes aura	R/I			
Coragyps atratus	R			
Accipitridae (15)				
Pandion haliaetus	I			Apéndice II
Chondrohierax uncinatus	R/I	Pr		Apéndice II
Circus cyaneus	I			Apéndice II
Parabuteo unicinctus	R	Pr		Apéndice II
Accipiter cooperi	T	Pr		Apéndice II
Accipiter striatus	T	Pr		Apéndice II
Buteogallus urubitinga	R	Pr		Apéndice II

Buteo magnirostris	R		Apéndice II	
Buteo brachyurus	R		Apéndice II	
Asturina nitida	R		Apéndice II	
Buteo albicaudatus	R	Pr	Apéndice II	
Buteo jamaicensis	I		Apéndice II	
Buteo albonotatus	I	Pr	Apéndice II	
Buteo swainsoni	T	Pr	Apéndice II	
Buteo platypterus	T	Pr	Apéndice II	
Falconidae (4)				
Caracara plancus	R		Apéndice II	
Falco peregrinus	T	Pr	Apéndice I	
Falco sparverius	I		Apéndice II	
Falco columbarius	T		Apéndice II	
Rallidae (1)				
Fulica americana	R/I			
Cracidae (1)				
Ortalis poliocephala *	R			
Phasianidae (1)				
Colinus virginianus	R			
Burhinidae (1)				
Burhinus bistriatus	R			
Charadriidae (1)				
Charadrius vociferus	I			
Scolopacidae (6)				
Tringa melanoleuca	I			
Bartramia longicauda	T			
Actitis macularia	I			
Calidris minutilla	I			
Calidris mauri	I			
Calidris melanotos	T			
Columbidae (7)				
Columba livia	R			
Columba flavirostris	R			
Columbina passerina	R			
Columbina inca	R			
Zenaida asiatica	R/I			
Zenaida macroura	R/I			
Leptotila verreauxi	R			
Psittacidae (2)				

Aratinga holochlora/streua	R	A	Apéndice II	
Aratinga canicularis	R	Pr	Apéndice II	
Cuculidae (5)				
Coccyzus americanus	T			
Coccyzus minor	R			
Crotophaga sulcirostris	R			
Morococcyx erythropygus	R			
Geococcyx velox	R			
Strigidae (1)				
Glauclidium brasilianum	R		Apéndice II	
Caprimulgidae (2)				
Chordeiles acutipennis	R/I			
Nyctidromus albigollis	R			
Apodidae (2)				
Chaetura vauxi	R/I			
Aeronautes saxatalis	R			
Trochilidae (3)				
Anthracothorax prevostii	I		Apéndice II	
Cyananthus latirostris	R		Apéndice II	
Archilochus colubris	I		Apéndice II	
Trogonidae (1)				
Trogon citreolus *	R			
Alcedinidae (1)				
Ceryle alción	I			
Picidae (1)				
Melanerpes aurifrons	R			
Tyrannidae (16)				
Camptostoma imberbe	R			
Contopus borealis	T			CA
Contopus sordidulus	T			
Empidonax trailli	T			
Emp flaviventris	T			
Empidonax oberholseri	I			
Empidonax minimus	I			
Myiarchus tuberculifer	R/I			
Myiarchus nuttingi	R			
Myiarchus tyrannulus	R/I			
Tyrannus melancholicus	R			
Tyrannus vociferans	I			

Tyrannus verticalis	I			
Tyrannus forficatus	I			
Myiozetetes similis	R			
Pitangus sulphuratus	R			
Hirundinidae (8)				
Tachycineta albilinea	R/I			
Tachycineta thalassina	T			
Steigodopterix serripennis	R/I			
Riparia riparia	T			
Petrochelidon pyrrhonota	T			
Hirundo rustica	I			
Progne chalybea	R			
Progne subis	T			
Corvidae (2)				
Calocitta formosa	R			
Corvus corax	R			
Troglodytidae (2)				
Campylorhynchus rufinucha	R			
Thryothorus pleurostictus	R			
Sylviidae (2)				
Poliophtila albiloris	R			
Poliophtila caerulea	I			
Turdidae (1)				
Turdus grayi	R			
Mimidae (2)				
Dumetella carolinensis	I			
Mimus gilvus	R			
Vireonidae (3)				
Vireo griseus	I			
Vireo belli	I			CA
Vireo philadelphicus	I			
Emberizidae (29)				
Parulinae (14)				
Vermivora peregrina	I			
Vermivora celata	I			
Vermivora ruficapilla	I			
Vermivora luciae	I			
Parula americana	I			
Dendroica petechia	I			
Dendroica coronata	I			

Dendroica virens	I			
Dendroica magnolia	I			
Oporornis tolmiei	I			
Seiurus noveboracensis	I			
Geothlypis trichas	I			
Geothlypis poliocephala	R			
Icteria virens	I			
Thraupinae (4)				
Euphonia affinis	R			
Piranga ludoviciana	I			
Piranga rubra	I			
Piranga olivacea	V			
Emberizinae (5)				
Ammodramus savannarum	I			
Aimophila ruficauda	R			
Aimophila sumichrasti *	R	P		CA
Melospiza lincolni	I			
Chondestes grammacus	I			
Cardinalinae (6)				
Phenicus ludovicianus	I			
Passerina caerulea	R/I			
Passerina cyanea	I			
Passerina ciris	I			CA
Passerina leclancherii *	R			
Spiza americana	I			
Icteridae (10)				
Agelaius phoeniceus	R			
Stumella magna	R			
Icterus gularis	R			
Icterus spurius	I			
Icterus pustulatus	R			
Icterus galbula	I			
Dives dives	R			
Quiscalus mexicanus	R			
Molothrus aeneus	R/I			
Molothrus ater	R/I			

Definiciones de Estacionalidad: R=Residente, I=Invernante, R/I=Residente-invernante, T=Transeúnte.
Definiciones de la NOM-059: Pr=Protección especial, A=Amenazada, P=Peligro de extinción
CITES= Apéndice I- amenazadas globalmente. Apéndice II- especies no amenazadas, pero si su comercio no se regula puede afectarlas
IUCN= CA- Casi Amenazada
 *: Endémicos

Anexo 2. Resumen de todas las especies con probabilidad de colisión, utilizando la información para las torres de 110 metros de altura.

	95%	98%	99%
Zenaida asiatica	5.64	2.26	1.12
Cathartes aura	4.72	1.88	0.94
Hirundo rustica	2.12	0.84	0.42
Pelecanus erythrorhynchos	1.69	0.68	0.34
Tachycineta thalassina	0.89	0.36	0.18
Coragyps atratus	0.48	0.19	0.10
Bubulcus ibis	0.35	0.14	0.07
Buteo albicaudatus	0.26	0.10	0.05
Buteo swainsoni	0.25	0.10	0.05
Spiza americana	0.20	0.08	0.04
Accipiter cooperi	0.14	0.06	0.02
Chondrohierax uncinatus	0.10	0.04	0.02
Falco sparverius	0.08	0.03	0.02
Buteo jamaicensis	0.07	0.02	0.01
Chaetura vauxi	0.07	0.02	0.01
Archilochus colubris	0.06	0.02	0.01
Casmerodius albus	0.04	0.02	0.01
Corvus corax	0.04	0.02	0.01
Falco peregrinus	0.04	0.02	0.01
Mycteria americana	0.02	0.01	0.006
Buteo nitidus	0.02	0.01	0.006
Buteo platypterus	0.02	0.01	0.006
Caracara plancus	0.02	0.01	0.006
Aratinga holochlora/strenua	0.02	0.01	0.006
Tringa melanoleuca	0.02	0.01	0.006
Accipiter striatus	0.01	0.005	0.002
Egretta caerulea	0.01	0.005	0.002
Passerina cyanea	0.01	0.005	0.002
Quiscalus mexicanus	0.01	0.005	0.002
Tachycineta albilinea	0.01	0.005	0.002
Tyrannus forficatus	0.01	0.005	0.002

Anexo 3. Resumen de todas las especies con probabilidad de colisión, utilizando la información para las torres de 110 metros de altura.

	95%	98%	99%
Zenaida asiatica	9.51	3.81	1.90
Cathartes aura	6.85	2.74	1.37
Hirundo rustica	2.49	0.93	0.47
Tachycineta thalassina	2.29	0.92	0.46
Bubulcus ibis	1.44	0.58	0.29
Spiza americana	0.38	0.15	0.08
Buteo swainsoni	0.36	0.14	0.07
Coragyps atratus	0.34	0.14	0.07
Chaetura vauxi	0.22	0.09	0.04
Buteo albicaudatus	0.20	0.08	0.04
Falco sparverius	0.20	0.08	0.04
Chondrohierax uncinatus	0.16	0.06	0.03
Archilochus colubris	0.11	0.04	0.02
Buteo jamaicensis	0.09	0.04	0.02
Falco peregrinus	0.09	0.04	0.02
Casmerodius albus	0.07	0.03	0.01
Accipiter striatus	0.05	0.02	0.01
Accipiter cooperi	0.05	0.02	0.01
Tyrannus forficatus	0.05	0.02	0.01
Corvus corax	0.05	0.02	0.01
Egretta thula	0.04	0.01	0.007
Caracara plancus	0.04	0.01	0.007
Tringa melanoleuca	0.04	0.01	0.007
Zenaida macroura	0.04	0.01	0.007
Tachycineta albilinea	0.04	0.01	0.007
Egretta caerulea	0.02	0.007	0.004
Buteo brachyurus	0.02	0.007	0.004
Passerina cyanea	0.02	0.007	0.004
Quiscalus mexicanus	0.02	0.007	0.004