

**ANEXO 5.3**  
**Evaluación de Riesgo para Aves, Murciélagos y Mariposas**  
**Monarca del Parque de Energía Eólica de Coahuila**  
**Coahuila, México**

---

**Preparado para:**  
**EDP Renovables de Norte América LLC**  
808 Travis Street, Ste. 700  
Houston, TX, USA, 77002

---

**Preparado por:**  
**Caleb Gordon y Allison Poe**  
**Traducción: Sofía Agudelo**  
Western EcoSystems Technology, Inc.  
13001 S. H. 71 West, Ste. 102  
Austin, TX, USA, 78738

**Junio 27, 2014**



*Documento Borrador Pre-Decisión - Privilegiado y Confidencial - Prohibida su  
Distribución*

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El riesgo de impactos adversos sobre aves, murciélagos y mariposas monarca como producto de la construcción y operación del Parque de Energía Eólica de Coahuila (el Proyecto), fue evaluado por personal experto de Western EcoSystems Technology, Inc., Inc., en la interacción vida silvestre-energía eólica, sirviéndose de los datos provenientes de un estudio de 14 meses de duración llevado a cabo en el área propuesta para el proyecto y sus alrededores, dentro del marco de la literatura relevante disponible. El trabajo de campo, que incluyó una variedad de técnicas de muestreo para documentar en la mayor medida posible la utilización del sitio y sus hábitats por parte de aves, murciélagos, y mariposas monarca, fue diseñado y conducido por biólogos de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con el fin de proveer una base robusta para la evaluación de riesgo. Estos datos de utilización fueron enriquecidos con datos de alturas de vuelo para proveer información adicional acerca de la exposición potencial de aves y murciélagos a riesgos de colisión con los rotores de las turbinas de viento. A lo largo de este estudio de campo, se documentaron 139 especies de aves y 17 especies de murciélagos en el sitio y áreas adyacentes. De estos totales, 14 especies de aves y una de murciélagos, están protegidas bajo las normas del Gobierno Federal Mexicano, La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, o ambos. Un total de 832 mariposas monarca fue registrado en el sitio de estudio durante el transcurso del trabajo de campo conducido en el otoño del 2013, con un pico de abundancia observado en el mes de octubre. Ninguna mariposa monarca fue observada en el sitio de estudio durante los muestreos conducidos en la primavera. Los métodos y resultados del estudio de campo se presentan un anexo dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para el Proyecto.

La conclusión general de la evaluación de riesgo es que hay una baja probabilidad de impactos adversos significativos sobre cualquier especie de ave o murciélago protegida o no protegida, o sobre las mariposas monarca, como resultado del Proyecto. Igualmente, hay una baja probabilidad de efectos negativos significativos producidos por pérdida o fragmentación del hábitat, debido a la huella de impacto relativamente pequeña del proyecto, y al bajo nivel de sensibilidad a disturbios antropogénicos del hábitat de matorral arbustivo del desierto Chihuahuense. El potencial para efectos significativos de desplazamiento es bajo, con base en la poca sensibilidad a efectos de desplazamiento observada en aves acuáticas en otras instalaciones eólicas, aunque algunos impactos pueden evidenciarse en las áreas circundantes a las turbinas de viento, en caso de que éstas sean ubicadas en proximidad a la Presa el Tullillo. El potencial de mortalidad significativa resultante de colisiones con turbinas de viento es bajo para aves y mariposas monarca, y de bajo a moderado para murciélagos, con un amplio rango de incertidumbre, especialmente para murciélagos. Algún nivel de mortalidad de aves, murciélagos y mariposas monarca, se espera como resultado del desarrollo y operación del parque propuesto, pero es poco probable que esta mortalidad exceda los niveles promedio observados en otros parques eólicos de Norte América, y que tenga efectos negativos a nivel de poblaciones. Es probable que la mortalidad de aves por colisión se evidencie casi exclusivamente para especies abundantes y comunes que generalmente vuelan a las alturas de barrido del rotor de las turbinas de viento comerciales. Estas especies incluyen las aves residentes como zopilotes y cuervos, varias especies de aves rapaces comunes que invernan en pequeñas densidades en el sitio y sus alrededores, y varias especies de aves migratorias

nocturnas. La utilización del sitio por parte de especies de aves protegidas internacional o nacionalmente es baja, y es muy poco probable que estas especies experimenten impactos adversos significativos, aunque impactos menores por desplazamiento y/o colisiones son posibles en algunos casos.

Con base en los datos de pre-construcción presentados en el reporte de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y en el examen de patrones comportamentales y características morfológicas especie-específicas, se puede concluir que es poco probable que alguna población de especies de murciélago protegidas o no protegidas sufra impactos adversos significativos como resultado del Proyecto. Se espera alguna mortalidad de murciélagos por colisiones con turbinas de viento, y algunos impactos producidos por pérdida y/o fragmentación del hábitat, pero es de predecir que estos impactos sean menores y que no generen efectos negativos a nivel de poblaciones de ninguna especie de murciélago. Una advertencia importante que hay que tener en cuenta con respecto al riesgo de colisión, es que el grado de incertidumbre relacionado con murciélagos y mariposas monarca es mucho mayor que el relacionado con la avifauna, debido a los vacíos de información y en el caso de los murciélagos, a una mayor dificultad en su detección e identificación. Debido a tales limitaciones, no se puede descartar la existencia de efectos moderados sobre estos taxones.

## **INTRODUCCIÓN**

Eólica de Coahuila (EDC), ha propuesto la construcción del Parque Eólico de Coahuila (PEC), en la vecindad del poblado de Hipólito, en el Estado de Coahuila. EDC contrató los servicios de Western EcoSystems Technology, Inc. (WEST), para conducir un estudio de evaluación de riesgos para aves, murciélagos y mariposas monarca (*Danaus plexippus*) del PEC en la fase pre-construcción. La evaluación de riesgos conducida por personal de WEST experto en interacciones vida silvestre- energía eólica en Estados Unidos, México y Latinoamérica, debía estar basada en los datos de caracterización faunística de aves, murciélagos y mariposas monarca recolectados por investigadores de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Monterrey, Nuevo León, México, durante el trabajo de campo conducido en el sitio y áreas adyacentes a lo largo de 14 meses de muestreo, entre marzo del 2013 y abril del 2014, así como en mapas y otros documentos con descripciones detalladas del proyecto propuesto, todo esto contextualizado en el marco de la literatura técnica relevante. Adicionalmente, el personal de WEST y de EDC se reunió con investigadores de la UANL, para discutir los resultados del estudio de campo y para definir los términos de la colaboración entre UANL y WEST y los delineamientos de los reportes presentados por ambas entidades, incluidos como apéndices dentro de la MIA a someter por EDC a la Secretaría Mexicana del Medioambiente y los Recursos Naturales (SEMARNAT) para el PEC. El presente reporte contiene la evaluación de riesgo para aves, murciélagos y mariposas monarca en el PEC conducida por WEST. Una descripción completa de la metodología, la intensidad de muestreos, y los resultados del trabajo de campo que sirvió como base para este análisis de riesgo para los tres taxones mencionados, se presenta por separado en el reporte de la UANL, incluido en esta MIA en el Anexo 4.3.

En concordancia con el Apéndice I del documento guía para la preparación de MIAs para proyectos de generación y transmisión de energía, publicado por la SEMARNAT, los objetivos

principales del estudio son: 1) determinar la composición faunística en el ambiente potencialmente afectado por el proyecto propuesto, 2) identificar y abordar los riesgos potenciales que el proyecto propuesto podría tener sobre especies protegidas bajo las normas del Gobierno Federal Mexicano, e 3) identificar y abordar los riesgos potenciales que el proyecto propuesto podría tener sobre especies no protegidas bajo las normas del Gobierno Federal Mexicano.

Debido al potencial de la energía eólica para generar electricidad sin contaminar el aire o el agua, sin producir desechos radioactivos, sin emitir Mercurio u otros gases que exacerban el cambio climático, y sin usar grandes cantidades de agua, se considera que este tipo de energía tiene una ventaja significativa comparada con otras fuentes de energía con respecto a los impactos ambientales generales y específicos, sobre la vida silvestre (Autoridad en Investigación y Desarrollo de Energía de Nueva York [NYSERDA por sus siglas en inglés] 2009, Academia Nacional de Ciencias [NAS por sus siglas en inglés] 2009). Sin embargo, también se reconoce, desde los inicios de esta industria, que este tipo de generación de energía puede tener impactos ecológicos adversos, debido particularmente a la mortalidad de aves y murciélagos resultante de las colisiones con turbinas de viento (NAS 2007, Strickland, *et al.* 2011). En Latinoamérica, esta preocupación se magnifica debido a la alta biodiversidad de la región y por la escasa información y conocimiento sobre las interacciones vida silvestre-energía eólica en ecosistemas tropicales (Ledec, *et al.* 2011).

El estudio de campo para la caracterización de las faunas de aves, murciélagos y mariposas monarca del PEC y áreas adyacentes, fue diseñado con el fin de proveer una base robusta para evaluar el riesgo de impactos adversos sobre cualquier población de aves, murciélagos y/o mariposas monarca, como resultado del desarrollo y operación del proyecto propuesto. Para esto, el trabajo de campo incluyó un amplio rango de técnicas de recolección de datos que proveyeran una referencia completa de la utilización del sitio por parte de aves, murciélagos y mariposas monarca a lo largo del ciclo anual, con información referente a las alturas de vuelo que pudiera ser utilizada como un indicio de la exposición potencial a riesgos de colisión de cada uno de estos taxones con turbinas eólicas. Este reporte pretende proveer una evaluación de riesgo en el contexto de las interacciones vida silvestre-energía eólica, integrando los datos recolectados en el campo durante los 14 meses de estudio con la información científica y técnica referente a la susceptibilidad de diferentes taxones a impactos adversos relacionados con el desarrollo de instalaciones de energía eólica. Esta evaluación de riesgo se enfoca en los impactos directos, como mortalidades o lesiones por colisión, e indirectos, como desplazamiento y pérdida de hábitat, que son considerados actualmente como los efectos adversos a los que las poblaciones de aves, murciélagos y mariposas monarcas se ven enfrentadas con mayor probabilidad. Todas las especies de aves y murciélagos con potencial de ser afectadas por el proyecto PEC fueron consideradas en el estudio de evaluación de riesgo, sin embargo se prestó particular atención a las especies protegidas bajo las normas del Gobierno Federal Mexicano (SEMARNAT 2010) y/o la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2014). Además de las aves y murciélagos, también las mariposas monarca fueron incluidas en esta evaluación de riesgo, debido a la importancia que representan para las poblaciones de esta especie, las zonas donde transcurren el invierno y los corredores migratorios en México. La evaluación de riesgo contenida en este informe tiene como fin proveer una robusta base científica que permita predecir el nivel, severidad, y

extensión de los impactos que este proyecto pudiera generar, constituyendo una herramienta para el manejo de los impactos ambientales generados por PEC y la potencial implementación de medidas para evitar o mitigar estos impactos en caso de ser necesario.

Detalles acerca de la ubicación y los parámetros del proyecto propuesto son proveídos en otras secciones de esta MIA. Una descripción completa de la ecología del sitio de estudio, la metodología utilizada en campo, la intensidad de los muestreos, y los resultados de la caracterización de las comunidades de aves, murciélagos y mariposas monarca a lo largo de los 14 meses de estudio, se encuentra en el reporte final de la UANL, incluido dentro de esta MIA como el Anexo 4.3. En lo que resta de este reporte, se discuten y evalúan de manera integral la naturaleza, probabilidad, extensión, e intensidad de cualquier impacto adverso sobre las poblaciones de aves, murciélagos y mariposas monarca potencialmente afectadas por el propuesto PEC.

## **DISCUSIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGO**

### **Resumen**

Con base en la información recolectada hasta el momento, nuestro análisis generó la conclusión general de que ninguna especie protegida o no protegida de aves o murciélagos, o población de mariposas monarca, es candidata a experimentar impactos adversos como producto del desarrollo del PEC, según los lineamientos actuales del proyecto. Algún nivel de mortalidad y de impactos negativos se espera sea experimentado por aves, murciélagos y mariposas monarca, como resultado de colisiones directas y por pérdida y/o fragmentación del hábitat, pero se predice que estos efectos serán relativamente menores y no generarán impactos negativos a nivel de poblaciones. A continuación, discutimos en detalle los efectos indirectos y directos sobre distintos componentes de las faunas de aves, murciélagos y mariposas monarca potencialmente afectadas por el PEC.

### **Impactos Indirectos**

Los parques eólicos pueden generar efectos adversos indirectos sobre la vida silvestre debido a la alteración de los hábitats y/o a través de cambios en el comportamiento animal que pueden disminuir la aptitud ecológica de los individuos afectados (NAS 2007, Ledec et al. 2011). Uno de estos efectos se llama desplazamiento y ocurre cuando una especie evita un área donde se han instalado turbinas eólicas (Strickland et al. 2011). Cuando ocurre el desplazamiento, o si la instalación eólica afecta la distribución de recursos esenciales para los animales que habitan el sitio (p.ej. cobertura de la vegetación o plantas de las cuales los animales se alimentan) o las interacciones entre los animales (p.ej. depredadores, parásitos, mutualismos), un parque eólico puede hacer daño a la vida silvestre más allá de la mortalidad por colisión con los rotores. La probabilidad y magnitud de este tipo de impacto ambiental es más alta cuando hay que cortar mucha vegetación natural para un parque eólico, causando efectos adversos debido a la pérdida y la fragmentación de los hábitats (Laurance and Bierregard 1997, Ledec et al. 2011).

La información sobre los impactos indirectos generados por parques eólicos en Latinoamérica es muy limitada. En un parque eólico dentro de un paisaje agrícola con parches de bosque secundario en Oaxaca, México, Villegas-Patracca et al. (2012) demostraron que la riqueza de

especies de aves disminuyó en las inmediaciones de las turbinas eólicas, con efectos extendiéndose posiblemente hasta una distancia de 200 m de las turbinas. Estudios similares en instalaciones eólicas de los Estados Unidos han mostrado que algunas especies de aves que anidan en pastizales experimentan algunos efectos de desplazamiento a distancias de 100 a 200 m de las turbinas, mientras que otras especies no presentaron efectos de desplazamiento (Leddy et al. 1999, Johnson et al. 2000). Se ha supuesto que los efectos de desplazamiento serán más significativos para algunas especies de aves del orden Galliformes adaptadas a las praderas del centro-oeste norteamericano, para las cuales los impactos negativos por desplazamiento pueden extenderse a distancias mucho mayores de las turbinas de viento que las reportadas para otras especies de aves, sin embargo, estos resultados no son concluyentes (LeBeau et al. 2014, McNew et al. 2014). Aunque es posible que existan impactos indirectos sobre poblaciones de murciélagos a través de pérdida de hábitat, ningún estudio sobre tales efectos ha sido conducido hasta la fecha en instalaciones eólicas.

El PEC propuesto tiene el potencial de impactar de manera indirecta a las aves y murciélagos del sitio a través de efectos de desplazamiento mediados por pérdida y/o fragmentación del hábitat. Sin embargo, se predice que la intensidad y extensión de estos efectos, así como el riesgo de que los mismos tengan un impacto negativo a nivel de poblaciones de aves y murciélagos, serán mínimos. Esta conclusión se deriva de varios factores. Primero, la dispersa vegetación del área propuesta para el proyecto, dominada por comunidades vegetativas características del Desierto Chihuahuense (ver el Anexo 4.3), soporta una diversidad y densidad de aves mucho menores que las presentes en el área de estudio de Villegas-Patracca et al. (2012) en Oaxaca, por lo tanto, muy pocas especies de aves o murciélagos se verían potencialmente afectadas por efectos mediados por impactos sobre el hábitat en la mayor parte del área del proyecto. De hecho, estas especies de aves son en general poco sensibles a disturbios antropogénicos (Howell and Webb 1995), y por lo tanto es poco probable que experimenten efectos de desplazamiento. La disponibilidad de agua en la Presa el Tullillo soporta una vegetación más frondosa, constituyendo un recurso para la fauna en general. Sin embargo, esta vegetación está distribuida a lo largo de una franja estrecha que circunda el cuerpo de agua, y sería mínimamente afectada por los impactos de las turbinas y demás infraestructuras asociadas con el proyecto eólico. Segundo, la huella ambiental que generaría la remoción de vegetación nativa para el desarrollo del PEC representaría una pequeña proporción del área total del proyecto, y consistiría básicamente en el área inmediatamente adyacente a la base de las turbinas (50 m de radio, aprox.), más los caminos de acceso. Por lo tanto, la extensión de hábitat perdido sería pequeña.

El PEC tiene el potencial de ser un área significativa para las mariposas monarca durante la época de migración, pero no representa un área importante durante las épocas de invierno o reproducción (Journey North 2014), por lo que el riesgo de impactos mediados por alteraciones del hábitat se considera mínimo para estas poblaciones.

Debido a la importancia de la Presa el Tullillo como un refugio de hábitat acuático en medio de un área desértica, el potencial para la existencia de impactos negativos sobre aves acuáticas y playeras, que podrían ser desplazadas del sitio debido al desarrollo y operación del proyecto, merece consideración especial. La Presa el Tullillo es una presa artificial que sirve como refugio para estas aves cuando está llena, especialmente durante los periodos de invierno y migración

(ver el Anexo 4.3), razón por la cual la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el BirdLife International la han designado como un Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA, <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=71>). Durante cinco de los 14 meses de duración del monitoreo en la fase pre-construcción en el sitio, la Presa el Tulillo estuvo seca y ningún ave acuática estuvo presente en la zona sino hasta septiembre del 2013 cuando, con el inicio de la época lluviosa, la Presa acumuló agua y logró mantener niveles continuos hasta el final del periodo de monitoreo en abril del 2014, siendo usada por una variedad de aves acuáticas durante la migración otoñal, el invierno, y la migración primaveral. Entre estas aves, se observaron 17 especies de patos y gansos, dos especies de pelicanos, cuatro especies de garzas y similares, una especie de gallareta, una de grulla, una de ibis, dos gaviotas, y dos especies de aves playeras (ver el Anexo 4.3). La utilización de la Presa por parte de aves acuáticas fue significativa a escala regional ya que existen pocos, o ningún hábitat acuático que provea recursos similares a lo largo de esta región árida, por lo que es poco probable que muchas de estas especies ocurran en otras zonas de la región. A escala global, los pequeños números de aves acuáticas que utilizan la Presa el Tulillo, no son significativos a nivel de poblaciones. La mayor cantidad de registros de cualquier especie acuática observada en cada uno de los 14 meses de monitoreo fue de 146 individuos de *Fulica americana* en febrero del 2014, seguida por 100 individuos de *Anser albifrons* observados en marzo del 2014, y sólo 10 de las 42 especies de aves acuáticas observadas durante el estudio de monitoreo estuvieron representadas por 50 o más individuos (ver el Anexo 4.3).

Los efectos de desplazamiento en instalaciones eólicas sobre aves acuáticas han sido examinados en contados estudios en Estados Unidos y Europa, con resultados diversos que indican una tendencia general hacia efectos mínimos sobre este grupo de aves durante las épocas de migración e invierno, con efectos de desplazamiento potencialmente mayores en la época reproductiva. Para aves acuáticas durante el periodo de invierno, Larsen y Madsen (2000) encontraron algunos efectos de desplazamiento en *Anser brachyrhynchus* en una instalación de energía eólica en Dinamarca, con tales efectos extendiéndose a una distancia de hasta 200 m de las turbinas. En un estudio designado para investigar el desplazamiento en aves acuáticas durante el periodo de invierno en una instalación eólica en Illinois, Estados Unidos, Derby *et al.* (2009) no encontraron evidencia de una reducción en la utilización de un humedal ubicado dentro del área de estudio, comparado con un estanque fuera del área de interés que fue utilizado como referencia, indicando que no hubo un efecto de desplazamiento. Por otro lado, Loesch *et al.* (20112) demostraron recientemente que en promedio, un efecto de desplazamiento del 21% sobre aves acuáticas existía durante la época reproductiva en estanques ubicados dentro de facilidades de energía eólica, comparados con sitios no asociados a instalaciones eólicas, en la región de las praderas lacustres de los Estados Unidos. La Presa el Tulillo permaneció seca durante la época reproductiva de las aves acuáticas en el 2013, y aunque puede retener agua a través de la primavera y el verano en algunos años, soportando la actividad reproductiva de algunas especies de aves acuáticas, la mayoría de las especies observadas en el sitio están presentes en la región solamente durante el invierno y los periodos de migración, sugiriendo que los efectos de desplazamiento son inexistentes o de corta extensión, limitándose a una distancia de 200 m o menos de las turbinas de viento, implicando que los efectos de desplazamiento son improbables. Como medida preventiva, ubicar las turbinas a una distancia mínima de 500 m de los linderos del AICA reduciría el



potencial para cualquier efecto de desplazamiento sobre aves acuáticas como producto del desarrollo y operación del PEC.

### **Impactos Directos**

Se reconoce que los parques eólicos pueden tener efectos adversos sobre la vida silvestre, sobre todo a través de colisiones con las turbinas de viento (NAS 2007, Strickland et al. 2011). Se ha prestado mucha atención a este asunto en Norteamérica donde se han realizado numerosos estudios en las últimas décadas, sin embargo muy poca información relacionada con este tema existe para Latinoamérica, y prácticamente no se conocen los impactos por riesgos de colisión de mariposas con turbinas de viento. En esta sección del informe, revisamos el riesgo de choques para mariposas monarca y para diferentes grupos de aves y murciélagos que ocurren en el área propuesta para el PEC, considerando cada taxón por separado. Las especies fueron agrupadas teniendo en cuenta las características que pueden estar relacionadas con su riesgo de colisión, utilizando información de la literatura publicada para la interpretación de los datos recolectados en el PEC hasta la fecha.

### **Aves**

Es sabido que las aves experimentan impactos directos por mortalidad o lesión producidas a través de colisiones con turbinas de viento, sin embargo, hasta la fecha no hay publicaciones disponibles con tasas de mortalidad estimadas en instalaciones eólicas de México o Latinoamérica. Los estudios más recientes, robustos, y completos, acerca de las tasas de mortalidad en los Estados Unidos, basados en datos de campo con correcciones de sesgos, han producido tasas estimadas que oscilan entre 2.96 y 4.11 aves/mW/año (NAS 2007, et al. 2011, Loss et al. 2013a). Extrapolando estos valores y aplicándolos a la capacidad de energía eólica instalada actualmente en los Estados Unidos, estas tasas de mortalidad producen niveles totales de fatalidades que son varios órdenes de magnitud menores que la mortalidad anual de aves producida por otros factores antropogénicos, incluyendo colisiones con estructuras verticales, choques con vehículos, y depredación por gatos, llevando a muchos investigadores a la conclusión de que el nivel de impacto de las mortalidades relacionadas con turbinas de viento sobre poblaciones, es mínimo para la mayoría de las especies de aves (Kuvlesky et al. 2007, NAS 2007, Loss et al. 2013a). Un ejemplo reciente es presentado por investigadores del Centro de Estudios de Aves Migratorias del Instituto Smithsonian (Loss et al. 2013b), quienes estimaron que la mortalidad anual de aves producida por encuentros fatales con gatos domésticos y semi-domésticos varía entre 1.3 y 4.0 billones de individuos/año en los Estados Unidos, valores que son 5,556 a 17,084 veces mayores que la mortalidad promedio estimada anualmente para fatalidades producidas por turbinas de viento, que según estos autores es de 234,000 individuos/año. Aunque los impactos a nivel poblacional para la mayoría de especies de aves son poco probables, la susceptibilidad de las aves a colisiones con turbinas de viento es altamente especie-específica, y está influenciada por muchos factores, incluyendo la morfología de vuelo, la agudeza visual, y los patrones comportamentales. Debido las diferencias en los rasgos y características de cada especie, es posible que algunas de estas experimenten impactos adversos significativos bajo ciertas circunstancias. En particular, estas mortalidades pueden tener un efecto negativo en las especies que son altamente susceptibles a las colisiones con turbinas de viento y con poblaciones bajo algún riesgo de amenaza global o regional, y/o las especies con bajas tasas reproductivas, que no permiten la recuperación de

los números poblacionales a una tasa lo suficientemente rápida como para compensar las pérdidas por causas antropogénicas, convirtiéndose estas fatalidades en fuentes de mortalidad aditiva.

Debido a la naturaleza específica para cada especie de los riesgos de colisión con turbinas de viento, decidimos discutir estos riesgos separadamente para cada categoría taxonómica de aves, basados en las características relevantes que determinan los diferentes niveles de susceptibilidad. Al final de esta sección, se discute el riesgo de colisión para especies de aves protegidas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la Lista Roja del UICN (versión 2014).

### **Riesgo de Colisión para Aves Migratorias Neárticas-neotropicales**

El riesgo de choques de aves migratorias con turbinas eólicas durante los vuelos de migración es una de las preocupaciones más significativas en el estudio de interacciones vida silvestre-energía eólica, y la fuente principal de efectos adversos medioambientales para muchos parques eólicos (NAS 2007). En esta sección, revisamos el riesgo de choques con turbinas eólicas para especies de aves que migran anualmente entre las latitudes templadas de Norteamérica y las latitudes cálidas del Neotrópico. Este grupo contiene la mayoría de las especies de aves de Norteamérica e incluye una gran variedad de grupos taxonómicos de aves, entre ellos patos, playeros, rapaces, y passeriformes. Debido a su ubicación subtropical, en el PEC se encuentran algunas aves migratorias que ocurren en el sitio sólo como aves de paso durante los periodos de migración, algunas especies que ocurren sólo durante las épocas reproductivas, y otras especies que ocupan el sitio solamente durante el invierno. La discusión que sigue se divide entre aves migratorias rapaces y no rapaces.

#### **Aves Rapaces Migratorias**

Las rapaces, definidas ampliamente para incluir todas las especies que pertenecen a los órdenes Accipitriformes y Falconiformes, incluyen la mayoría de las aves de presa y los zopilotes. Muchos de estos son grandes, llamativos e icónicos, y por eso atraen la atención de la comunidad científica, de agencias gubernamentales que manejan y protegen los recursos naturales, y del público, en general y específicamente, con respecto a los potenciales impactos adversos generados por las instalaciones de energía eólica. Centroamérica es uno de los corredores más importantes para muchas especies de rapaces migratorias norteamericanas (Thiollay 1980, Porras-Peñaranda et al. 2004, McCrary and Young 2008). Para algunas especies, toda, o casi toda la población mundial pasa por un corredor bastante restringido dentro de esta región, sobre todo en ciertas zonas donde la forma del terreno, las montañas y las costas, tienen el efecto de concentrar estas rapaces. Por ejemplo, el Río de Rapaces en la planicie costera del centro del estado de Veracruz, México, es famoso por tener la concentración más alta de rapaces migratorias en el mundo (Hawkwatch 2013). Otros sitios en Panamá y Costa Rica (Porras-Peñaranda et al. 2004, HawkMountain 2013) también son conocidos como importantes dentro de la ruta de migración para estas rapaces. Algunos han comentado que el riesgo de choques de rapaces migratorias debe ser una de las consideraciones ambientales más importantes en la ubicación de parques eólicos en Norteamérica (Kuvlesky et al. 2007) y específicamente en Centroamérica (Ledec et al. 2011).

Cuatro especies constituyen aproximadamente el 98% de las rapaces migratorias que pasan por los centros de conteo de aves rapaces migratorias en Veracruz, Costa Rica, y Panamá, en

Centro América. Estas especies son *Buteo platypterus*, *Buteo swainsoni*, *Ictinia mississippiensis*, y *Cathartes aura*. El promedio de los conteos totales por estación para todas las especies con promedios otoñales por encima de 200 observaciones individuales en la estación de conteo Río de Rapaces en Veracruz, México, se muestran en la Tabla 1. Aunque este sitio está ubicado a más de 1000 km al sur del sitio propuesto para el PEC, las especies y números de rapaces que pasan por Río de Rapaces son representativos de la actividad de aves rapaces migratorias a través de México, ya que el itinerario de migración para la mayoría de estas especies incluye gran parte del área de México y Centro América.

**Tabla 1. Promedio otoñal del número total de aves rapaces observadas en el punto de conteo Río de Rapaces en Veracruz, México, para todas las especies de rapaces con promedios de al menos 200 individuos por estación (fuente: Pronatura 2013).**

<b>Especies</b>	<b>Promedios Estacionales Totales</b>
<i>Cathartes aura</i>	1,827,922
<i>Buteo platypterus</i>	1,792,121
<i>Buteo swainsoni</i>	811,572
<i>Ictinia mississippiensis</i>	175,160
<i>Falco sparverius</i>	6,002
<i>Accipiter striatus</i>	3,629
<i>Pandion haliaetus</i>	2,958
<i>Accipiter cooperii</i>	2,310
<i>Falco peregrinus</i>	714
<i>Buteo nitidus</i>	549
<i>Circus cyaneus</i>	306
<i>Elanoides forficatus</i>	293
<i>Buteo albonotatus</i>	238
<i>Buteo jamaicensis</i>	210

Basados en la escasez de observaciones de rapaces migratorias dentro y alrededor del PEC durante las épocas de migración, concluimos que hay un bajo riesgo de choques de rapaces migratorias con turbinas eólicas en el sitio. Aparte de los zopilotes *Cathartes aura*, analizados separadamente a continuación, solo una de las tres especies de rapaces migratorias más numerosas presentadas en la Tabla 1, *Buteo platypterus*, fue observada en el sitio de estudio a lo largo de los 14 meses de muestreo, con un individuo registrado en septiembre y otro en octubre (ver el Anexo 4.3). Setenta observaciones individuales de ocho especies adicionales de las aves rapaces migratorias menos numerosas presentadas en la Tabla 1, fueron registradas en el PEC, con 54 observaciones de *Buteo jamaicensis* y *Falco sparverius* en conjunto, dos especies comunes y abundantes que habitan en el sitio durante la época de invierno, constituyendo el 77% de las observaciones (ver el Anexo 4.3). Los muestreos por puntos y transectos fueron conducidos continuamente a lo largo de un año en el PEC, incluyendo los periodos de migración otoñal y primaveral de aves rapaces a través de México, que se extiende desde finales de agosto a finales de noviembre y desde principios de marzo hasta finales de mayo, para los periodos de migración de otoño y primavera, respectivamente (eBird 2014). Dado este nivel robusto e intenso de muestreo, y la escasez de observaciones de aves rapaces tanto en el otoño como en la primavera, es posible concluir que el riesgo de colisión con turbinas eólicas en el PEC es mínimo para aves rapaces migratorias. Cierta nivel de mortalidad puede ocurrir en especies como *F. sparverius* y *B. jamaicensis*, que permanecen en el sitio a lo largo del invierno, y para las cuales se han documentado mortalidades en instalaciones eólicas de los Estados Unidos (Kingsley and Whittam 2003, base de datos no

publicada de WEST, Inc.). Sin embargo, dada la relativamente poca abundancia de éstas y otras especies que ocupan el sitio durante el invierno, es altamente probable que la mortalidad por colisión con turbinas sea mínima y que esté por debajo de niveles que afecten las poblaciones de estas especies a escala regional o global. No obstante, cabe notar que es posible que algunas especies de rapaces migratorias que transitan por el sitio no hayan sido registradas en los muestreos.

### **Aves No Rapaces Migratorias**

Aparte de las rapaces, una gran variedad de otros tipos de aves migran semestralmente entre las latitudes templadas de Norteamérica y el Neotrópico, incluyendo varias especies de chorlos y playeros (Orden: Charadriiformes) y aves cantoras (Orden: Passeriformes), entre otras. La mayoría de estas especies realizan sus vuelos migratorios durante la noche y también constituyen una importante fracción de las mortalidades de aves en los parques eólicos de los Estados Unidos (NAS 2007), resultando en picos de mortalidad durante el otoño y la primavera. Hay más de 300 especies en esta categoría que pueden atravesar por el sitio de estudio durante su migración, incluyendo ocho de las 17 especies para las cuales se ha documentado mortalidad en la fase post-construcción del parque eólico La Venta II en Oaxaca, México, ubicado 1000 km al sur del PEC (ver Tabla 2). Aunque la mayoría de las especies de aves acuáticas transcurren el invierno en latitudes subtropicales sin llegar a ocurrir en los trópicos, decidimos incluir este grupo de aves en la discusión, debido a la ubicación subtropical del proyecto propuesto y al hecho de que algunas especies de aves acuáticas fueron registradas durante los periodos de migración y/o el invierno en los muestreos conducidos en el PEC.

**Tabla 2. Especies de aves para las cuales se ha documentado mortalidad en el parque eólico La Venta II en Oaxaca, México durante el primer año de monitoreo post-construcción (1 de julio del 2007 – 30 de junio del 2008, Comisión Federal de Electricidad 2008).**

<b>Especies</b>	<b>Descripción</b>
<i>Falco sparverius</i>	Rapaz, migratoria y también residente todo el año
<i>Cathartes aura</i>	Rapaz, migratoria y también residente todo el año
<i>Buteo albicaudatus</i>	Rapaz no-migratoria, residente todo el año
<i>Leptotila verreauxi</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Setophaga petechia</i>	No-rapaz, migratoria y también residente todo el año
<i>Setophaga fusca</i>	No-rapaz, migratoria
<i>Peucaea ruficauda</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Ortalis poliocephala</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Cardellina pusilla</i>	No-rapaz, migratoria
<i>Molothrus sp.</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Archilochus colubris</i>	No-rapaz, migratoria
<i>Numenius phaeopus</i>	No-rapaz, migratoria
<i>Quiscalus mexicanus</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	No-rapaz, migratoria
<i>Polioptila albiloris</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Colinus virginianus</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año
<i>Columbina passerina</i>	No-rapaz, no-migratoria, residente todo el año

Investigaciones recientes han demostrado que el nivel de fatalidades de migrantes nocturnas por choques con turbinas eólicas es bajo, en comparación con otras fuentes de mortalidad y que es probable que el desarrollo de facilidades de energía eólica no afecte a ninguna de estas poblaciones. Aunque el promedio del número de migrantes que mueren en los parques eólicos en Norteamérica oscila entre 2.96 y 4.11 aves/turbina/año (NAS 2007, Strickland et al. 2011,

Loss et al. 2013a), hay reportes que indican tasas de mortalidad mayores. Los tres eventos más grandes de mortalidad de migrantes nocturnas en parques eólicos en Norteamérica fueron reportados por Stantec (2011) con 314 fatalidades, Kerns y Kerlinger (2004), con 33 fatalidades, y Johnson et al. (2002) con 17 fatalidades. En los primeros dos casos, las mortalidades de aves no resultaron de choques con las turbinas sino choques con la infraestructura eléctrica de las subestaciones, durante noches de mal tiempo cuando las luces fuertes permanecieron encendidas. Considerando esta información, se asume de manera general, que es poco probable que las instalaciones de energía eólica tengan efectos negativos a nivel de poblaciones (NAS 2007, Kingsley and Whittam, 2007, Kuvlesky et al. 2007).

Estudios de campo referentes a la altura de vuelo de paseriformes migratorias conducidos hasta la fecha, indican que una explicación probable para la baja tasa de mortalidad de aves migratorias nocturnas, es que la altura de sus vuelos migratorios es generalmente superior a la altura de barrido de los rotores de turbinas eólicas (NAS 2007), que actualmente varían entre los 25 m y los 150 m sobre el nivel del suelo. Sin embargo, se ha demostrado que durante noches con mal tiempo, las aves migrantes tienden a disminuir su altura de vuelo (NAS 2007), resultando en un mayor riesgo de colisión, especialmente cuando hay iluminación artificial encendida.

Durante el monitoreo conducido en el PEC, una gran variedad de especies pertenecientes a esta categoría fueron registradas (ver el Anexo 4.3), como es de esperarse en cualquier localidad de tierra firme en México o los Estados Unidos, dada la ubicuidad de la migración de aves en Norte América, y la tendencia general de la mayoría de estas especies a migrar siguiendo un patrón de banda ancha (referencias en Greenberg and Marra 2005), aunque en general, la abundancia y diversidad de aves cantoras migratorias en el PEC fueron bajas comparadas con muchos sitios en Estados Unidos. Por ejemplo, entre las familias de paseriformes migratorias más abundantes y diversas de Norte América, solo siete especies de chipes migratorios (Familia: Parulidae), una especie de víreo migratorio (Familia: Vireonidae), y ninguna especie migratoria de zorzal (Familia: Turdidae) o bolsero (Familia: Icteridae), fueron registradas en el PEC a lo largo de los 14 meses de muestreo, y ninguna de estas especies fue observada en abundancia. La especie más abundante fue el chipe *Setophaga coronata*, con 45 observaciones registradas en su totalidad en los puntos de conteo alrededor de las fuentes de agua, y no dentro del sitio del PEC propiamente (ver el Anexo 4.3). Esto ilustra no sólo las bajas abundancias observadas sino también la tendencia de las aves cantoras migratorias que transitan por el PEC y sus alrededores, a concentrarse en la vegetación más frondosa asociada con la Presa el Tulillo y otras fuentes de agua, ya que el sitio del proyecto propuesto está dominado por la vegetación dispersa propia de zonas desérticas y no provee el hábitat adecuado para la mayoría de las especies paseriformes migratorias.

Una excepción a este patrón general se evidencia en los gorriones de la familia Emberizidae, que estuvo bien representada en cuanto a abundancia y diversidad de especies en el PEC (ver el Anexo 4.3). Merece especial mención la especie *Calamospiza melanacorys*, representando el 29% (2,730 observaciones) de las observaciones individuales totales durante los muestreos de transectos. Esta especie anida en las praderas altas del centro de los Estados Unidos y pasa el invierno en el suroeste de los Estados Unidos y el norte de México, agrupándose en bandadas numerosas y consumiendo principalmente semillas (Shane 2000). Aunque el PEC

hospeda una abundancia relativamente alta de gorriones migratorios durante el invierno, las mortalidades reportadas para especies dentro de este grupo en instalaciones eólicas de los Estados Unidos son pocas (Kingsley and Whittam 2003, base de datos no publicada de WEST, Inc.), sugiriendo una baja susceptibilidad de este grupo de aves a riesgos de colisión con turbinas de viento, resultado en gran parte, de la tendencia de estas aves a permanecer en o cerca del suelo y de volar a alturas bajas durante la mayoría de sus vuelos no migratorios.

Dentro del grupo de aves migratorias no rapaces, durante el periodo de muestreo de este estudio también fueron observadas 42 especies de aves acuáticas (ver el Anexo 4.3). La importancia de la Presa el Tulillo para estas aves se discutió anteriormente en este informe, al igual que los efectos de desplazamiento potencialmente experimentados por este grupo de aves en el PEC. Con respecto a los riesgos de colisión, son pocos los estudios de monitoreo post-construcción en instalaciones eólicas ubicadas cerca de zonas de congregación de especies acuáticas, con resultados que indican que la susceptibilidad de estas aves a riesgos de colisión es baja. Los dos ejemplos más relevantes provienen de la instalación Buffalo Ridge en Minnesota, en los Estados Unidos (Johnson et al. 2000) y de la instalación Top of Iowa, en Iowa, Estados Unidos (Jain 2005). En ambos casos, la abundancia de aves acuáticas en las áreas de estudio estuvo muy por encima de la abundancia observada en el PEC. En Buffalo Ridge, se documentaron cinco fatalidades de aves acuáticas a lo largo de los cuatro años de monitoreo post-construcción. En el caso de Top of Iowa, no se reportaron fatalidades de aves acuáticas a lo largo de los dos años de duración del monitoreo post-construcción. Cabe notar que esta evidencia de una baja susceptibilidad de las aves acuáticas a riesgos de colisión con turbinas de viento es limitada, y que más estudios son necesarios para llegar a una conclusión más robusta, sobre todo si se toma en cuenta que este grupo de aves es altamente susceptible a colisiones con redes eléctricas (Bevanger 1998). Como medida preventiva, y basados en la importancia de la Presa el Tulillo para la avifauna de la región, el riesgo de colisión con turbinas de viento podría ser reducido aplicando una zona de amortiguación, en la cual se evite la ubicación de turbinas, que se extienda por una distancia de 500 m de la Presa.

En resumen, una diversidad mediana de aves migratorias no rapaces fue registrada en el sitio PEC desde el otoño del 2013 hasta la primavera del 2014, con muchas especies transitando por la zona durante las épocas de migración otoñal y primaveral, con un contado número de especies que transcurren el invierno en el sitio, particularmente especies de gorriones y semilleros de la familia Emberizidae, y un número aún más pequeño de especies que permanecen en el sitio durante la época reproductiva. Cierta nivel de riesgo por colisión con turbinas de viento se espera en el PEC para este grupo de aves, como ha sido reportado en otros estudios en instalaciones eólicas de Norte América. Sin embargo, es predecible que este nivel de mortalidad por colisiones sea mínimo y no exceda los niveles promedio reportados en otras instalaciones de energía eólica, por lo que es factible que estas fatalidades no tengan efectos negativos a nivel de poblaciones para ninguna de las especies en este grupo de aves. Algún nivel de mortalidad de aves acuáticas que migran por el sitio, o pasan el invierno en él, también puede ocurrir como resultado del desarrollo y operación del PEC, debido a su proximidad con la Presa el Tulillo. Sin embargo, estos niveles de mortalidad se predice sean bajos, basados en la utilización limitada del área por parte de estas aves, y en la poca sensibilidad a riesgos de colisión con turbinas eólicas observada en otros parques eólicos de Norteamérica ubicados cerca a cuerpos de agua con altas congregaciones de aves acuáticas.

### Riesgo de Colisión para Especies Residentes

Las aves no migratorias comprendieron una pequeña fracción de la riqueza total de aves del sitio, pero constituyeron una proporción importante del número total de observaciones registradas durante el periodo de muestreo en el PEC, particularmente en los muestreos por transectos conducidos en hábitats de tierras altas durante el verano, cuando las especies migratorias no estaban presentes (ver el Anexo 4.3). Para estas aves, el riesgo de choques es generalmente bajo porque permanecen dentro de la vegetación durante la mayor parte del tiempo, pasando poco tiempo a altura de barrido de los rotores de las turbinas y por consiguiente, estando menos expuestas al riesgo de choque. Este patrón se puede ver en los datos de mortalidad de aves en el parque eólico La Venta II en Oaxaca, México, donde pocas mortalidades han sido reportadas para este tipo de aves (Tabla 2), lo que permite inferir una baja tasa de choques para las especies que habitan la vegetación propia del desierto chihuahuense dentro del área de estudio, incluyendo la vegetación más densa asociada a los arroyos y las fuentes de agua dentro, y en la vecindad del PEC.

Hay excepciones notorias a este patrón, ya que algunas especies residentes pasan más tiempo en el aire, y específicamente dentro de las alturas de barrido de los rotores (25 - 150 m por encima del suelo), por lo que el nivel de riesgo de choques con las turbinas eólicas puede ser más alto para estas aves. Las especies observadas durante el trabajo de campo que están incluidas en esta categoría son: los zopilotes *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*, los cuervos *Corvus cryptoleucus* y *Corvus corax*, y las rapaces *Caracara plancus*, *Buteo albicaudatus*, y *Parabuteo unicinctus*. Tres de estas especies, *C. aura*, *C. cryptoleucus*, y *C. corax*, representaron la vasta mayoría de las observaciones de especies dentro de esta categoría de aves, con 166, 157, y 137 observaciones individuales durante los conteos por transectos durante el periodo de monitoreo, respectivamente (ver el Anexo 4.3). Éstas constituyen en conjunto el 84% de las observaciones de aves volando a alturas de 40 o más metros por encima del nivel del suelo (189 de las 224 observaciones individuales, informe anexo de la UANL). Otras especies de aves en esta categoría fueron observadas ocasionalmente a lo largo del periodo de muestreo, ninguna contando con más de siete observaciones totales en los transectos, con cuatro especies, *B. albicaudatus*, *P. unicinctus*, *A. striatus*, y *A. cooperii*, representadas únicamente por una observación individual en el PEC a lo largo del periodo de estudio (ver el Anexo 4.3). Adicionalmente, dos estas especies, *A. striatus* y *A. cooperii*, tienen poblaciones residentes y migratorias en el sitio. Debido a la escasez relativa de todas estas especies, su nivel de riesgo por colisión con turbinas eólicas en el PEC es bajo, y la posibilidad de que estas fatalidades tengan impactos negativos a nivel poblacional es muy poca.

Basados en su abundancia en el sitio de estudio a lo largo del año, en su tendencia a realizar vuelos a alturas de barrido del rotor de turbinas de viento, y en los patrones de mortalidades documentadas en los estudios post-construcción en instalaciones eólicas, es probable que algún nivel de mortalidad de *C. aura* y ambas especies de cuervos se evidencie como resultado del desarrollo y operación del PEC, aunque los resultados de los estudios conducidos en Norteamérica sugieren que las mortalidades de cuervos son relativamente raras, aun cuando estas son especies abundantes en las instalaciones de energía eólica (base de datos no publicada de WEST). La posible mortalidad de algunos individuos de las especies de zopilotes y cuervos dentro del PEC no debe ser una preocupación significativa a nivel de poblaciones, ya

que las se trata de especies abundantes, con distribuciones muy amplias y poblaciones muy robustas dentro del sitio, la región, el país, y a nivel mundial.

### Riesgo de Colisión para Especies de Aves Protegidas

Catorce de las especies de aves observadas dentro, y en la vecindad del PEC durante los 14 meses del estudio de campo para la fase pre-construcción del proyecto propuesto, están protegidas por la SEMARNAT, la UICN, o ambas (ver Tabla 3). Aunque todas estas especies están incluidas en alguna de las categorías mencionadas y discutidas hasta ahora, en esta sección centramos nuestra atención en las especies protegidas, ya que su estatus especial y su sensibilidad potencialmente mayor a riesgos de colisión, merece consideración aparte. .

En general, el nivel de riesgo de colisión de aves protegidas en el PEC es bajo, debido mayormente al bajo nivel de utilización del sitio por parte de estas especies y a la baja susceptibilidad a colisiones de las pocas especies protegidas que ocurren con regularidad en el sitio. La única especie de ave acuática protegida que fue registrada en el PEC es el pato *Anas platyrhynchos diazi*, documentado en el sitio de forma regular desde el otoño hasta la primavera, con un total de 15 observaciones individuales a lo largo del periodo de estudio (ver el Anexo 4.3), siendo posible que esta especie se reproduzca en el sitio en años en los que la Presa el Tulillo acumula agua durante el periodo de apareamiento. Aunque existe algún riesgo de impactos por desplazamiento y/o colisión para los individuos de esta especie en el PEC, se predice que la susceptibilidad de *A. p. diazi* a estos impactos será baja, por las razones mencionadas anteriormente en este reporte en las secciones referentes a aves acuáticas. Siete de las 14 especies protegidas documentadas en el PEC son aves rapaces. Aunque existe el riesgo de mortalidad por colisión para estas especies, el bajo nivel de utilización del sitio por parte de aves rapaces en general (11 observaciones totales para las siete especies en conjunto), permite inferir que este riesgo sea bajo y no tenga efectos a nivel poblacional. Cuatro de las especies protegidas observadas en el sitio pertenecen al orden Passeriformes (las últimas cuatro especies enlistadas en la Tabla 3), siendo todas aves migratorias. El atrapamoscas *Contopus borealis* ocurre en el sitio como una especie transitoria durante una ventana corta de tiempo en los periodos de migración otoñal y primaveral. El víreo *Vireo bellii* y el colorín *Passerina ciris*, pueden aparearse en el sitio pero están ausentes durante el invierno, estando restringidos a las zonas de vegetación abundante asociadas con los cuerpos de agua adyacentes al sitio de estudio. La bisbita *Anthus spragueii* es una especie asociada a pastizales, y se encuentra en la región exclusivamente durante el invierno. Sólo una de estas especies, el *V. bellii*, presentó abundancias significativas en el sitio a lo largo del periodo de estudio, con el 94% de las observaciones registradas durante los puntos de conteo conducidos alrededor de la Presa el Tulillo y otras fuentes de agua cercanas que soportan la vegetación de matorrales densos preferida por esta especie (Kus et al. 2010). El impacto más probable sobre las poblaciones de *V. bellii* y *P. ciris* sería indirecto, mediado por la pérdida de hábitat producida por remoción de la vegetación arbustiva en las inmediaciones de los cuerpos de agua. Si la remoción de esta vegetación pudiera evitarse, los impactos negativos sobre estas especies sería minimizado, dado que los impactos asociados con riesgos de colisión con turbinas de viento son muy bajos para estas especies, como se ha mencionado anteriormente en el documento. El riesgo de colisión para las otras dos especies observadas en el PEC durante el periodo de estudio, el chorlo *Charadrius alexandrinus* y la grulla *Grus canadensis*, también es muy bajo. En ambos casos, el factor más importante que determina el bajo riesgo de estas



especies a colisión con turbinas en el PEC, es su ocurrencia limitada en el sitio, con sólo ocho observaciones totales, en conjunto para las dos especies a lo largo del periodo de muestreos. Aún más, ninguna de estas especies o las familias a las cuales pertenecen, están asociadas con altos riesgos de colisión, basados en reportes de fatalidades obtenidas en estudios post-construcción en varias instalaciones eólicas ubicadas dentro de su rango de distribución (Kingsley and Whittam 2003, base de datos no publicada de WEST, Inc.).

**Tabla 3. Número total de observaciones totales para cada especie de ave registrada en el Parque de Energía Eólica de Coahuila y áreas adyacentes, con algún nivel de protección según la SEMARNAT y la UICN, durante el periodo de muestreo. A = Amenazada (threatened), Pr = Protegida (protected); V = Vulnerable, NT = Casi Amenazada (near threatened)**

Especie	SEMARNAT	UICN	Observaciones Totales Durante el Periodo de Estudio
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	A		15
<i>Accipiter cooperii</i>	Pr		1
<i>Accipiter striatus</i>	Pr		1
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr		1
<i>Buteo platypterus</i>	Pr		2
<i>Accipiter albicaudatus</i>	Pr		1
<i>Grus canadensis</i>	Pr		6
<i>Charadrius alexandrinus</i>	A		2
<i>Falco peregrinus</i>	Pr		4
<i>Falco mexicanus</i>	A		1
<i>Contopus borealis</i>		NT	1
<i>Vireo bellii</i>		NT	36
<i>Anthus spragueii</i>		V	8
<i>Passerina ciris</i>	Pr	NT	3

\* Esta tabla no incluye los 22 individuos que fueron capturados en las redes de nieblas.

### **Murciélagos**

Numerosos estudios en Norteamérica (Arnett et al. 2008), Australia (Hall and Richards 1972), Europa (Ahlén 2002, Bach and Rahmel 2004, Dürr y Bach 2004, Brinkman 2006) y específicamente en México (Comisión Federal de Electricidad 2008, 2009, 2011) han documentado choques fatales o casi fatales de murciélagos con turbinas de viento en granjas eólicas. No obstante, los comportamientos que contribuyen a esta mortalidad y la probabilidad de que estos niveles de mortalidad puedan afectar a las poblaciones de murciélagos, son prácticamente desconocidos (Kunz et al. 2007). Uno de los patrones más fuertes que han emergido de los estudios de este fenómeno a nivel mundial, es que la sensibilidad a choques varía mucho entre distintos taxones de murciélagos. Estudios en Norteamérica y Alemania demostraron que la sensibilidad generalmente es más alta en especies migratorias, especialmente durante la época de migración otoñal. Estudios en Los Estados Unidos y Canadá reportaron una alta ocurrencia de fatalidades en las especies que se posan en árboles, incluyendo *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasiurus blossevillii*, y *Lasionycteris noctivagans* (Arnett et al. 2008). En al menos dos localidades en el sur de Los Estados Unidos se han documentado algunos casos de mortalidad en *Tadarida brasiliensis*, una especie migratoria de la familia Molossidae (Piorkowski 2006, Miller 2008). En contraste, algunas de las

especies de murciélagos más comunes y abundantes en Norteamérica tienen tasas muy bajas de mortalidad en los parques eólicos, indicando una baja sensibilidad a choques con turbinas eólicas (Fiedler 2004, Arnett et al. 2008).

Es muy difícil predecir niveles de mortalidad con mucha precisión en la Meseta Central mexicana, y específicamente en el parque eólico propuesto en Coahuila, ya que no solo la fauna de murciélagos de la Sierra Madre Oriental y la Meseta Central son distintas a las del resto de Norteamérica con respecto a la composición de especies, sino que existe muy poca información sobre la sensibilidad de estas especies de murciélagos a los choques con turbinas eólicas. Aunque los datos disponibles son limitados, se pueden hacer comparaciones relevantes con estudios realizados en instalaciones eólicas de la Gran Planicie y las áreas desérticas del suroeste de los Estados Unidos (el sur de California y el Valle Central, la parte oeste de la región Texas-Pecos, áreas no boscosas de Nuevo México y Arizona, Nevada, la porción este de Oregon, Washington y Idaho, y el oeste de Utah y Colorado), donde se reportan estimativos de fatalidades por debajo de los 15 murciélagos/MW, valores por debajo de las tasas reportadas en otras regiones de Norteamérica (Hein et al. 2013). Otros estudios relevantes provienen del parque eólico La Venta II en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México, donde se han documentado mortalidades de 27 especies de murciélagos pertenecientes a cinco familias distintas (Tabla 4, Comisión Federal de Electricidad 2008, 2009, 2011).

**Tabla 4. Mortalidades de murciélagos que se han documentado en el Parque Eólico La Venta II en Oaxaca, México (fuentes: Comisión Federal de Electricidad 2008, 2009, 2011)**

Especie	Carcasas					
	Otoño 2007	Primavera 2008	Otoño 2008	Primavera 2009	jul. - nov. 2009	ene. - nov. 2010
<i>Lasiurus cinereus</i>			1			
<i>Lasiurus intermedius</i>	X		11	4	5	1
<i>Lasiurus ega</i>					2	1
<i>Lasiurus spp.</i>				1	4	
Vespertilionidae spp.			2			
<i>Balantiopteryx plicata</i>	X		1			
<i>Balantiopteryx spp.</i>			1			
<i>Eumops bonariensis</i>			1			
<i>Eumops underwoodi</i>					1	
<i>Eumops spp.</i>	X					
<i>Molossus molossus</i>	X	X	7	3	5	1
<i>Molossus rufus</i>			1	1	2	1
<i>Molossus sinaloae</i>				2	3	7
<i>Cynomops mexicanus</i>	X					
<i>Tadarida brasiliensis</i>						1
<i>Nyctinomops macrotis</i>						1
<i>Molossus spp.</i>				1	1	3
Molossidae spp.						1
<i>Mormoops megalophylla</i>	X	X	10	7	2	3
<i>Pteronotus davyi</i>	X	X	30	22	9	34

**Evaluación de Riesgo para Aves, Murciélagos y Mariposas Monarca del Parque Eólico de Coahuila**

<i>Pteronotus gymnonotus</i>					1
<i>Pteronotus parnellii</i>	X		1	1	4
<i>Pteronotus personatus</i>			1		
<i>Pteronotus spp.</i>	X				
<i>Phyllostomus discolor</i>			1		
<i>Artibeus jamaicensis</i>				1	
<i>Artibeus intermedius</i>	X		1	1	
<i>Artibeus tolteca</i>					1
<i>Centurio senex</i>	X		2	3	1
<i>Glossophaga soricina</i>	X		1	1	1
<i>Glossophaga morenoi</i>			1		
<i>Glossophaga spp.</i>			1		
<i>Leptonycteris curasoae</i>					2
No identificada	X		14	11	14
					15

Dos especies protegidas, *Choeronycteris mexicana* (Amenazada según la SEMARNAT y la UICN) y *Leptonycteris nivalis* (Amenazada según la SEMARNAT y En Peligro según la UICN), tienen rangos de distribución que se sobrelapan con el área propuesta para el PEC. *C. mexicana* fue observada en los muestreos pre-construcción conducidos en el PEC, mientras que *L. nivalis* no fue registrada durante el periodo de estudio (ver el Anexo 4.3). Todas las otras especies registradas durante los muestreos conducidos en el PEC o que tienen el potencial de ocurrir en la zona, son especies abundantes y comunes, sin estado de protección especial según la SEMARNAT o la UICN.

Aunque todavía hay mucha incertidumbre con respecto a los mecanismos responsables por las fatalidades de murciélagos observadas en instalaciones eólicas, es posible llegar a algunas conclusiones especulativas, o por lo menos formular algunas hipótesis con respecto al riesgo de choques de murciélagos con las turbinas de viento en el PEC, utilizando conocimientos generales referentes a algunas de las características morfológicas y ecológicas que han sido asociadas con la sensibilidad a choques en otros sitios y aplicándolas a los murciélagos que habitan en el sitio. Algunas de estas características incluyen una tendencia a realizar vuelos de altura, a llevar a cabo migraciones estacionales (pero ver Dürr and Bach 2004), y a posarse en árboles durante el día (Kunz et al. 2007, Arnett et al. 2008, Cryan y Barclay 2009). Adicionalmente, se pueden formular hipótesis de riesgo para los murciélagos del PEC, haciendo inferencias basadas en los patrones taxonómicos de susceptibilidad a colisiones que resultaron del monitoreo post-construcción en el parque eólico La Venta II (Oaxaca, México). Sin embargo, se tiene en cuenta que las inferencias deben hacerse con cautela ya que el ensamblaje de la comunidad de murciélagos en el estudio en La Venta II es distinto a la fauna de murciélagos registrada para el PEC, y debido al hecho de que los estudios en La Venta II no reportaron ni metodologías para la corrección de sesgos ni información referente a la abundancia de murciélagos.

La familia Mormoopidae incluye dos de las especies con mayor mortalidad en La Venta II, *Pteronotus davyi* y *Mormoops megalophylla* (Tabla 4). La única especie de esta familia cuyo rango se sobrelapa con el área ocupada por el propuesto proyecto es *Mormoops megalophylla*. Esta especie no fue detectada en el monitoreo durante la fase de pre-construcción conducida

en el PEC (ver el Anexo 4.3), lo que puede deberse a los recursos limitados para la detección de murciélagos en este estudio y la dificultad para muestrear esta especie con el uso de redes de niebla. Estos murciélagos son fuertes y rápidos y realizan vuelos a relativamente altas distancias desde el suelo (Rezsutek and Cameron 1993). No se conoce mucho sobre migraciones u otros movimientos de larga distancia para esta especie, aunque registros en Texas durante la época invernal sugieren la existencia de movimientos estacionales (Schmidly 1977). Aunque *M. megalophylla* no fue registrada durante el periodo de estudio en el PEC, tiene el potencial de estar presente en el área, y es razonable hipotetizar que existe un nivel bajo-moderado de riesgo de choques para los murciélagos de esta especie en el PEC, teniendo en cuenta las altas tasas de mortalidad de esta especie, reportadas en el parque eólico La Venta II.

Algunas especies de murciélagos pertenecientes al género *Lasiurus* (Familia: Vespertilionidae) están entre las más susceptibles a choques con turbinas de viento en parques eólicos de Los Estados Unidos (Arnett et al. 2008). Una especie en particular, *Lasiurus intermedius*, contribuyó en gran proporción al número de fatalidades totales registradas en La Venta II (Tabla 4), mientras que Arnett et al. (2008) reportaron mortalidades de *Lasiurus blossevillii* en un parque eólico en el oeste de los Estados Unidos. Dos especies pertenecientes a este género, *Lasiurus cinereus* y *L. blossevillii*, fueron registradas para el sitio PEC (ver el Anexo 4.3), y otra especie de este género, *Lasiurus xanthinus*, tiene un rango de distribución que se sobrelapa con el área propuesta para el PEC (IUCN 2014). Aunque todavía no se entiende completamente el mecanismo responsable, se ha planteado como hipótesis que la sensibilidad de especies de *Lasiurus* a choques con turbinas eólicas puede estar asociada con sus migraciones estacionales y/o sus tendencias a posarse en árboles durante el día (Arnett et al. 2008). Es posible que la mortalidad de especies de *Lasiurus* producida por colisiones con turbinas de viento ocurra en el PEC, especialmente durante los periodos de migración. La mayor parte de las fatalidades han sido reportadas para estas especies en parques eólicos de Norteamérica, sin embargo, es poco probable que esta mortalidad tenga efectos poblacionales negativos para cualquiera de estas especies. Algún nivel de mortalidad para las especies de murciélagos vespertilionidos pertenecientes a los géneros *Myotis* y *Eptesicus*, ambos observados durante el periodo de estudio en el PEC (ver el Anexo 4.3), se espera como producto del desarrollo y operación de proyecto propuesto, sin embargo, estas mortalidades serían menores que aquellas reportadas para especies del genero *Lasiurus*, como lo indican algunos estudios conducidos en Norteamérica (Arnett et al. 2008).

Las especies de la familia Molossidae poseen algunas características posiblemente relacionadas con su alta sensibilidad a choques con turbinas eólicas, incluyendo su tendencia de volar a grandes alturas (Fenton and Griffin 1997, McCracken et al. 2008, Vaughan 1959) y a realizar migraciones de larga distancia (en *Tadarida brasiliensis*, Vaughan et al. 2000). Son muy pocas las especies de molossidos que habitan las zonas templadas de América del Norte, por lo que la información directa relacionada con su nivel de susceptibilidad a choques con turbinas eólicas es muy limitado. Sin embargo, dos estudios en los Estados Unidos (Miller 2008; Piorkowski 2006) han reportado una mortalidad sustancial de *Tadarida brasiliensis*. *T. brasiliensis* fue detectada durante los muestreos de pre-construcción llevados a cabo en el PEC, con un pico de actividad registrado durante las épocas de migración (ver el Anexo 4.3), indicando que esta especie realiza movimientos migratorios a través del área de estudio y sus

alrededores, implicando un posible aumento en el riesgo de colisión. Los estudios en La Venta II han reportado mortalidades de por lo menos ocho especies de molossidos (ver Tabla 4), incluyendo *Eumops perotis*, una de las especies registradas durante el muestreo en el PEC. Los murciélagos molossidos realizan vuelos rápidos a alturas considerables, como se evidenció en el estudio realizado en el PEC, donde altas abundancias de murciélagos de dos especies de esta familia, *E. perotis* y *T. brasiliensis*, fueron registradas volando a alturas de barrido del rotor de las turbinas de viento (ver el Anexo 4.3). Se puede hipotetizar que el propuesto PEC podría causar algún nivel de mortalidad en las especies de esta familia registradas para el área de estudio, aunque los impactos a nivel poblacional son poco probables.

La familia Phyllostomidae es muy diversa y abundante en el Neotrópico (Reid 1997), sin embargo al no ocurrir en las regiones templadas de Norteamérica, una evaluación robusta del riesgo de colisión con turbinas de viento es improbable. Mientras la mayoría de las especies en otras familias son insectívoras, gran parte de las especies dentro de la familia Phyllostomidae se alimenta de recursos de origen botánico, incluyendo frutas y néctar (Reid 1997). Una característica general de los murciélagos de esta familia, con relevancia para la evaluación del riesgo de choques con turbinas eólicas, es su tendencia a forrajear dentro del bosque, en espacios atestados con ramas y hojas (Kalko et al. 2008), sugiriendo que pueden ser menos propensos a volar dentro de la altura del rotor y estar menos expuestos a colisiones con turbinas y motores. Aunque pocas, se han documentado mortalidades de por lo menos ocho especies de phyllostómidos en el parque eólico La Venta II (Tabla 4), sugiriendo un riesgo potencial para esta familia de murciélagos. *Choeronycteris mexicana* fue observada en muestreos conducidos en cavernas durante los estudios en la fase pre-construcción en el sitio PEC. Dos especies adicionales de phyllostómidos, *Leptonycteris nivalis* y *Desmodus rotundus*, tienen rangos de distribución que se sobrelapan con la ubicación del sitio de estudio. Los datos de tasas de mortalidad por colisión para estas especies son limitados, pero otras especies dentro de la familia (*Leptonycteris curasoae*, *Glossophaga soricina* y *Glossophaga morenoi*), cercanamente relacionadas con las anteriores, están incluidas entre las mortalidades reportadas en los estudios post-construcción de La Venta II, con números de fatalidades relativamente pequeños, por lo que es posible hipotetizar que aunque se espera cierto nivel de mortalidad producido por colisiones en el propuesto PEC, estas fatalidades no tendrían efectos a nivel de poblaciones para ninguna de estas especies.

### ***Mariposas monarca***

Es difícil evaluar el riesgo potencial de colisiones con turbinas de viento para las mariposas monarca (*Danaus plexippus*) en el propuesto PEC, debido a que este fenómeno para este taxón no ha sido estudiado mucho hasta la fecha, y por lo tanto no existen mucha información para evaluar la susceptibilidad de las mariposas monarca a colisiones con turbinas eólicas u otras estructuras asociadas. Colisiones de mariposas monarcas con aerogeneradores nunca ha sido estudiado directamente. Sin embargo, una publicación de Grealey y Stephenson (2007) trató el tema del riesgo de colisiones de mariposas con aerogeneradores, aplicando un síntesis de varios estudios de colisiones de otros insectos con aerogeneradores, los comportamientos de vuelo de mariposas en relación al viento, y las aerodinámicas de la operación de aerogeneradores. Este estudio llegó a la conclusión general que el riesgo de colisiones de

mariposas con aerogeneradores sea baja, debido a varios factores del comportamiento de las mariposas, y de los corrientes del aire alrededor de las aspas de los aerogeneradores.

Una afirmación general que puede hacerse con base en la biogeografía y en la historia de vida de la mariposa monarca, es que el sitio propuesto para el PEC representa un área marginalmente significativa durante los periodos de migración en la época no reproductiva (Journey North 2014). Durante el verano, el rango de distribución de las mariposas monarca está restringido a las latitudes templadas de los Estados Unidos y Canadá. Durante el invierno, la población del Pacífico habita principalmente en el sur de California, mientras que prácticamente la totalidad de la población oriental de esta especie ocupa los bosques de pino y cedro dentro de una pequeña porción del cinturón volcánico trans-mexicano en los estados de Michoacán y México del territorio mexicano, varios kilómetros al sur del sitio propuesto para el proyecto PEC (Journey North 2014). Durante las migraciones de otoño y primavera, las mariposas monarca de la población oriental transitan por porciones del centro y noreste mexicano, incluyendo la región general en la cual el PEC está ubicado (Journey North 2014).

Durante la recolección de datos de campo en la fase pre-construcción, los investigadores de la UANL observaron un total de 832 mariposas monarca dentro o en la vecindad del PEC (ver el Anexo 4.3). Todas estas observaciones fueron registradas durante el otoño. Aunque ninguna mariposa monarca fue observada en el PEC durante el monitoreo de primavera, algunos avistamientos de esta especie dentro de la región general en la cual el proyecto está ubicado (Coahuila-Nuevo León), han sido reportados por grupos de ciencia ciudadana durante las épocas primaveral y otoñal (Journey North 2014, ver Anexo 4.3)

Todos los registros de mariposas monarca recolectados durante los monitoreos llevados a cabo en la fase de pre-construcción del proyecto PEC, fueron de individuos perchados o volando a alturas por debajo de los 9 metros del suelo. Se piensa que este umbral de altura de vuelo refleja los límites de la capacidad de observación de quienes que recolectan los datos a nivel del suelo, y no un verdadero límite fisiológico o comportamental de las mariposas para volar a alturas por encima de ese umbral (ver el Anexo 4.3), por lo que es posible que las mariposas monarca en vuelo, transiten dentro de las alturas de barrido de los rotores durante sus vuelos de migración a través del PEC, como han observado Grealey y Stephenson (2007).

Aunque la presencia de mariposas monarca en el sitio PEC, al menos durante el periodo de migración otoñal, establece ciertos niveles de exposición a colisiones con turbinas eólicas, es difícil evaluar el nivel de riesgo para estas mariposas en el sitio, ya que información referente a mortalidades de mariposas monarcas o de cualquier otra especie de mariposas en instalaciones de energía eólica, es poco. Sin embargo, con base en la única publicación que ha tratado este tema hasta la fecha, se puede predecir que el nivel de riesgo probablemente sea baja (Grealey y Stephenson 2007).

Además, la escasez de información sobre este tema en Norteamérica contiene otra indicación de que el nivel de riesgo probablemente sea baja. La mariposa monarca tiene un extenso rango de distribución geográfica dentro de Canadá y los Estados Unidos, que incluye áreas donde el desarrollo de instalaciones eólicas ha avanzado rápidamente (Journey North 2014). Esta falta de información acerca de la mortalidad de mariposas monarca producto de colisiones

con turbinas de viento en instalaciones eólicas de Norteamérica tiene tres explicaciones posibles: 1) la susceptibilidad de las mariposas monarca a riesgos de colisión con turbinas eólicas es muy baja, 2) las mariposas monarca de hecho sufren mortalidades producto de colisiones con turbinas eólicas, pero los estudios de monitoreo de carcadas de aves y murciélagos conducidos en instalaciones eólicas durante la fase de post-construcción no son aptos para detectar carcadas de mariposas monarca, y 3) las mariposas monarca de hecho sufren mortalidades por colisiones con turbinas de viento, y los estudios de monitoreo de carcadas de aves y murciélagos han detectado de manera eficiente tales mortalidades en instalaciones de energía eólica, pero los niveles de mortalidad observados no han sido considerados como significativos por parte de los investigadores que han conducido tales estudios, o por parte de las agencias regulatorias que emiten los permisos y que revisan y solicitan tales estudios.

## **RECOMENDACIONES**

Con base en esta evaluación de riesgo de los impactos adversos sobre aves, murciélagos y mariposas monarca, como resultado del desarrollo y operación del proyecto PEC, recomendamos la implementación de las siguientes medidas para reducir el nivel de riesgo y monitorear el nivel de impacto:

- Evitar ubicar turbinas de viento en proximidad a las zonas de humedales. Recomendamos posicionar las turbinas por fuera de la zona de inundación de la Presa el Tulillo, utilizando una zona de amortiguación de 500 metros alrededor del AICA Presa el Tulillo donde se recomienda no ubicar turbinas de viento, con el fin de reducir el riesgo de desplazamiento y/o colisión para aves acuáticas.
- Implementar un programa de monitoreo de mortalidad de aves, murciélagos y mariposas monarca en la fase post-construcción de largo plazo. Este programa debe tener dos elementos distintos:
  - Monitoreo intensivo de fatalidades de aves, murciélagos y mariposas monarca. Este elemento debe tener una duración de por lo menos un año, y el protocolo debe seguir los estándares internacionales para el diseño, la intensidad de muestreo, y con el rigor científico necesario en este tipo de estudios, incluyendo correcciones de sesgos para las eficiencias de búsqueda, la remoción de carcadas por parte de carroñeros, y las áreas no muestreadas. Esto permitirá el monitoreo de los impactos por colisión generados por el proyecto PEC, para determinar si las fatalidades de aves, murciélagos y/o mariposas monarca se desvían significativamente de las predicciones generadas a partir de los datos recolectados durante la fase pre-construcción. Aunque no conocemos ningún estudio que haya reportado fatalidades de mariposas monarca como producto de colisiones con turbinas de viento, recomendamos aplicar la misma metodología utilizada para el estudio y análisis de la fauna de aves y murciélagos, con experimentos y factores de corrección de sesgos específicos para mariposas, con el fin de estimar tasas de mortalidad para este taxón.
  - Plan de Protección para Aves, Murciélagos, y Mariposas Monarca (PPAMMM). Este elemento durará toda la fase de operación del PEC. El PPAM debe delinear todas las medidas tomadas y los procedimientos seguidos en el PEC para reducir el riesgo de impactos adversos sobre la vida silvestre, y con el fin

de responder apropiadamente en caso de ser necesario. Este plan debe incluir los materiales y reportes utilizados por el personal de mantenimiento y operaciones del parque eólico, para asegurar que tal personal está bien preparado para integrar el monitoreo de largo plazo dentro del manejo y operación normal del PEC, y para documentar cualquier impacto adverso, y responder en caso de ser necesario a cualquier evento que ocurra durante la operación del PEC.

- Las góndolas deben iluminarse con rayos intermitentes de luz roja en vez de luz de rayo constante. Esto eliminará en gran medida cualquier tendencia de las aves migratorias nocturnas a verse atraídas por las turbinas de viento (Kerlinger et al. 2010).
- Instalar luces exteriores que apunten hacia el suelo, y eliminar o reducir el tiempo durante el cual estas luces permanecen prendidas durante la noche en los periodos de migración, con el fin de implementar medidas que reduzcan la atracción de las aves cantoras con vuelos migratorios nocturnos hacia las sub-estaciones eléctricas y la infraestructura de mantenimiento y operación del PEC.
- Para cualquier línea de transmisión eléctrica que atraviese zonas de humedal o cuerpos de agua, incluyendo las porciones del plano inundable de la Presa el Tulillo, se deben instalar dispositivos elevados que desvíen a las aves en vuelo, o cables en tierra que reduzcan el riesgo de colisión de las aves acuáticas de gran tamaño con líneas eléctricas. La instalación de estos dispositivos debe seguir las recomendaciones propuestas en el 2012 por el Comité para la Interacción Aves-Líneas Eléctricas (APLIC por sus siglas en inglés).

## **LITERATURA CITADA**

- Ahlén, I. 2002. Fladdermöss Och Fåglar Dödade Av Vindkraftverk (Swedish). (Bats and Birds Killed by Wind Power Turbines). *Fauna och Flora* 97(3): 14-21.
- Arnett, E. B., K. Brown, W. P. Erickson, J. Fiedler, B. L. Hamilton, T. H. Henry, A. Jain, G. D. Johnson, J. Kerns, R. R. Koford, C. P. Nicholson, T. O'Connell, M. Piorkowski, and R. Tankersley, Jr. 2008. Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78.
- Bach, L. and U. Rahmel. 2004. Summary of Wind Turbine Impacts on Bats- Assessment of a Conflict. (German). *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7: 245-252.
- Bevanger, K. 1998. Biological and Conservation Aspects of Bird Mortality Caused by Electrical Power Lines: A Review. *Biological Conservation* 86: 67-76.
- Brinkman, R. 2006. Survey of Possible Operational Impacts on Bats by Wind Facilities in Southern Germany. Report for Administrative District of Freiburg - Department 56, Conservation and Landscape Management. Ecological Consultancy, Gundelfingen, Germany.
- Comisión Federal de Electricidad. 2008. Monitoring Report Covering the First Year of the Crediting Period: July 1, 2007-June 30, 2008. Report presented to the Clean Development Mechanism (CDM), United Nations Framework Convention on Climate Change. Accessed October 14, 2009. 16 pp. Available online at: <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1168204945.7/view>



- Comisión Federal de Electricidad. 2009. Monitoring Report: La Venta II. Covering the Second Year of the Crediting Period: July 1, 2008-June 30, 2009. Available online at: <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1168204945.7/view>
- Comisión Federal de Electricidad. 2011. Monitoring Report: La Venta II. Covering the Third Year of the Crediting Period: July 1, 2008-June 30, 2010. Available online at: <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1168204945.7/view>
- Cryan, P. M. and R. M. R. Barclay. 2009. Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: Hypotheses and Predictions. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1330-1340.
- Derby, C., K. Bay, and J. Ritzert. 2009. Bird Use Monitoring, Grand Ridge Wind Resource Area, La Salle County, Illinois. Year One Final Report, March 2008 - February 2009. Prepared for Grand Ridge Energy LLC, Chicago, Illinois. Prepared by Western EcoSystems Technology, Inc. (WEST), Cheyenne, Wyoming. July 29, 2009.
- Dürr, T. and L. Bach. 2004. Bat Deaths and Wind Turbines: A Review of Current Knowledge, and of the Information Available in the Database for Germany. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7: 253-264.
- eBird. 2013. eBird: An Online Database of Bird Distribution and Abundance (Web Application). eBird, Ithaca, New York. <http://ebird.org/content/ebird/>. Available online at: <http://ebird.org/content/ebird/news/radar>
- eBird. 2014. An Online Database of Bird Distribution and Abundance (Web Application). eBird, Ithaca, New York. Accessed February 6, 2014. Online at: <http://ebird.org/content/ebird/>
- Fenton, M. B. and D. R. Griffin. 1997. High-Altitude Pursuit of Insects by Echolocating Bats. *Journal of Mammalogy* 78: 247-250.
- Fiedler, J. K. 2004. Assessment of Bat Mortality and Activity at Buffalo Mountain Windfarm, Eastern Tennessee. Thesis. University of Tennessee, Knoxville, Tennessee. August, 2004. [http://www.tva.gov/environment/bmw\\_report/bat\\_mortality\\_bmw.pdf](http://www.tva.gov/environment/bmw_report/bat_mortality_bmw.pdf)
- Grealey, J., D. Stephenson, 2007. Effects of wind turbine operation on butterflies. *North American Windpower*, February 2007 issue.
- Greenberg, R., and P. P. Marra (eds.), 2005. *Birds of two worlds: the ecology and evolution of migration*. Johns Hopkins University Press.
- Hall, L. S. and G. C. Richards. 1972. Notes on *Tadarida australis* (Chiroptera: Molossidae). *Australian Mammalogy* 1: 46.
- HawkMountain. 2013. Hawk Mountain Sanctuary. Kempton, Pennsylvania. Accessed November 4, 2013. Online at: <http://www.hawkmountain.org/>
- HawkWatch. 2013. HawkWatch International. Accessed November 4, 2013. Online at: <http://www.hawkwatch.org/>; Count data available online at: <http://www.hawkwatch.org/conservation-science/count-results>
- Hein, C. D., J. Gruver, and E. B. Arnett. 2013. Relating Pre-Construction Bat Activity and Post-Construction Bat Fatality to Predict Risk at Wind Energy Facilities: A Synthesis. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden Colorado. Bat Conservation International (BCI), Austin, Texas. March 2013. Available online at: [http://batsandwind.org/pdf/Pre-%20Post-construction%20Synthesis\\_FINAL%20REPORT.pdf](http://batsandwind.org/pdf/Pre-%20Post-construction%20Synthesis_FINAL%20REPORT.pdf)
- Howell, S. N. G. and S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York.

- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. Accessed June 2014. Available from: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Jain, A.A. 2005. Bird and bat behavior and mortality at a northern Iowa windfarm. Thesis. Iowa State University, Ames, Iowa.
- Johnson, G.D. 2005. A review of bat mortality at wind-energy developments in the United States. *Bat Research News* 46:45-49.
- Johnson, G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, M. F. Shepherd, and D. A. Shepherd. 2000. Avian Monitoring Studies at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota: Results of a 4-Year Study. Final report prepared for Northern States Power Company, Minneapolis, Minnesota, by Western EcoSystems Technology, Inc. (WEST), Cheyenne, Wyoming. September 22, 2000. 212 pp. <http://www.west-inc.com>
- Johnson, G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, M. F. Shepherd, D. A. Shepherd, and S. A. Sarappo. 2002. Collision Mortality of Local and Migrant Birds at a Large-Scale Wind-Power Development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 30(3): 879-887.
- Journey North, 2014. Monarch butterfly facts, contributed by Dr. Karen Oberholser <http://www.learner.org/jnorth/search/Monarch.html> accessed 7 July, 2014.
- Kalko, E. K. V., S. E. Villegas, M. Schmidt, M. Wegmann, and C. F. J. Meyer. 2008. Flying High - Assessing the Use of the Atmosphere by Bats. *Integrative and Comparative Biology* 48: 60-73.
- Kerns, J. and P. Kerlinger. 2004. A Study of Bird and Bat Collisions at the Mountaineer Wind Energy Facility, Tucker County, West Virginia: Annual Report for 2003. Prepared for FPL Energy and the Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee. February 14, 2004. Technical report prepared by Curry and Kerlinger, LLC., for FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee. Curry and Kerlinger, LLC. 39 pp. <http://www.wvhighlands.org/Birds/MountaineerFinalAvianRpt-%203-15-04PKJK.pdf>
- Kingsley, A. and B. Whittam. 2003. Wind Turbines and Birds: A Guidance Document for Environmental Assessment. Phase III (Draft) prepared for the Canadian Wildlife Service, Environment Canada, Gatineau, Quebec. *Bird Studies Canada*. December 2003.
- Kunz, T. H., E. B. Arnett, B. M. Cooper, W. P. Erickson, R. P. Larkin, T. Mabee, M. L. Morrison, M. D. Strickland, and J. M. Szewczak. 2007. Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2449-2486. Available online at: [http://www.nationalwind.org/assets/publications/Nocturnal\\_MM\\_Final-JWM.pdf](http://www.nationalwind.org/assets/publications/Nocturnal_MM_Final-JWM.pdf)
- Kus, B., S. L. Hopp, R. R. Johnson, B. T. Brown, 2010. Bell's Vireo (*Vireo bellii*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology.
- Kuvlesky, W.P. Jr., L. A. Brennan, M. L. Morrison, K. K. Boydston, B. M. Ballard, and F. C. Bryant. 2007. Wind Energy Development and Wildlife Conservation: Challenges and Opportunities. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2487-2498.
- Larsen, J. K., and J. Madsen. 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective. *Landscape Ecology*, 15:755-764.
- Laurance, W. F. and R. O. Bierregard. 1997. *Tropical Forest Remnants*. University of Chicago Press. 616 pp.

- LeBeau, C.W., J.L. Beck, G.D. Johnson, and M.J. Holloran. 2014. Short-term impacts of wind energy development on greater sage-grouse fitness parameters. *Journal of Wildlife Management* 78:522-530.
- Leddy, K., K. F. Higgins, and D. E. Naugle. 1999. Effects of wind turbines on upland nesting birds in conservation reserve program grasslands. *Wilson Bulletin* 111:100-104.
- Ledec, G. C., K. W. Rapp, and R. G. Aiello. 2011. Greening the Wind: Environmental and Social Considerations for Wind Power Development in Latin America and Beyond. The World Bank Group.
- Loesch, C. R., J. A. Walker, R. E. Reynolds, J. S. Gleason, N. D. Niemuth, S. E. Stephens, and M. A. Erickson, 2012. Effect of wind energy development on breeding duck densities in the prairie pothole region. *Journal of Wildlife Management*; doi 10.1002/jwmg.481.
- Loss, S. R., T. Will, and P. P. Marra. 2013a. Estimates of Bird Collision Mortality at Wind Facilities in the Contiguous United States. *Biological Conservation* 168: 201-209.
- Loss, S. R., T. Will, and P. P. Marra 2013b. The impact of free-ranging domestic cats on wildlife in the United States. *Nature Communications* 4, article # 1396 doi: 10.1038/ncomms2380.
- McCracken, G. F., E. H. Gillam, J. K. Westbrook, Y. Lee, M. L. Jensen, and B. B. Balsley. 2008. Brazilian Free-Tailed Bats (*Tadarida brasiliensis*: Molossidae, Chiroptera) at High Altitude: Links to Migratory Insect Populations. *Integrative and Comparative Biology* 48(1): 107-118.
- McCrary, J. K. and D. P. Young. 2008. New and Noteworthy Observations of Raptors in Southward Migration in Nicaragua. *Ornitologia Neotropical* 19: 573-580.
- McNew, L.B., L.M. Hunt, A.J. Gregory, S.M. Wisely, and B.K. Sandercock. 2014. Effects of wind energy development on nesting ecology of greater prairie-chickens in fragmented grasslands. *Conservation Biology*. DOI: 10.1111/cobi.12258.
- Miller, A. 2008. Patterns of Avian and Bat Mortality at a Utility-Scaled Wind Farm on the Southern High Plains. Thesis. Texas Tech University, August 2008. Available online at: [http://www.batsandwind.org/pdf/Bibliography%20docs/Miller\\_Amanda\\_Thesis.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Bibliography%20docs/Miller_Amanda_Thesis.pdf)
- National Academy of Science (NAS). 2007. Environmental Impacts of Wind-Energy Projects. National Academies Press. Washington, D.C. www.nap.edu
- National Academy of Science (NAS). 2009. Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use. National Academies Press, Washington, D.C., USA.
- New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). 2009. Comparison of Reported Effects and Risks to Vertebrate Wildlife from Six Electricity Generation Types in the New York/New England Region. NYSERDA Report 9675. Prepared by the Environmental Bioindicators Foundation and Pandion Systems, Inc., for NYSERDA.
- Piorkowski, M. D. 2006. Breeding Bird Habitat Use and Turbine Collisions of Birds and Bats Located at a Wind Farm in Oklahoma Mixed-Grass Prairie. Thesis. Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma. 112 pp. July 2006. [http://www.batsandwind.org/pdf/Piorkowski\\_2006.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Piorkowski_2006.pdf)
- Porrás-Penaranda, P., L. Robichaud, and F. Branch. 2004. New, Full-Season Count Sites for Raptor Migration in Talamanca, Costa Rica. *Ornitologia Neotropical* 15: S267-S278.
- Pronatura. 2013. Preguntas y Respuestas Frecuentes Sobre El Veracruz Rio de Rapaces. Available online at: [http://www.pronaturaveracruz.org/PDFs/Preguntas\\_Frecuentes.pdf](http://www.pronaturaveracruz.org/PDFs/Preguntas_Frecuentes.pdf)
- Reid, F. A. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, Oxford, New York.

- Rezsutek, M., and G.N. Cameron. 1993. Mormoops megalophylla. American Society of Mammalogists, Mammalian Species, 448:1-5.
- Schmidly, D. J. 1977. The mammals of Trans-Pecos Texas including Big Bend National Park and Guadalupe Mountains National Park. Texas A&M University Press, College Station.
- Secretariat of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT). 2010. Protección Ambiental, Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres, Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, México D.F.
- Shane, T. G. 2000. Lark Bunting (*Calamospiza melanocorys*), The Birds of North America Online (A. Pool, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology.
- Stantec Consulting, Inc. (Stantec). 2011. Bird Mortality Event at Laurel Mountain Substation. Report to the West Virginia Field Office, US Fish and Wildlife Service (USFWS), Elkins, West Virginia. Report from Stantec, Topsham, Maine. October 25, 2011.
- Strickland, M. D., E. B. Arnett, W. P. Erickson, D. H. Johnson, G. D. Johnson, M. L. Morrison, J. A. Shaffer, and W. Warren-Hicks. 2011. Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative (NWCC), Washington, D.C., USA. June 2011. Available online at: [http://www.batsandwind.org/pdf/Comprehensive\\_Guide\\_to\\_Studying\\_Wind\\_Energy\\_Wildlife\\_Interactions\\_2011.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Comprehensive_Guide_to_Studying_Wind_Energy_Wildlife_Interactions_2011.pdf)
- Thiollay, J. M. 1980. Spring Hawk Migration in Eastern Mexico. Journal of Raptor Research 14: 13-21.
- Vaughan, T., J. Ryan, and N. Czaplewski. 2000. Mammalogy. Fourth Edition. Brooks Cole, Toronto.
- Vaughan, T. A. 1959. Functional Morphology of Three Bats: Eumops, Myotis, Macrotus. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 12: 1-153.
- Villegas-Patracca, R., I. MacGregor-Fors, T. Ortiz-Martínez, C. E. Pérez-Sánchez, L. Herrera-Alsina, and C. Muñoz-Robles. 2012. Bird-Community Shifts in Relation to Wind Farms: A Case Study Comparing a Wind Farm, Croplands, and Secondary Forests in Southern Mexico. Condor 114: 711-719.