Vol. 11. No.01, pp. 69-89/junio 2021

 ISSN-E: 2413-1911

Universidad Nacional de Ingeniería Sede Regional Norte

 COPYRIGHT © (UNI). Todos los derechos reservados

<http://www.revistas.uni.edu.ni/index.php/higo>

E-mail: alba.diaz@norte.uni.edu.ni

 DOI: <https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i1.11725>



**AVES VULNERABLES A COLISIONAR CONTRA TORRES EÓLICAS EN RIVAS, NICARAGUA, ANTES DE SU CONSTRUCCIÓN**

**VULNERABLE BIRDS TO COLLIDE AGAINST WIND TOWERS IN RIVAS, NICARAGUA, BEFORE THEIR CONSTRUCTION**

*José Manuel Zolotoff Pallais[[1]](#footnote-1)*

*(recibido/received: 30-marzo-2020; aceptado/accepted:21-mayo-2021)*

**RESUMEN:** Se aplicó un Índice de Vulnerabilidad de Aves (IVA) y Mapa de Vulnerabilidad Potencial (MVP) para determinar cuáles son las especies de aves más susceptibles a colisionar con torres eólicas y los sitios con mayor riesgo, en una central eólica al sur de la ciudad de Rivas. Se colocaron transectos en dos zonas donde se colocarían las torres: Pastizales sin ‘Árboles y Pastizales con Árboles. También se realizaron transectos en hábitats adyacentes como Costa del lago de Nicaragua y Bosque Ripario. El IVA se calculó con nueve factores (altura de vuelo, tipo de vuelo, longitud de ala, peso, estatus, abundancia, estado reproductivo, estado de conservación internacional y nacional). Se calculó el MVP total a partir de todas las especies detectadas, y MVP medio solo utilizando las especies que superaron la mediana del IVA específico. El riesgo de colisión por hábitat se calculó determinando que menor al percentil 50 se considera de riesgo bajo, y de riesgo alto cuando el percentil sea mayor que 50. Los valores más altos de vulnerabilidad se encuentran en las especies: Rabihorcado Magno (*Fregata magnificens*), el Zopilote Negro (*Coragyps atratus*), el Zopilote Cabecirroja (*Cathartes aura*), Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*), Caracara Crestado (*Caracara cheriway*), Zanate Nicaragüense *(Quiscalus nicaraguensis*), y la Garza Grande (*Ardea herodias*). El bosque ripario y pastizales con árboles son los sitios con mayor riesgo de colisión para instalar torres eólicas. El IVA y MVP constituyen herramientas importantes que permiten identificar los riesgos potenciales de colisión de aves en centrales eólicas antes de su construcción.

**PALABRAS CLAVES**: Aerogenerador, evaluación de impacto ambiental, índice de vulnerabilidad, riesgo de colisión.

**ABSTRACT:** A Bird Vulnerability Index (BVI) and Potential Vulnerability Map (PVM) was applied to determine which are the most susceptible bird species to collide with wind towers and the riskiest sites, in a wind power plant south from the city of Rivas. Transects were placed in two areas where the towers would be placed: Grasslands without Trees and Grasslands with Trees. Transects were also made in adjacent habitats such as Lake Nicaragua Coast and Riparian Forest. The BVI was calculated with nine factors (Flight Height, Type of Flight, Wingspan, Weight,

Status, Abundance, Reproductive Status, International and National Conservation Status). The total PVM was calculated from all detected species, and average PMV only using species that exceeded the specific BVI median. The risk of habitat collision was calculated by determining that less of 50th percentile is considered to be low risk, and high risk when the percentile is greater than 50. The highest vulnerability index is found in the species: Magnificent Frigatebird (*Fregata magnificens*), Black Vulture (*Coragyps atratus*), Turkey Vulture (*Cathartes aura*), Osprey (*Pandion haliaetus*), Crested Caracara (*Caracara cheriway*), Nicaraguan Grackle (*Quiscalus nicaraguensis*), and Great Heron (*Ardea herodias*). The riparian forest and grassland with trees are the sites with the highest risk of collision to install wind towers. The BVI and PVM are important tools that allow the identification of potential risks of bird collision with wind towers before their construction.

**KEYWORDS:** Collision risk, environmental impact assessment, vulnerability index, wind generator.

**INTRODUCCIÓN**

La energía eólica es uno de los sectores con más crecimiento en la industria energética. Este tipo de energía tiene el potencial de reducir impactos al ambiente causados por el uso de combustibles fósiles para generar energía convencional. Sin embargo, la preocupación del impacto de esta energía “verde” sobre los ecosistemas, en especial, sobre las colisiones de aves y murciélagos con este tipo de infraestructura sigue siendo una preocupación a tener en cuenta en la etapa previa a su construcción.

Según la American Wind Wildlife Institute (AWWI, 2016), la capacidad de la energía eólica para generar electricidad sin emisiones de carbono se espera que reduzca el riesgo de efectos potencialmente catastróficos para la vida silvestre ante un cambio climático inminente. Sin embargo, los impactos adversos de las instalaciones de energía eólica a la vida silvestre han sido documentados, particularmente en las aves y murciélagos (Arnett et al., 2008; Strickland et al., 2011; AWWI, 2016).

Nicaragua comenzó el aprovechamiento de energía eólica en el año 2007, cuando se instalaron treinta aerogeneradores en la finca Amayo, en Rivas. Otros proyectos en funcionamiento son Eolo de Nicaragua S.A, Blue Power Energy S.A y Alba Vientos, siendo inminente el auge que están teniendo los parques eólicos en Nicaragua.

El istmo de Rivas es un área importante de migración de aves, sobre todo de rapaces actuando como un cuello de botella. McCrary & Young (2008) describen la migración de aves rapaces cerca del empalme La Virgen, en Rivas, a más de 19,000 aves de 10 especies de rapaces volando entre los meses de agosto y noviembre; así como a más de 50,000 individuos de Golondrina Común (*Hirundo rustica*), Avión Púrpura (*Progne subis*), Golondrina Bicolor (*Tachycineta bicolor*), Avión Zapador (*Riparia riparia*), Golondrina Gorginegra (*Hirundo pyrrhonota*) y Golondrina Alirrasposa Norteña (*Stelgidopteryx serripennis*), entre otros grupos de aves migratorias como acuáticas y paseriformes.

La utilidad de la presente investigación, se basa en proporcionar un Índice de Vulnerabilidad de Aves, que servirá para predecir los posibles impactos de especies de aves en torres eólicas, agregando un Mapa de Vulnerabilidad Potencial de la instalación de torres, con el fin de obtener información más precisa sobre los lugares de menor riesgo para la instalación de torres.

El método que se presenta en este artículo, es una herramienta de evaluación más detallada de los posibles impactos que puedan tener las centrales eólicas en la etapa de pre construcción sobre aves, y de esta forma tomar medidas correctivas desde el inicio, con vistas a reducir posibles colisiones durante la etapa de operación.

**METODOLOGÍA**

El estudio se realizó en la zona del proyecto Eolo de Nicaragua S.A. a 125 km de Managua a 13 km al sur de la ciudad de Rivas, Departamento de Rivas, en los meses de septiembre a octubre del 2011 (8 días) durante la migración de aves de otoño de norte a sur, y de marzo a abril del 2012 (8 días) durante la migración de aves de primavera de sur a norte, totalizando 16 días de monitoreo.

El proyecto posee 22 torres eólicas (instaladas en el 2014) con una longitud de torre de 85 m y una longitud 45 m por cada una de las tres aspas, con una capacidad de generación de 2.0 MW cada uno, para una capacidad instalada total de 80.0 MW.

El estudio es de tipo observacional, ya que los datos fueron colectados de la fuente primaria; es longitudinal ya que recaba datos en diferentes puntos del tiempo realizando inferencias sobre el problema tratado, en este caso, el estudio abarca dos períodos específicos de tiempo en el cual se obtuvieron los datos, y de campo pues las mediciones se realizaron *in situ* (Hernández-Sampieri, Collado y Baptista, 2014).

Se colocaron transectos de ancho variable (Ralph et al., 1996; Wunderle, 1994), con un promedio de 1 km de longitud en cada uno de los cuatro tipos de hábitats presentes en la zona: Bosque Ripario (BR), Pastos sin Árboles (PSA), Pastos con Árboles (PCA) y Costa del Lago (CL). Dichos transectos se colocaron aproximadamente sobre la línea donde se contemplaba la instalación de torres eólicas en esa época. Si bien no se contempla la instalación de torres sobre la línea de Costa del Lago y Bosque Ripario, se incluyeron estos hábitats con fines comparativos y para documentar la riqueza y abundancia de especies (Figura 1).



Figura 1.- Ubicación de transectos. Central eólica Eolo de Nicaragua S.A 2011-2012.

Se realizaron dos monitoreos por día por cada uno de los hábitats de forma simultánea iniciando el primero a las 6:00 y culminando a las 9:30 horas y el segundo de 15:00 a 17:30 horas.

Para cada individuo de las especies de aves migratorias y residentes observados en cada hábitat se tomaron los siguientes datos en los diferentes transectos: especie, abundancia, altura de vuelo, dirección de vuelo, actividad, distancia del ave al sendero y al observador.

El Índice de Vulnerabilidad de Aves (IVA) se obtuvo para cada especie detectada y en cada uno de los diferentes tipos de hábitats, seleccionaron nueve factores valorados en una escala que va de uno (menor vulnerabilidad) hasta cuatro (mayor vulnerabilidad) agrupados en dos grupos, aquellos factores que tienen que ver con el riesgo de colisión y los relacionados con la sensibilidad de las especies para un total de nueve factores. Los promedios de ambos grupos se multiplican para obtener el IVA de cada especie por hábitat.

La ecuación (1) muestra el cálculo del IVA:

 Riesgo de colisión Sensibilidad de la especie (1)

$$\frac{ (A+B+C+D+E+F)}{6} X \frac{(G+H+I)}{3}$$

Donde:

A: Altura de vuelo de las aves. Tomada según la altura de vuelo de cada ave en relación a la altura de la torre y longitud de aspa. La ponderación se realizó como: 1: > 145 m, 2: 0-25 m, 3: 26-40 m y 130-145 m, 4: 40-125 m.

B: Tipo de vuelo. Basada en los datos tomado en campo para cada ave en cada tipo de hábitat monitoreado. La ponderación se realizó como: 1: Ave posada, 2: Forrajeando, 3: Cazando y volando, 4: Planeando

C: Longitud alar. Es la extensión máxima de las alas de punta a punta. Aves con longitudes grandes de alas pueden ser más propensas a colisionar por tener más área de contacto. La información se ha tomado de la base de datos de Cornell Lab of Ornithology (2015) para cada especie de ave, realizando una tabla de intervalos de frecuencia. La ponderación se realizó como: 1. 0-65 cm., 2. 65-117 cm, 3. 117-168 cm, 4. >168 cm.

D: Peso. Aves pesadas pueden ser más propensas a colisionar por tener menos maniobrabilidad. La información fue tomada de Styles & Skutch (1989) para cada especie de aves, realizando una tabla de intervalos de frecuencia. La ponderación se realizó como: 1. 0-629 g, 2. 629-1252 g, 3. 1252-1876 g, 4. >1876 g.

E: Estatus. El tiempo que pasan las aves expuestas al peligro puede ser mayor en especies que residen todo el año en la zona de peligro. La información fue tomada de Martínez-Sánchez et al., (2014). La ponderación se realizó como: 1. Especie de Paso, 2. Especie Migratoria, 3. Especie Residente y Migratoria, 4. Especie Residente.

F: Abundancia. Se determinó la abundancia relativa presentada de forma cualitativa reconociendo cuatro categorías: Muy abundante, Abundante, Escaso y Raro, de forma tal que para aves se puede construir para cada hábitat a partir de la especie más abundante, definiendo el punto numérico de referencia al dividir entre las cuatro categorías de abundancia (Pérez, 2004). La ponderación se realizó como: 1. Raro, 2. Escaso, 3. Abundante, 4. Muy abundante.

G. Estado reproductivo. Este factor hace mención sobre la cantidad de huevos o puestas de cada especie. Especies con menos posturas pueden ser las más vulnerables por tener menos descendencia. La información fue tomada de Styles & Skutch (1989) y de la base de datos de Cornell Lab of Ornithology (2015). La ponderación se realizó como: 1. >4 huevos, 2. 3-4 huevos, 3. 2 huevos, 4. 1 huevo.

H. Estado de conservación internacional (UICN). Para este factor se utilizó los criterios de la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2016). La ponderación se realizó como: 1. Baja preocupación, 2. Casi Amenazada, 3. Vulnerable, 4. En Peligro.

I. Estado de conservación nacional. Se utilizó los criterios de la lista roja de especies amenazadas en Nicaragua (Manzanarez et al., 2018). La ponderación se realizó como: 1. LC: Baja preocupación, 2. NT: Casi amenazado, 3. VU: Vulnerable, 4. EN: En peligro y En peligro crítico.

El Mapa de Vulnerabilidad Potencial (MVP) está dada por la ecuación (2):

$\sum\_{l}^{n}ln⁡(p\_{i}+ 1) x IVA\_{i}$ (2)

Donde:

$p\_{i}$= Número de observaciones de la especie i en cada hábitat.

$IVA\_{i}=$ Valor IVA de la especie i.

n= Número de hábitats considerados para el análisis.

Se calculó el MVP total a partir de todas las especies detectadas, y MVP medio solo utilizando las especies que superaron la mediana del IVA específico, este último con el propósito de reducir la posibilidad de dilución de la vulnerabilidad por especies menos sensibles. El riesgo de colisión por hábitat se calculó por medio de percentiles, determinando que menor al percentil 50 (<P50) se considera de riesgo bajo, y de riesgo alto cuando el percentil sea mayor que 50 (>P50).

El resultado final de esta fórmula es una zonificación en los cuatro (4) tipos de hábitats seleccionados Bosque Ripario (BR), Pastos sin Árboles (PSA), Pastos con Árboles (PCA) y Costa del Lago (CL) con diferentes niveles de riesgos por colisión, determinando qué sector o hábitats presenta mayor riesgo de colisión a la hora de la instalación de las torres eólicas.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Composición de especies:** Se identificaron 73 especies de aves lo que corresponde al 10% del total de especies para Nicaragua (Martínez-Sánchez et al., 2014), pertenecientes a 30 familias en 42,976 observaciones. Del total de especies, 49 son especies residentes en Nicaragua, 14 especies migratorias, tres especies de paso y siete especies con poblaciones residentes y migratorias. La familia con mayor porcentaje de especies fue la de las garzas (Ardeidae) con el 15%, seguido de zanates, chichiltotes, tordos entre otros (Icteridae) con el 12% (Tabla 1).

Tabla 1.- Abundancia de individuos en los diferentes hábitats. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

| **Nombre científico** | **Nombre común en español** | **BR** | **CL** | **PCA** | **PSA** | **Frecuencia general** | **Porcentaje** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Actitis macularius | Andarríos Maculado  | 9 | 36 | 0 | 0 | 45 | 1.5 |
| Agamia agami | Garza Pechicastaña | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Agelaius phoeniceus | Tordo Sargento | 122 | 40 | 46 | 1 | 209 | 6.8 |
| Amazilia rutila | Amazilia Canela | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0.1 |
| Ardea alba | Garzón Grande | 24 | 23 | 10 | 1 | 58 | 1.9 |
| Ardea herodias | Garzón Azul | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0.1 |
| Brotogeris jugularis | Chocoyo Barbinaranja | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0.1 |
| Bubulcus ibis | Garcilla Bueyera | 45 | 3 | 174 | 135 | 357 | 11.6 |
| Buteo nitidus | Gavilán Gris | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0.1 |
| Butorides virescens | Garcilla Capiverde | 17 | 6 | 0 | 0 | 23 | 0.7 |
| Cairina moschata | Pato Real | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0.1 |
| Calidris pusilla | Correlimos Semipalmeado | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Calocitta formosa | Urraca Copetona | 15 | 4 | 5 | 29 | 53 | 1.7 |
| Campylorhynchus rufinucha | Saltapiñuela Nuquirrufa | 1 | 4 | 12 | 3 | 20 | 0.6 |
| Caracara cheriway | Caracara Crestado | 7 | 46 | 62 | 19 | 134 | 4.3 |
| Cathartes aura | Zopilote Cabecirrojo | 29 | 4 | 78 | 3 | 114 | 3.7 |
| Charadrius collaris | Chorlitejo Collarejo | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Chloroceryle americana | Martín Pescador Verde | 2 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0.2 |
| Cochlearius | Pico Cuchara | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Columbina inca | Tortolita Colilarga | 1 | 20 | 8 | 1 | 30 | 1.0 |
| Columbina talpacoti | Tortolita Rojiza | 1 | 0 | 0 | 6 | 7 | 0.2 |
| Coragyps atratus | Zopilote Negro | 42 | 87 | 251 | 26 | 406 | 13.1 |
| Crotophaga sulcirostris | Garrapatero Común | 72 | 29 | 3 | 28 | 132 | 4.3 |
| Dendrocygna autumnalis | Piche Piquirojo | 2 | 5 | 32 | 0 | 39 | 1.3 |
| Dives dives | Cacique Piquinegro | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Egretta caerulea | Garceta Azul | 4 | 0 | 0 | 2 | 6 | 0.2 |
| Egretta thula | Garceta Patiamarilla | 18 | 10 | 0 | 5 | 33 | 1.1 |
| Egretta tricolor | Garceta Tricolor | 1 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0.1 |
| Eupsittula canicularis | Perico Frentinaranja | 12 | 0 | 2 | 49 | 63 | 2.0 |
| Falco peregrinus | Halcón Peregrino | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.0 |
| Falco sparverius | Cernícalo Americano | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.0 |
| Fregata magnificens | Rabihorcado Magno | 0 | 1 | 7 | 1 | 9 | 0.3 |
| Himantopus mexicanus | Cigüeñuela Cuellinegra | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0.3 |
| Icterus galbula | Chichiltote Norteño | 14 | 0 | 17 | 0 | 31 | 1.0 |
| Icterus pustulatus | Chichiltote Dorsilistado | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0.1 |
| Icterus spurius | Chichiltote Castaño | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.0 |
| Jacana spinosa | Jacana Centroamericana | 3 | 7 | 4 | 0 | 14 | 0.5 |
| Megaceryle torquata | Martín Pescador Collarejo | 12 | 0 | 3 | 0 | 15 | 0.5 |
| Melanerpes hoffmannii | Carpintero Nuquigualdo | 4 | 4 | 10 | 2 | 20 | 0.6 |
| Mycteria americana | Cigüeña Americana | 10 | 0 | 1 | 0 | 11 | 0.4 |
| Myiarchus tyrannulus | Güis Crestipardo Mayor | 1 | 8 | 2 | 0 | 11 | 0.4 |
| Myiozetetes similis | Güis Chico | 3 | 0 | 1 | 4 | 8 | 0.3 |
| Nyctanassa violacea | Martinete Cangrejero | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Oreothlypis peregrina | Reinita Verduzca | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.1 |
| Pandion haliaetus | Águila Pescadora | 2 | 7 | 1 | 1 | 11 | 0.4 |
| Parabuteo unicinctus | Gavilán Charreteado | 4 | 10 | 37 | 11 | 62 | 2.0 |
| Parkesia noveboracensis | Reinita Acuática Norteña | 9 | 1 | 10 | 0 | 20 | 0.6 |
| Patagioenas flavirostris | Paloma Piquirroja | 2 | 0 | 1 | 2 | 5 | 0.2 |
| Peucaea ruficauda | Sabanero Cabecilistado | 0 | 2 | 3 | 0 | 5 | 0.2 |
| Phalacrocorax brasilianus | Cormorán Neotropical | 9 | 92 | 0 | 0 | 101 | 3.3 |
| Piaya cayana | Cuco Ardilla | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.0 |
| Pitangus sulphuratus | Güis Común | 15 | 12 | 21 | 7 | 55 | 1.8 |
| Protonotaria citrea | Reinita Cebecidorada | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Psarocolius montezuma  | Oropéndola Mayor | 3 | 0 | 11 | 0 | 14 | 0.5 |
| Quiscalus mexicanus | Zanate Grande | 16 | 144 | 119 | 225 | 504 | 16.3 |
| Quiscalus nicaraguensis | Zanate Nicaragüense | 91 | 0 | 0 | 0 | 91 | 2.9 |
| Rupornis magnirostris | Gavilán Chapulinero | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.0 |
| Setophaga petechia | Reinita Amarilla | 37 | 19 | 38 | 5 | 99 | 3.2 |
| Sturnella magna | Zacatero Común | 5 | 1 | 0 | 27 | 33 | 1.1 |
| Tachybaptus dominicus | Zampullín Enano | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.1 |
| Thalasseus maximus | Pagaza Real | 0 | 82 | 2 | 0 | 84 | 2.7 |
| Thraupis episcopus | Tángara Azulada | 1 | 0 | 24 | 0 | 25 | 0.8 |
| Thryophilus pleurostictus | Charralero Fajeado | 3 | 0 | 4 | 0 | 7 | 0.2 |
| Tigrisoma mexicanum | Garza Tigre Gorgilisa | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.1 |
| Turdus grayi | Sensontle Pardo | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Tyrannus forficatus | Tijereta Rosada | 22 | 2 | 2 | 0 | 26 | 0.8 |
| Tyrannus melancholicus | Tirano Tropical | 21 | 0 | 13 | 0 | 34 | 1.1 |
| Tyrannus tyrannus | Tirano Norteño | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0.1 |
| Vanellus chilensis | Avefría Sureña | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.0 |
| Zenaida asiatica | Tórtola Aliblanca | 2 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0.2 |
| **Total general** |  | **689** | **716** | **1017** | **596** | **3088** | **100** |

Clave: Bosque ripario (BR), Costa del lago (CL), Pastizales con árboles (PCA), Pastizales sin árboles (PSA)

La Tabla 2 muestra que el hábitat con mayor número de especies observadas fue el bosque ripario con 51 especies, seguido de los pastizales con árboles con 46 especies y el de mayor concentración de individuos.

Tabla 2.- Riqueza y abundancia de especies por tipo de hábitat. Eolo de Nicaragua S.A 2011-2012.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hábitat** | **BR** | **CL** | **PCA** | **PSA** |
| Especies | 51 | 35 | 46 | 27 |
| Individuos | 735 | 719 | 1037 | 597 |

Clave: Bosque ripario (BR), Costa del lago (CL), Pastizales con árboles (PCA), Pastizales sin árboles (PSA)

**Análisis del Índice de Vulnerabilidad de Aves:** Para el bosque ripario el mayor valor del IVA se presenta en el Zopilote Cabecirrojo (IVA= 5) (residente y migratorio), el Águila Pescadora (IVA= 5) (migratorio), El Zopilote Negro (IVA=4.7) y Querque (IVA=4.4). Para el caso del Zopilote, puede ser vulnerable a las colisiones durante la fase de operación del proyecto ya que pasa mucho tiempo sobrevolando el área. Las torres en las cercanías de este tipo de hábitat podrían ser un riesgo para las aves. El valor promedio del IVA para este hábitat es de 2.9 y la mediana para las especies en este hábitat es de 2.8 (Tabla 3).

Tabla 3.- Valores IVA y MVP paras las especies en bosque ripario. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

| **Nombre Científico** | **Nombre Común** | **IVA** | **MVP TOTAL** | **MVP Med** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cathartes aura | Zopilote Cabecirrojo | 5.0 | 17.00598691 | 17.00598691 |
| Pandion haliaetus | Águila Pescadora | 5.0 | 5.493061443 | 5.493061443 |
| Coragyps atratus | Zopilote Negro | 4.7 | 17.76122277 | 17.76122277 |
| Caracara cheriway | Caracara Crestado | 4.4 | 9.241962407 | 9.241962407 |
| Quiscalus nicaraguensis | Zanate Nicaragüense | 4.4 | 20.09683812 | 20.09683812 |
| Mycteria americana | Cigüeña Americana | 4.2 | 9.991230303 | 9.991230303 |
| Parabuteo unicinctus | Gavilán Charreteado | 4.2 | 6.705991302 | 6.705991302 |
| Patagioenas flavirostris | Paloma Piquirroja | 4.0 | 4.394449155 | 4.394449155 |
| Zenaida asiatica | Tórtola Aliblanca | 4.0 | 4.394449155 | 4.394449155 |
| Riparia riparia | Avión Zapador | 4.0 | 30.64422553 | 30.64422553 |
| Hirundo rustica | Golondrina Común | 4.0 | 29.87861669 | 29.87861669 |
| Psarocolius montezuma  | Oropéndola Mayor | 3.9 | 5.391144738 | 5.391144738 |
| Tigrisoma mexicanum | Garza Tigre Gorgilisa | 3.9 | 4.272381123 | 4.272381123 |
| Eupsittula canicularis | Perico Frentinaranja | 3.7 | 9.404814311 | 9.404814311 |
| Butorides virescens | Garcilla Capiverde | 3.6 | 10.43745357 | 10.43745357 |
| Dendrocygna autumnalis | Piche Piquirojo | 3.6 | 3.967211042 | 3.967211042 |
| Agelaius phoeniceus | Tordo Sargento | 3.3 | 16.04061452 | 16.04061452 |
| Bubulcus ibis | Garcilla Bueyera | 3.3 | 12.76213799 | 12.76213799 |
| Melanerpes hoffmannii | Carpintero Nuquigualdo | 3.3 | 5.364793041 | 5.364793041 |
| Cochlearius cochlearius | Pico Cuchara | 3.1 | 2.117949718 | 2.117949718 |
| Thraupis episcopus | Tángara Azulada | 3.1 | 2.117949718 | 2.117949718 |
| Ardea alba | Garzón Grande | 2.9 | 9.298974605 | 9.298974605 |
| Columbina inca | Tortolita Colilarga | 2.8 | 1.925408835 | 1.925408835 |
| Columbina talpacoti | Tortolita Rojiza | 2.8 | 1.925408835 | 1.925408835 |
| Egretta caerulea | Garceta Azul | 2.8 | 4.470660868 | 4.470660868 |
| Myiarchus tyrannulus | Güis Crestipardo Mayor | 2.8 | 1.925408835 | 1.925408835 |
| Quiscalus mexicanus | Zanate Grande | 2.8 | 12.56052383 | 12.56052383 |
| Turdus grayi | Sensontle Pardo | 2.8 | 1.925408835 | 1.925408835 |
| Tyrannus melancholicus | Tirano Tropical | 2.8 | 8.586229037 | 8.586229037 |
| Calocitta formosa | Urraca Copetona | 2.7 | 7.393569926 | **270.1025072** |
| Egretta thula | Garceta Patiamarilla | 2.7 | 7.851837278 |  |
| Parkesia noveboracensis | Reinita Acuática Norteña | 2.7 | 6.140226915 |  |
| Phalacrocorax brasilianus | Cormorán Neotropical | 2.7 | 6.140226915 |  |
| Crotophaga sulcirostris | Garrapatero Común | 2.4 | 10.48778975 |  |
| Nyctanassa violacea | Martinete Cangrejero | 2.4 | 1.694359775 |  |
| Setophaga petechia | Reinita Amarilla | 2.3 | 8.487701039 |  |
| Campylorhynchus rufinucha | Saltapiñuela Nuquirrufa | 2.2 | 1.540327068 |  |
| Chloroceryle americana | Martín Pescador Verde | 2.2 | 2.441360641 |  |
| Dives dives | Cacique Piquinegro | 2.2 | 1.540327068 |  |
| Egretta tricolor | Garceta Tricolor | 2.2 | 1.540327068 |  |
| Megaceryle torquata  | Martín Pescador Collarejo | 2.2 | 5.699887461 |  |
| Myiozetetes similis | Güis Chico | 2.2 | 3.080654136 |  |
| Pitangus sulphuratus | Güis Común | 2.2 | 6.161308272 |  |
| Tachybaptus dominicus | Zampullín Enano | 2.2 | 2.441360641 |  |
| Thryophilus pleurostictus | Charralero Fajeado | 2.2 | 3.080654136 |  |
| Oreothlypis peregrina | Reinita Verduzca | 1.8 | 2.464523309 |  |
| Protonotaria citrea | Reinita Cebecidorada | 1.8 | 1.232261654 |  |
| Himantopus mexicanus | Cigüeñuela Cuellinegra | 1.7 | 3.996492121 |  |
| Jacana spinosa | Jacana Centroamericana | 1.7 | 2.310490602 |  |
| Actitis macularius | Andarríos Maculado | 1.6 | 3.581799034 |  |
| Icterus galbula | Chichiltote Norteño | 1.6 | 4.212522535 |  |
| Tyrannus forficatus | Tijereta Rosada | 1.6 | 4.877435447 |  |
| **Total**  |  |  | **368.49995** |  |

El bosque ripario es el único “refugio verde” que se encuentra en la zona, donde los animales pasan la noche, se alimentan y se protegen del sol en un mar de tierras deforestadas producto de una ganadería y agricultura extensiva con muchos años de historia en la zona, por lo que resulta importante la conservación de este tipo de bosque.

Para la costa del lago, las especies con mayor valor de vulnerabilidad es el Rabihorcado Magno (IVA= 5.7), un ave marina que se interna tierra adentro y que vuela a alturas más allá de los 200 m de altura. El Zopilote Negro (IVA= 5) es otra especie vulnerable en esta zona ya que se le observa en las costas comiendo de los desperdicios que arroja el lago. Con el mismo valor de vulnerabilidad en este hábitat es el Águila Pescadora (IVA= 5), la cual utiliza al lago de Nicaragua para cazar peces. El Zopilote Cabecirrojo (IVA= 4.7) aparece también con valores altos a la mediana en este hábitat junto a la Garza Pechicastaña (IVA= 4.3). Es importante señalar la presencia de más de cinco mil golondrinas en esta zona, especialmente de la golondrina Avión Zapador (IVA= 4.2) (especie migratoria de paso), así como la Golondrina Común (IVA= 3.6) (migratoria de paso), especies con valor de vulnerabilidad por encima de la mediana, forrajean la línea costera del lago en busca de chayules muy frecuentes en esta zona. El valor promedio del IVA para este hábitat es de 3.2 y la mediana es de 3.1 (Tabla 4).

Tabla 4.- Valores IVA y MVP paras las especies en costa del lago. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

| **Nombre Científico** | **Nombre Común en español** | **IVA** | **MVP total** | **MVP Med** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Fregata magnificens | Rabihorcado Magno | 5.7 | 3.92783402 | 3.92783402 |
| Coragyps atratus | Zopilote Negro | 5.0 | 22.3866841 | 22.3866841 |
| Pandion haliaetus | Águila Pescadora | 5.0 | 10.3972077 | 10.3972077 |
| Cathartes aura | Zopilote Cabecirrojo | 4.7 | 7.60012348 | 7.60012348 |
| Agamia agami | Garza Pechicastaña | 4.3 | 2.96512961 | 2.96512961 |
| Riparia riparia | Avión Zapador | 4.2 | 29.0251533 | 29.0251533 |
| Caracara cheriway | Caracara Crestado | 4.2 | 16.0422817 | 16.0422817 |
| Quiscalus mexicanus | Zanate Grande | 4.2 | 20.7363906 | 20.7363906 |
| Dendrocygna autumnalis | Piche Piquirojo | 3.9 | 6.96795349 | 6.96795349 |
| Ardea herodias | Garzón Azul | 3.6 | 5.00606297 | 5.00606297 |
| Butorides virescens | Garcilla Capiverde | 3.6 | 7.02689776 | 7.02689776 |
| Hirundo rustica | Golondrina Común | 3.6 | 30.4014151 | 30.4014151 |
| Columbina inca | Tortolita Colilarga | 3.3 | 10.1484081 | 10.1484081 |
| Parabuteo unicinctus | Gavilán Charreteado | 3.3 | 7.99298424 | 7.99298424 |
| Sturnella magna | Zacatero Común | 3.3 | 2.3104906 | 2.3104906 |
| Thalasseus maximus | Pagaza Real | 3.3 | 14.7294687 | 14.7294687 |
| Ardea alba | Garzón Grande | 3.3 | 10.5935128 | 10.5935128 |
| Bubulcus ibis | Garcilla Bueyera | 3.1 | 4.23589944 | 4.23589944 |
| Melanerpes hoffmannii | Carpintero Nuquigualdo | 3.1 | 4.91772695 | 4.91772695 |
| Tyrannus forficatus | Tijereta Rosada | 3.1 | 3.35687088 | 3.35687088 |
| Parkesia noveboracensis | Reinita Acuática Norteña | 3.0 | 2.07944154 | **220.768495** |
| Phalacrocorax brasilianus | Cormorán Neotropical | 2.9 | 13.0941763 |  |
| Agelaius phoeniceus | Tordo Sargento | 2.8 | 10.315478 |  |
| Peucaea ruficauda | Sabanero Cabecilistado | 2.8 | 3.0517008 |  |
| Myiarchus tyrannulus | Güis Crestipardo Mayor | 2.8 | 6.1034016 |  |
| Calocitta formosa | Urraca Copetona | 2.7 | 4.29183443 |  |
| Campylorhynchus rufinucha | Saltapiñuela Nuquirrufa | 2.7 | 4.29183443 |  |
| Crotophaga sulcirostris | Garrapatero Común | 2.7 | 9.06985968 |  |
| Egretta tricolor | Garceta Tricolor | 2.7 | 3.69678496 |  |
| Pitangus sulphuratus | Güis Común | 2.7 | 6.83986495 |  |
| Setophaga petechia | Reinita Amarilla | 2.3 | 6.99004197 |  |
| Egretta thula | Garceta Patiamarilla | 2.2 | 5.32865616 |  |
| Actitis macularius | Andarríos Maculado | 2.0 | 7.22183583 |  |
| Vanellus chilensis | Avefría Sureña | 2.0 | 1.38629436 |  |
| Jacana spinosa | Jacana Centroamericana | 1.8 | 3.81230949 |  |
| *Charadrius collaris* | Chorlitejo Collarejo | 1.7 | 1.1552453 |  |
| *Calidris pusilla* | Correlimos Semipalmeado | 1.6 | 1.07822895 |  |
| **Total**  |  |  | **310.575484** |  |

Las especies con valores de vulnerabilidad alto en los pastizales con árboles lo constituyen el Rabihorcado Magno (IVA= 6.3), seguido del Zopilote Negro (IVA= 5.8). En esta zona existen lugares inundados por lo que se cuenta con la presencia del Garzón Grande (IVA= 5.3) y de la Cigüeña Americana (IVA= 5), seguido de las especies Garzón Grande y Zopilote Cabecirrojo con un IVA de 5 respectivamente. El valor promedio del IVA para este hábitat es de 3.2 y la mediana es de 3.1 (Tabla 5).

Tabla 5.- Valores IVA y MVP paras las especies en pastizal con árboles. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

| **Nombre Científico** | **Nombre común en español** | **IVA** | **MVP total** | **MVP Med** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Fregata magnificens | Rabihorcado Magno | 6.3 | 13.1697964 | 13.1697964 |
| Coragyps atratus | Zopilote Negro | 5.8 | 32.255003 | 32.255003 |
| Ardea alba | Garzón Grande | 5.3 | 12.7887748 | 12.7887748 |
| Cathartes aura | Zopilote Cabecirrojo | 5.3 | 23.0609748 | 23.0609748 |
| Mycteria americana | Cigüeña Americana | 5.0 | 3.4657359 | 3.4657359 |
| Bubulcus ibis | Garcilla Bueyera | 4.4 | 22.9546043 | 22.9546043 |
| Parabuteo unicinctus | Gavilán Charreteado | 4.4 | 16.1670496 | 16.1670496 |
| Riparia riparia | Avión Zapador | 4.2 | 29.9564897 | 29.9564897 |
| Caracara cheryway | Caracara Crestado | 4.2 | 17.2630614 | 17.2630614 |
| Pandion haliaetus | Águila Pescadora | 4.2 | 2.88811325 | 2.88811325 |
| Hirundo rustica | Golondrina Común | 3.9 | 31.809271 | 31.809271 |
| Buteo nitidus | Gavilán Gris | 3.9 | 4.27238112 | 4.27238112 |
| Dendrocygna autumnalis | Piche Piquirojo | 3.9 | 13.5975294 | 13.5975294 |
| Tigrisoma mexicanum | Garza Tigre Gorgilisa | 3.9 | 2.69557237 | 2.69557237 |
| Tachycineta albilinea | Golondrina Lomiblanca | 3.8 | 15.920688 | 15.920688 |
| Eupsittula canicularis | Perico Frentinaranja | 3.7 | 4.02824506 | 4.02824506 |
| Parkesia noveboracensis | Reinita Acuática Norteña | 3.7 | 8.79228267 | 8.79228267 |
| Patagioenas flavirostris | Paloma Piquirroja | 3.7 | 2.54153966 | 2.54153966 |
| Zenaida asiatica | Tórtola Aliblanca | 3.7 | 4.02824506 | 4.02824506 |
| Rupornis magnirostris | Gavilán Chapulinero | 3.6 | 2.50303148 | 2.503031485 |
| Psarocolius montezuma  | Oropéndola Mayor | 3.6 | 8.97327401 | 8.97327401 |
| Agelaius phoeniceus | Tordo Sargento | 3.3 | 12.8338253 | 12.8338253 |
| Melanerpes hoffmannii | Carpintero Nuquigualdo | 3.3 | 7.99298424 | 7.99298424 |
| Piaya cayana | Cuco Ardilla | 3.3 | 2.3104906 | 2.3104906 |
| Falco peregrinus | Halcón Peregrino | 3.1 | 2.11794972 | 2.11794972 |
| Quiscalus mexicanus | Zanate Grande | 3.1 | 14.628447 | 14.628447 |
| Setophaga petechia | Reinita Amarilla | 3.0 | 10.9906849 | **313.01536** |
| Peucaea ruficauda | Sabanero Cabecilistado | 2.8 | 3.85081767 |  |
| Amazilia rutila | Amazilia Canela | 2.8 | 3.0517008 |  |
| Columbina inca | Tortolita Colilarga | 2.8 | 6.1034016 |  |
| Myiarchus tyrannulus | Güis Crestipardo Mayor | 2.8 | 3.0517008 |  |
| Myiozetetes similis | Güis Chico | 2.8 | 1.92540883 |  |
| Tyrannus melancholicus | Tirano Tropical | 2.8 | 7.3307148 |  |
| Brotogeris jugularis | Chocoyo Barbinaranja | 2.7 | 2.92963277 |  |
| Crotophaga sulcirostris | Garrapatero Común | 2.7 | 3.69678496 |  |
| Calocitta formosa | Urraca Copetona | 2.4 | 4.37985648 |  |
| Megaceryle torquatus  | Megaceryle torquatus | 2.4 | 3.38871955 |  |
| Campylorhynchus rufinucha | Saltapiñuela Nuquirrufa | 2.2 | 5.69988746 |  |
| Chloroceryle americana | Martín Pescador Verde | 2.2 | 3.08065414 |  |
| Icterus pustulatus | Chichiltote Dorsilistado | 2.2 | 3.57652869 |  |
| Pitangus sulphuratus | Güis Común | 2.2 | 6.86898323 |  |
| Thalasseus maximus | Pagaza Real | 2.2 | 2.44136064 |  |
| Thryophilus pleurostictus | Charralero Fajeado | 2.2 | 3.57652869 |  |
| Tyrannus tyrannus | Tirano Norteño | 2.2 | 3.08065414 |  |
| Jacana spinosa | Jacana Centroamericana | 1.7 | 2.68239652 |  |
| Thraupis episcopus | Tángara Azulada | 1.7 | 5.36479304 |  |
| Icterus galbula | Chichiltote Norteño | 1.6 | 4.49613385 |  |
| Tyrannus forficatus | Tijereta Rosada | 1.6 | 1.70895245 |  |
| Icterus spurius | Chichiltote Castaño | 1.2 | 0.80867171 |  |
| **Total** |  |  | **407.100328** |  |

Los pastos con árboles sirven para dar sombra al ganado, sin embargo, estos pueden atraer aves utilizándolos para percha, sombra o como corredor al desplazarse entre áreas abiertas, pudiendo incrementar el peligro de colisión con torres eólicas. Los pastizales sin árboles presentan el hábitat más predominante en la zona producto de una ganadería extensiva. Las especies con mayores valores de vulnerabilidad son el Pato Real (IVA= 6), seguido del Rabiorcado Magno (IVA= 5.7) y Águila Pescadora (IVA= 5).

Los pastizales sin árboles son también una zona importante pues es aquí donde se observó la mayor concentración de golondrinas de Avión Zapador y Golondrina Común (IVA= 4) en cantidades superiores a los 20,000 individuos. El valor promedio del IVA para este hábitat es de 3.4 y la mediana es de 3.1 (Tabla 6).

Tabla 6.- Valores IVA y MVP paras las especies de pastizales sin árboles. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

| **Nombre Científico** | **Nombre común en español** | **IVA** | **IMVP total** | **IMVP med** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cairina moschata | Pato Real | 6.0 | 6.59167373 | 6.59167373 |
| Fregata magnificens | Rabihorcado Magno | 5.7 | 3.92783402 | 3.92783402 |
| Pandion haliaetus | Águila Pescadora | 5.0 | 3.4657359 | 3.4657359 |
| Cathartes aura | Zopilote Cabecirrojo | 4.7 | 6.54639004 | 6.54639004 |
| Coragyps atratus | Zopilote Negro | 4.7 | 15.5636741 | 15.5636741 |
| Parabuteo unicinctus | Gavilán Charreteado | 4.4 | 11.0440296 | 11.0440296 |
| Quiscalus mexicanus | Zanate Grande | 4.4 | 24.0912667 | 24.0912667 |
| Caracara cheriway | Caracara Crestado | 4.2 | 12.4822178 | 12.4822178 |
| Hirundo rustica | Golondrina Común | 4.0 | 37.0418519 | 37.0418519 |
| Riparia riparia | Avión Zapador | 4.0 | 38.4760015 | 38.4760015 |
| Ardea alba | Garzón Grande | 3.9 | 2.69557237 | 2.69557237 |
| Eupsittula canicularis | Perico Frentinaranja | 3.3 | 13.0400767 | 13.0400767 |
| Bubulcus ibis | Garcilla Bueyera | 3.3 | 16.3755163 | 16.3755163 |
| Patagioenas flavirostris | Paloma Piquirroja | 3.3 | 3.66204096 | 3.66204096 |
| Zenaida asiatica | Tórtola Aliblanca | 3.3 | 2.3104906 | 2.3104906 |
| Myiozetetes similis | Güis Chico | 3.1 | 4.91772695 | **197.314372** |
| Agelaius phoeniceus | Tordo Sargento | 2.8 | 1.92540883 |  |
| Columbina inca | Tortolita Colilarga | 2.8 | 1.92540883 |  |
| Columbina talpacoti | Tortolita Rojiza | 2.8 | 5.40530597 |  |
| Egretta caerulea | Garceta Azul | 2.8 | 3.0517008 |  |
| Melanerpes hoffmannii | Carpintero Nuquigualdo | 2.8 | 3.0517008 |  |
| Sturnella magna | Zacatero Común | 2.8 | 9.25612364 |  |
| Crotophaga sulcirostris | Garrapatero Común | 2.4 | 8.23116758 |  |
| Setophaga petechia | Reinita Amarilla | 2.3 | 4.18077209 |  |
| Calocitta formosa | Urraca Copetona | 2.2 | 7.5582164 |  |
| Campylorhynchus rufinucha | Saltapiñuela Nuquirrufa | 2.2 | 3.08065414 |  |
| Egretta thula | Garceta Patiamarilla | 2.2 | 3.98168771 |  |
| Pitangus sulphuratus | Güis Común | 2.2 | 4.6209812 |  |
| Falco sparverius | Cernícalo Americano | 1.7 | 1.1552453 |  |
| **Total** |  |  | **259.656472** |  |

En general, los valores más altos de vulnerabilidad en los cuatros tipos de hábitat se encuentran en las especies: Rabihorcado Magno, el Zopilote Negro, el Zopilote Cabecirroja, Águila Pescadora, Caracara Crestado, Zanate Nicaragüense, y la Garza Grande.

Con los valores de IVA calculado e IMVP total e IMVP medio para cada hábitat se procedió a calcular el percentil para ambos valores. La Tabla 7 presenta los resultados de los cálculos de percentiles para<P50 riesgo bajo, y >P50 riego alto tanto para MVP total y Media.

Tabla 7.- Resultados de cálculos de percentiles para <P50 y >P50. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | Riesgo Bajo | Riesgo Alto |
| MPV total | 1 | 2 | 3 | 4 |
| P<50, P>50 | 259.65 | 310.57 | 368.49 | 407.1 |
|   |   | 2da posición | 3ra posición |   |
| MVP med | 1 | 2 | 3 | 4 |
| P<50, P>50 | 197.31 | 220.76 | 270.1 | 313.01 |
|   |   | 2da posición | 3ra posición |   |

Obtenidos los rangos en los cuales el riesgo será Bajo o Alto, la Tabla 8 muestra el total de las sumatorias del MVP total y Medio calculado para cada hábitat, donde podemos determinar que el bosque ripario y pastizales con árboles son los sitios con mayor riesgo de colisión para instalar torres eólicas.

Tabla 8.- Valores para el Mapa de Vulnerabilidad Potencial para cada hábitat y tipo de riesgo. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hábitat** | **MVP total** | **MVP med** | **Riesgo MVP Med** |
| Bosque Ripario | 368.49 | 270.1 | **Alto** |
| Costa del lago | 310.57 | 220.76 | **Bajo** |
| Pastizales con árboles | 407.1 | 313.01 | **Alto** |
| Pastizales sin árboles | 259.65 | 197.31 | **Bajo** |

Si bien el bosque ripario no se presenta como sitio para la instalación de torres eólicas, resulta interesante observar que de haberlo sido hubiese afectado el hábitat con mayor diversidad de especies, comprobando la efectividad del presente método.

La Figura 2 presenta el mapa de riesgos por tipo de hábitat ubicando las torres los cuales fueron instaladas en 2014.



Figura 2.- Mapa de Vulnerabilidad Potencial. Eolo de Nicaragua S.A. 2011-2012.

Otra forma en la que se comprobó el método, es que posterior al presente estudio se continuó trabajando en el protocolo de colisión durante la etapa de operación, comprobando que la mayoría de las colisiones se registraban en las torres ubicadas en la zona de pastizales con árboles (observación personal).

**CONCLUSIONES**

El Índice de Vulnerabilidad de Aves y Mapa de Vulnerabilidad Potencial constituyen herramientas importantes que permiten identificar los riesgos potenciales de colisión de aves en centrales eólicas antes de su construcción.

Dichas herramientas deben de formar parte de los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental en la etapa de pre construcción, resultando indispensable que toda empresa eólica en Nicaragua cuente con un protocolo de colisión durante la etapa de operación.

**REFERENCIAS**

American Wind Wildlife Institute (AWWI). (2016). *Wind turbine interactions with wildlife and their habitats: a summary of research results and priority questions*. Washington, DC. USA. Recuperado de <https://awwi.org/resources/summary-of-wind-wildlife-interactions-2/>.

Arnett, EB., Brown, WK., Erickson, WP., Fiedler, JK., Hamilton BI., Henry, TH.,… Tankersley. Jr. RD. (2008). Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *The Journal of Wildlife Management, 72*(1), 61-78.

Cornell Lab of Ornithology. (2015, 1 de mayo). *Bird Guide*. Recuperado de <https://www.birds.cornell.edu/home/about/>

Hernández-Sampieri, R., Collado, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F., México: Mc Graw-Hill.

International Union for Conservation of Nature. (2016). *Red list of threatened species.* Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/>

Manzanarez, R., Tórrez, M., Gutiérrez, A., Manzanares, J., y Gutiérrez, Z. (Ed.). (2018). *Lista Roja de Especies Vertebradas en Riesgo de Extinción de Nicaragua.* Managua, Nicaragua: Jóvenes Ambientalistas.

Martínez-Sánchez, J. C., Durioux, L. & Muñoz, F. (2014). *A guide to the birds of Nicaragua*. Alemania: Westarp Science Fachvlge.

McCrary, J. & Young, D. (2008). New and noteworthy observations of raptors in southward migration in Nicaragua. *Ornitología Neotropical, 19*(4), 573-580. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/228493827_New_and_noteworthy_observations_of_raptors_in_southward_migration_in_Nicaragua>

Pérez, A. M. (2004). *Aspectos Conceptuales, Análisis numérico, Monitoreo y Publicación de Datos sobre Biodiversidad.* Managua, Nicaragua: MARENA – ARAUCARIA.

Ralph, C.J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.* Albany, CA: Pacific Southwest Research Station. Recuperado de <https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr159/psw_gtr159.pdf>

Stiles, G. & Skutch, A. (1989). *A guide to the birds of Costa Rica*. New York, USA: Cornell University Press.

Strickland, M.D., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Johnson, D.H., Johnson, G.D., Morrison, M.L., Shaffer, J.A., & Warren-Hicks, W. (2011). *Comprehensive guide to studying wind energy/wildlife interactions.* Washington, DC: The National Wind Coordinating Collaborative.

Wunderle, J. (1994). *Métodos de campo para contar aves terrestres del Caribe*. USDA Forest Service, Souther Forest Experiment Station. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/283349293_Metodos_Para_Contar_Aves_Terrestres_Del_Caribe/link/5636168908aeb786b703d6e8/download>

**SEMBLANZA DEL AUTOR**

**José M. Zolotoff-Pallais**. Licenciado en Ecología y Recursos Naturales. Diplomado en Evaluación de Impacto Ambiental, Economía de RN, Gestión Ambiental, y Servicios Ambientales. Con 22 años de experiencia en ornitología a nivel nacional. Siete años de experiencia en monitoreo de fauna en centrales eólicas en Nicaragua y otros países en Centroamérica. Ha dictado múltiples talleres sobre identificación y conservación de aves en Nicaragua. Director del Área de Investigación y Capacitación de Fundación Cocibolca, para la Reserva Natural Volcán Mombacho desde 1996, Granada. Es autor de varios artículos científicos sobre conservación de aves entre estos Areas Importantes para Aves en Nicaragua, Estado de Conservación de Aves Acuáticas y sus Habitas en Nicaragua, Areas Claves de Biodiversidad en Nicaragua, así como co autor de la lista roja de especies de aves en peligro en Nicaragua. josezolotoff@gmail.com

****

1. *Responsable de Investigación y Capacitación Reserva Natural Volcán Mombacho. Fundación Cocibolca. Nicaragua.* *josezolotoff@gmail.com* [↑](#footnote-ref-1)