

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA



Efectividad de los dispositivos salvapajaros del sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC) en dos sitios: en el cantón la Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán y en el cantón San Lorenzo, del Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente, El Salvador

PRESENTADO POR:
INGENIERO AGRÓNOMO, ROLANDO WILLIAM HERNÁNDEZ
ANGULO

PARA OPTAR AL GRADO DE:
MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, 6 DE MARZO 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Efectividad de los dispositivos salvapajaros del sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC) en dos sitios: en el cantón la Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán y en el cantón San Lorenzo, del Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente, El Salvador

PRESENTADO POR:
ING. ROLANDO WILLIAM HERNÁNDEZ ANGULO

PARA OPTAR AL GRADO DE:
MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL

ASESORA DE LA INVESTIGACION:

MS. D. VIRGINIA GERALDINE RAMÍREZ PINEDA

CIUDAD UNIVERSITARIA, 6 DE MARZO 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Efectividad de los dispositivos salvapajaros del sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC) en dos sitios: en el cantón la Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán y en el cantón San Lorenzo, del Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente, El Salvador

PRESENTADO POR:
ING. ROLANDO WILLIAM HERNÁNDEZ ANGULO

PARA OPTAR AL GRADO DE:
MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL

JURADO EXAMINADOR:

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN: _____

M. en G. RENÉ FUENTES MORÁN: _____

CIUDAD UNIVERSITARIA, 6 DE MARZO 2020.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR
MTRO. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICERRECTOR ACADÉMICO
ING. JUAN ROSA QUINTANILLA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO
ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

SECRETARIO GENERAL
ING. FRANCISCO ALARCON

FISCAL
LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FACULTAD CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO
LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA
M. Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

DEDICATORIA

A mis padres:

JOSE ROLANDO HERNÁNDEZ MELENDEZ (a su memoria) y ANA CECILIA ANGULO Vda. DE HERNÁNDEZ.

Luchadores incansables dedicados a la familia, que con ejemplo y entrega formaron en mí un espíritu de lucha y determinación para buscar y alcanzar un peldaño más en la búsqueda del triunfo.

Con mucho orgullo a mi hijo:

LIC. WILLIAM ROLANDO HERNÁNDEZ GUILLEN, la razón de mi entrega como una muestra de recompensa a la perseverancia.

A mis nietas:

ALLISON DENISSE HERNÁNDEZ AZCUNAGA Y VALERIA MICHELLE HERNÁNDEZ AZCUNAGA, como un legado familiar.

A mis hermanos:

ROXANA ANTONIA HERNÁNDEZ ANGULO, CECILIA JEANNETE HERNÁNDEZ ANGULO, JOSE ROLANDO HERNÁNDEZ, con mucho cariño y aprecio.

A Todos Mis Familiares y Amigos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios Todopoderoso por el don de la vida y permitirme un nuevo triunfo en mi vida profesional.

A mis maestros por su dedicación y empeño en entregar la mejor orientación en la formación de nuevos profesionales.

A mi asesora Ms. D. Virginia Geraldine Ramírez Pineda, por el apoyo incondicional en el proceso de elaboración y aprobación del trabajo de graduación.

A las instituciones participantes, sus empleados y usuarios, que muy amablemente colaboraron en brindar la información pertinente.

A los biólogos y personal de campo, quienes realizaron un excelente trabajo en la aplicación de los instrumentos de la presente investigación.

A los maestros: M. Sc. Ana Martha Zetino Calderón y M. en G. Rene Fuentes Morán, miembros del Tribunal Evaluador Calificador de Tesis.

A la Directora de la Escuela de Biología M. Sc. Ana Martha Zetino Calderón y personal de la Escuela de Biología que de alguna u otra manera colaboraran en este proceso.

A TODOS

¡MUCHAS GRACIAS!

Contenido

Índice de Figura.....	x
Índice de Tabla.....	xii
SIGLA.....	xiv
GLOSARIO.....	xv
RESUMEN.....	17
I. INTRODUCCION.....	19
II. OBJETIVOS.....	21
III. FUNDAMENTO TEORICO.....	22
3.1 Antecedentes.....	22
3.1.1 África.....	22
3.1.2 Europa.....	22
3.1.3 América.....	23
3.1.3.1 América del norte.....	23
3.1.3.2 América del sur.....	24
3.1.3.3 Región centroamericana.....	24
3.2 Líneas de transmisión.....	27
3.2.1 Impacto ambiental por líneas de transmisión eléctrica.....	30
3.2.1.1 Impacto paisajístico.....	30
3.2.1.2 Impacto sobre la avifauna.....	30
3.2.1.3 Pérdida de hábitat.....	31
3.2.1.4 Electrocuciiones en la avifauna.....	32
3.2.1.5 Colisiones de avifauna.....	32
a. Factores propios de las estructuras.....	33
b. Factores propios de las aves.....	33
c. Factores ambientales.....	33
3.3 Dispositivos salvapájaros.....	34
3.4 Importancia de las aves en el medio ambiente.....	36
3.4.1 Indicadores del estado de conservación de una región.....	36
3.4.2 Agentes de dispersión.....	37
3.4.3 Controladores biológicos.....	37
3.5 Rutas de desplazamiento de bandadas de “azacuanes” en sus movimientos hacia el sur en El Salvador.....	38
3.6 Marco legal.....	39
IV. MATERIALES Y METODOS.....	40
4.1 Ubicación y descripción del área de estudio.....	40
4.1.1 Ubicación geográfica Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán. Tramo 4.....	40

4.1.1.1 Características físicas Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán. Tramo 4.....	41
4.1.1.1.1 Topografía	41
4.1.1.1.2 Clima.....	41
4.1.1.1.3 Hidrología.....	41
4.1.1.1.4 Suelo.....	41
4.1.1.1.5 Zona de vida.....	41
4.1.1.1.6 Vegetación.....	41
4.1.1.1.7 Fauna.....	42
4.1.2 Ubicación geográfica Cantón San Lorenzo, Municipio San Ildefonso, Departamento de San Vicente. Tramo 7.....	42
4.1.2.1 Características físicas Cantón San Lorenzo, Municipio San Ildefonso, Departamento de San Vicente. Tramo 7.....	43
4.1.2.1.1 Topografía	43
4.1.2.1.2 Clima.....	43
4.1.2.1.3 Hidrología.....	43
4.1.2.1.4 Suelo.....	43
4.1.2.1.5 Zona de vida.....	43
4.1.2.1.6 Vegetación.....	43
4.1.2.1.7 Fauna.....	44
4.2 Fase de campo.....	44
4.2.1 Periodo de estudio.....	44
4.2.2 Caracterización de muestreo.....	44
4.2.3 Sitios de observación.....	46
4.2.4 Esfuerzos del muestreo.....	49
4.2.5 Descripción del equipo utilizado.....	49
4.2.6 Determinación de evidencias de colisiones.....	51
4.2.6.1 Criterios a considerar para determinar muertes por Colisión.....	51
4.2.7 Identificación de especies de aves susceptibles a colisión.....	51
4.2.8 Encuestas.....	52
4.3 Estado de conservación y vulnerabilidad de las especies.....	52
4.4 Registro de datos.....	52
4.4.1 Análisis de datos.....	52
4.4.1.2 Análisis descriptivo de colisiones de aves. Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	52
4.5 Determinación de la efectividad de los dispositivos Salvapájaros.....	53

V.	RESULTADOS.....	54
	5.1 Composición de las especies.....	54
	5.1.1 Registro fotográfico de las especies en campo.....	56
	5.2 Registro de aves muertas en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7) (noviembre a diciembre de 2018 y enero de 2019).....	61
	5.2.1 Ubicación GPS de especies de aves muertas (noviembre a diciembre de 2018 y enero de 2019).....	64
	5.2.2 Registro fotográfico de aves muertas (noviembre a diciembre de 2018 y enero de 2019).....	64
	5.3 Caracterización de conducta de vuelo de las especies de aves frente a los cables del tendido eléctrico en los vanos con dispositivos y sin dispositivos salvapájaros.....	67
	5.4 Análisis de datos.....	69
	5.4.1 Análisis descriptivo de colisiones de aves. Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	69
	5.4.1.1 Análisis 1. Cantón La Danta (tramo 4).....	69
	5.4.1.2 Análisis 2. Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	70
VI.	DISCUSIÓN.....	71
VII.	CONCLUSIONES.....	76
VIII.	RECOMENDACIONES.....	78
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
X.	ANEXO.....	89

Índice de Figuras

Fig. 1.	Zopes usando la torre como dormitorio y una cría de Querque anidando.....	28
Fig. 2.	Esquematización de la definición de Tramo y Vano.....	30
Fig. 3.	Dispositivo salvapajaros más frecuentemente utilizados en líneas de transmisión eléctrica	34
Fig. 4.	Dispositivo salvapajaros, instalados en los cables de guarda en el área de estudio.....	35
Fig. 5.	Aves de El Salvador principales sitios de importancia.....	38
Fig. 6.	Ubicación geográfica del Tramo 4: Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán.....	40
Fig. 7.	Ubicación geográfica del Tramo 7: Cantón San Lorenzo, Municipio San Ildefonso, Departamento de San Vicente.....	42
Fig. 8.	Dimensiones de cada transecto 50 metros de ancho x 100 metros de largo.....	45
Fig. 9.	Establecimientos de tres puntos para el conteo de aves dentro de cada transecto.....	45
Fig. 10.	Recorrido en zigzag, en búsqueda de evidencias de colisión de aves.....	46
Fig. 11.	Tramo 4, ubicación geográfica de las torres 1-2 y 2-3 con dispositivo y torres 3-4 y 4-5 sin dispositivo, Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán.....	47
Fig. 12.	Tramo 7, ubicación geográfica de las torres Subestacion-1 y 1-2 sin dispositivo y torres 2-3 y 3-4 con dispositivo, Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente.....	48
Fig. 13.	Fotografías del trabajo de campo: (13A) usos binoculares, noviembre/2018, (13B) registro fotográfico <i>Falco sparverius</i> , diciembre/2018, (13C) medición de los transectos, noviembre/2018, (13D) georreferencia de restos plumas de <i>Zenaida asiatica</i> con GPS. Noviembre/2018.....	50
Fig. 14.	Fotografías del trabajo de campo: (14A) <i>C. aura</i> , diciembre/2018, (14B) <i>C. atratus</i> , noviembre/2019, (14C) <i>B. brachyurus</i> , enero/2019, (14D) <i>B. magnirostris</i> , diciembre/2018, (14E) <i>F. sparverius</i> , diciembre/2018, (14F) <i>B. nitidus</i> , enero/2019.....	56

Fig. 15.	Fotografías del trabajo de campo: (15A) <i>C. inca</i> , diciembre/2018, (15B) <i>P. ludoviciana</i> , enero/2019, (15C) <i>C. sulcirostris</i> , diciembre/2018, (15D) <i>I. gularis</i> , enero/2019, (15E) <i>M. tyrannulus</i> , noviembre/2018, (15F) <i>Z. asiatica</i> , enero/2019, (15G) <i>P. flavirostris</i> , noviembre/2018, (15H) <i>E. superciliosa</i> , diciembre/2018.....	57
Fig. 16.	Abundancia relativa de las aves durante el muestreo, noviembre a diciembre 2018 y enero 2019, en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	60
Fig. 17.	Fotografías del trabajo de campo: (17A) Cadáver de <i>Z. asiatica</i> , diciembre/2018, (17B) Cadáver de <i>Z. asiatica</i> , enero/2019, (17C) <i>T. melancholicus</i> , noviembre/2018, (17D) <i>C. talpacoti</i> , diciembre/2018, (17E) Restos de <i>Z. asiatica</i> , diciembre/2018, (17F). Cadáver de <i>C. aura</i> , enero/2019, (17G) Restos de <i>Z. asiatica</i> , noviembre/2018), (17H) Cadáver de <i>Z. asiatica</i> , diciembre/2018.....	65
Fig. 18.	Fotografías del trabajo de campo: (18A) Georreferencias con GPS plumas de <i>Z. asiatica</i> , noviembre/2018, (18B) Restos de <i>C. atratus</i> , noviembre/2018, (18C) evidencia de colisión dentro de bolsas plásticas tipo ziploc, <i>H. rustica</i> , noviembre/2018, (18D) plumas de <i>Z. asiatica</i> , diciembre/2018, (18E) Restos de <i>C. atratus</i> , diciembre/2018, (18F) plumas de <i>Z. asiatica</i> , enero/2019.....	66

Índice de Tabla

Tabla 1	Identificación de tramos 4 y 7, donde se encuentran los vanos con y sin dispositivos “salvapájaros”, longitud de los vanos metros lineales y longitud de los transectos metros lineales.....	49
Tabla 2	Conteo de aves (noviembre a diciembre 2018 y enero 2019), 23 especies ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7), categorización UICN, CITES, Estacionalidad MARN.....	54
Tabla 3	Conteo de aves por especie en el periodo de noviembre a diciembre 2018 y enero 2019, en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	58
Tabla 4	Conteo de aves por mes durante el periodo noviembre a diciembre 2018 y enero 2019, en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	59
Tabla 5	Registro de aves muertas Cantón La Danta (tramo 4).....	61
Tabla 6	Registro de aves muertas Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	61
Tabla 7	Total de aves muertas en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	62
Tabla 8	Comparación de porcentajes de aves muertas y observadas en los tramos 4 y 7.....	62
Tabla 9	Número de aves muertas en el Cantón La Danta (tramo 4).....	63
Tabla 10	Número de aves muertas en el Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	63
Tabla 11	Número y porcentaje de individuos muertos por especie en todos los transectos.....	64
Tabla 12	Resultados totales de conducta de vuelo de las especies de aves, periodo (noviembre-diciembre/2018 y enero/2019. Cantón La Danta (tramo 4).....	67
Tabla 13	Resultados totales de conducta de vuelo de las especies de aves, periodo (noviembre-diciembre/2018 y enero/2019. Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	68

Tabla 14	Resultados totales de la conducta de vuelo de las especies de aves, noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019, tramos 4 y 7.....	69
Tabla 15	Resultados totales de aves muertas. Cantón La Danta (tramo 4).....	70
Tabla 16	Resultados totales de aves muertas. Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	70
Tabla 17	Coordenadas GPS de evidencias de colisiones en los transeptos en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramos 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).....	93
Tabla 18	Observación de aves en transeptos con dispositivos Salvapájaros Tramo 4.....	95
Tabla 19	Observación de aves en transeptos sin dispositivos Salvapájaros Tramo 4.....	95
Tabla 20	Observación de aves en transeptos con dispositivos Salvapájaros Tramo 7.....	96
Tabla 21	Observación de aves en transeptos sin dispositivos Salvapájaros Tramo 7.....	96

SIGLAS

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CD: Dependiente de medidas de conservación

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

CR: En peligro crítico.

DD: Datos insuficientes.

EN: En peligro.

EPR: Empresa Propietaria de la Red.

EW: Extinto en estado salvaje.

EX: Extinto.

IGN: Instituto Geográfico Nacional.

LC: Preocupación menor.

LMA: Ley del Medio Ambiente.

LR: Bajo riesgo.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

MARENA: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Nicaragua.

MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

MOP: Ministerio de Obras Públicas.

NE: No evaluado.

NT: Casi amenazado.

REE: Red Eléctrica Española.

SIEPAC: Sistema de Integración de los Países Centroamericanos.

SNET: Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

TECHINT: Compañía Técnica Internacional.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

VU: Vulnerable.

GLOSARIO

Ancho de banda: Término utilizado en metodologías de investigación y sirve para medir el ancho real disponible en un sistema local, es una herramienta de supervisión que muestra datos en tiempo real.

Azacuanes: Término utilizado tradicionalmente para identificar grupos de aves rapaces migratorias.

Cable de guarda: Compuesto por hebras de aleación aluminio y en el centro del cable Fibras de Ópticas de vidrio protegidas por tubos de aluminio. Los cables de guarda instalados en las líneas de alta tensión son cables sin tensión que se colocan en la parte más alta en las redes de alta tensión, se conectan a la misma estructura metálica en cada torre.

Carga eléctrica: Propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiestan mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas a través de campos electromagnéticos.

Colisión: Encuentro violento de dos o más cuerpos, de los cuales al menos uno está en movimiento.

Diámetro: Es la longitud de la recta que pasa por el centro y toca dos puntos del borde de un círculo y se representa con el símbolo \emptyset .

Dispositivo Salvapájaros: Son dispositivos que aumentan de visibilidad de las instalaciones de transporte de energía eléctrica y evitan la colisión de las aves.

Electrocución: Conjunto de efectos provocados por los corrientes eléctricos de alta tensión, que causan lesiones.

Espiral Salvapájaros: Es una espiral blanca de PVC de un metro de longitud y con diámetro máximo de 30 cm.

Monitoreo: Controlar o supervisar una situación.

Línea de Transmisión: Es cualquier sistema de conductores, semiconductores, o la combinación de ambos, que puede emplearse para transmitir información, en la forma de energía eléctrica o electromagnética entre dos puntos.

Redes eléctricas: conjunto de líneas y subestaciones, de tensión mayor o igual a 220 Kv., que llevan la energía eléctrica desde las centrales de generación hasta las subestaciones de transformación.

Subestación: Es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de energía eléctrica.

Torres eléctricas: Estructura de gran altura, normalmente construida de celosía de acero, cuya función principal es servir de soporte de los conductores eléctricos aéreos de las líneas de transmisión de energía eléctrica.

Tramo: Conjunto de torres de una subestación a otra.

Transecto: Mediciones donde se delimita un área, se pueden tomar a lo largo de toda la superficie debajo de la línea (transecto de intercepción de línea) o a intervalos especificados a lo largo de la línea (punto de intercepción de transectos). Es una técnica de observación y registro de datos. Donde exista una transición clara o supuesta de la flora y la fauna o de parámetros ambientales.

Vano: claro de la línea a la distancia horizontal entre las torres que soportan la línea de transmisión.

Zigzag: Línea o trayectoria formada por ángulos entrantes y salientes alternativos, aunque constante en el zigzag, trazando un camino entre dos líneas paralelas, que puede ser descrito como irregulares y regulares.

RESUMEN

Se presentan los resultados del muestreo realizados en dos sitios para la evaluación de los dispositivos “**Salvapájaros**” del Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC), uno en el Tramo 4, Vanos Torres 1-2 y Torres 2-3 donde se encuentran Dispositivos Salvapajaros; y los Vanos Torres 3-4 y Torres 4-5 donde no poseen Dispositivos Salvapajaros, ubicados en el Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán y el otro en el Tramo 7, Vano Torres 2-3 y Torres 3-4 donde se encuentran Dispositivos Salvapajaros; y de la Sub-estación 15 de septiembre a Torre 1 y Torres 1-2 donde no poseen Dispositivos Salvapajaros, ubicados Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente. El Salvador. El ensayo se realizó de noviembre a diciembre del año 2018 y enero de 2019. Los puntos de observación se establecieron en las bases de cada torre antes mencionada. Se efectuaron caminatas de 8 días por mes entre las torres tomando como transectos lineales de 50 metros de ancho x 100 metros de largo, con recorridos al día, tomándolos como una sola repetición, con el propósito de coleccionar evidencias de colisión, dichos recorridos se realizaron posteriores a los puntos de observación. En el Tramo 4, las especies residentes más abundantes que se registraron fueron *Tyrannus melancholicus*, con 265 individuos, *Columbina talpacoti*, con 184 individuos, *Columbina inca*, con 169 individuos. Mientras que la especie migratoria más abundante fue *Hirundo rustica*, con 240 individuos registrados. Las de estacionalidad residentes y migratorias más abundantes fueron *Cathartes aura*, con 537 individuos, *Zenaida asiática*, con 453 individuos, *Coragyps atratus*, con 386 individuos. La familia con el mayor número de especies registradas fueron Columbidae, Cathartidae, Tyrannidae. El Tramo 7, las especies residentes más abundantes que se registraron fueron *Megarynchus pitangua*, con 248 individuos, *Columbina inca*, con 193 individuos y la migratoria más abundante fue *Hirundo rustica*, con 360 individuos. Las de estacionalidad residentes y migratorias más abundantes fueron *Coragyps atratus*, con 554 individuos, *Zenaida asiática*, con 471 individuos, *Cathartes aura*, con 423 individuos. Las familias con mayor número de especies registradas fueron Columbidae, Cathartidae, Tyrannidae. La especie con mayor mortalidad en total de los

transectos fue la Paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) con 27 individuos (60.00%), en los transectos con dispositivos se reporta 5 individuos y sin dispositivos 22 individuos, seguida de Zopilote cabeza roja (*Cathartes aura*) con 7 individuos (15.56%), Tortolita rojiza (*Columbina talpacoti*) con 4 individuos (8.89%), Golondrina cola de tijera (*Hirundo rustica*) con 3 individuos (6.67%), Zopilote cabeza negra (*Cathartes atratus*) con 2 individuos (4.44%), Pijuyo (*Crotophaga sulcirostris*) con 1 individuo (2.22%), Mosquero (*Tyrannus melancholicus*) con 1 individuo (2.22%).

Este estudio aporta una metodología adaptada a la evaluación de los dispositivos salvapajaros ante los efectos de las líneas de transmisión en donde la colisión puede ser bastante grave sobre algunas poblaciones locales de aves, especialmente las especies que forman bandadas, de tamaño relativamente grande y aquellas con poca capacidad de maniobrar en vuelo.

En general, se evaluó la efectividad de los dispositivos salvapajaros para todos los transectos. Los resultados mostraron que se encontraron en total 45 aves muertas ó sus restos, 37 en los transectos sin dispositivos y 8 en los transectos con dispositivos, con lo que se demuestra que existe una reducción del 78.37 % en la mortalidad de la avifauna. Lo que deja en evidencia que con la instalación de los dispositivos salvapajaros en las líneas de transmisión de energía eléctrica como medida ambiental ayuda a mitigar la colisión, en el sentido de que las aves logran observar de lejos los dispositivos logrando evadir los cables.

I. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, al igual que en otros países, la energía eléctrica que se produce en las centrales es transportada por toda la geografía a través de las líneas eléctricas conocidas habitualmente como “de alta tensión” (EPR, 2010).

Las líneas de transmisión de energía eléctrica se definen como el conjunto de dispositivos para trasladar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación o centrales hidroeléctricas y que es transportada a través de los cables de las líneas eléctricas a los centros de consumo (Jiménez et al., 2006).

Las líneas de transmisión eléctricas pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, durante la construcción, operación y mantenimiento, debido a factores tales como los campos electromagnéticos, la corta de bosques, la fragmentación del hábitat, en el paisajismo con la visibilidad de las torres de alta tensión y el cruce por zonas densamente pobladas o ambientes frágiles (Bagli et al., 2011).

Como parte de la gestión ambiental que realiza la Empresa Propietaria de la Red, S.A. (EPR), específicamente en las líneas de transmisión de energía eléctrica, se encuentran las siguientes medidas ambientales:

Monitoreo de cargas eléctricas, cargas magnéticas y ruido, requerido en el permiso para el funcionamiento No.4550-754-2004, otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Dentro de las condiciones para el otorgamiento del financiamiento por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), solicita la instalación de dispositivos salvapájaros como parte de la mitigación del riesgo de colisión de aves.

Como medida de mitigación la EPR ha instalado Dispositivos Salvapájaros en los cables del tendido eléctrico con la función principal de disuadir a las aves que sobre vuelen en dirección a estos y evitar su muerte por posibles choques contra dichos cables.

Los dispositivos Salvapajaros, se encuentran estratégicamente instalados, a lo largo de la línea de transmisión, en los cables de guarda de dichas líneas, y ubicados en algunas zonas de vulnerabilidad de colisión.

Por las razones anteriores, esta investigación realizó sus prueba de campo en dos lugares que son: Tramo 4, Vanos Torres 1-2 y Torres 2-3 donde se encuentran Dispositivos Salvapajaros; y los Vanos Torres 3-4 y Torres 4-5 donde no poseen Dispositivos Salvapajaros, ubicados en el Cantón La Danta, Jurisdicción y Departamento de Ahuachapán; y en el Tramo 7, Vano Torres 2-3 y Torres 3-4 donde se encuentran Dispositivos Salvapajaros; y de la Sub-estación 15 de septiembre a Torre 1 y Torres 1-2 donde no poseen Dispositivos Salvapajaros, ubicados en el Cantón San Lorenzo, Jurisdicción de san Ildefonso, Departamento de San Vicente.

Los datos se recopilaron en la localización antes mencionada a través de transectos lineales y recorridos a pie entre torres (vanos), donde están colocados los dispositivos y donde no los hay, en la búsqueda de cadáveres y restos de aves (principalmente huesos y plumas). Se establecieron puntos de observación para estimar la frecuencia de paso o vuelo sobre las líneas de alta tensión. Además, se realizaron encuestas a los agricultores y trabajadores en el área de influencia de las torres con el propósito de confirmar las colisiones de aves; ya que los lugares están ubicados en bosques aluviales perennifolios y presenta características fisiográficas como farallones que generan corrientes de aire caliente favorable para la toma de altura de vuelo de las aves; sitios de descanso y alimentación, ambos sitios de estudio son similares.

II. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Evaluar la Efectividad de los Dispositivos Salvapájaros en el Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC), en el Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán; y en el Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente.

2.2 ESPECIFICOS

- a)** Identificar el número de especies de aves circundantes a las torres en cada uno de los vanos.
- b)** Caracterizar la conducta de vuelo de las especies de aves frente a los cables del tendido eléctrico en los vanos con dispositivo y sin dispositivo salvapájaros.
- c)** Comparar la frecuencia de colisión en los vanos con dispositivos y sin dispositivos Salvapájaros.

III. FUNDAMENTO TEORICO

3.1 Antecedente.

Según las estimaciones realizadas por distintas asociaciones ecologistas, cada año más de 30.000 aves mueren por colisión o por electrocución con cables de alta y baja tensión en España. En muchos casos se trata de especies amenazadas, como sucede en el caso de las águilas real y perdicera, búho real, avutarda o alimoche. Los estudios elaborados por el Departamento de Biología Animal de la Universidad de Barcelona también confirman estos datos: sus investigaciones demuestran que, por ejemplo, la electrocución en líneas eléctricas es, en un 50%, la causa de muerte no natural del águila perdicera (Belmonte, 2005).

Según Ferrer (2012) en su libro “Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución” recopila antecedentes sobre la problemática de la colisión y electrocución en Aves en tendido eléctrico de alta tensión para los tres continentes en el mundo; la cual se describen a continuación:

3.1.1 África.

En Sudáfrica, los primeros datos sobre electrocuciones de aves se remontan al menos al año 1970. Markus (1972) encontró 148 buitres del Cabo (*Gypsoprotheres sp.*) electrocutados en una línea de simple circuito de 88 Kv al este de la provincia del Cabo en un periodo de dos años. Cinco años después, más de 300 buitres habían muerto bajo esta misma línea (Ledger y Annegam, 1981). El buitre del cabo es probablemente la rapaz que más víctimas por electrocución han registrado en Sudáfrica y ahora está considerada como especie amenazada en ese país (Ledger y Annegam, 1981).

3.1.2 Europa.

Numerosos trabajos pondrían de manifiesto las proporciones alarmantes que, en determinadas condiciones, pueden alcanzar las mortalidades ocasionadas por las líneas eléctricas. Por ejemplo 700 aves muertas por Kilómetro de tendido en una zona húmeda de Holanda (Heijnis, 1980). Más de un millón de aves muertas al año en Francia (Fauré, 1988). Más del millón de aves colisionadas al año en Holanda (Renssen, 1975). Asimismo, 586 cigüeñas

blancas muertas en Alemania federal en los últimos 40 años considerándose la mayor causa de mortalidad para esta especie en esos años (Fiedler y Wissner, 1980). D. Haas identificó la existencia del problema de electrocución en Alemania, Suiza y España (Haas, 1980). Bevanger (1988) alertaba de la colisión de urogallos en Noruega.

3.1.3 América.

3.1.3.1 América del norte

Olendorff (1972) publicó un estudio titulado “Eagles, sheep and power lines” que fue uno de los primeros avisos de la influencia de los tendidos de distribución en la supervivencia de rapaces de gran tamaño, concretamente en águilas reales de Colorado (USA), en este trabajo se describe el hallazgo de 17 águilas reales electrocutadas en tan solo 5,6 Km de tendido eléctrico en el noreste de Colorado. Poco después, estas primeras informaciones se vieron fuertemente refrendadas por los hallazgos de Benson (1981) en los que ponía de manifiesto el elevado impacto que la electrocución podría tener en la supervivencia del águila real, encontrando en una única línea en Utah un total de 37 águilas electrocutadas. En un recorrido total de 192 Km en seis diferentes estados del oeste, Benson encontró un total de 416 rapaces electrocutadas (Benson, 1982).

La electrocución de aves en México. En Janos se han encontrado bajo los postes: *Aquila chrysaetos* (águila real), *Buteo regalis* (aguijilla real), *Buteo jamaicensis* (aguijilla cola roja), *Cathartes aura* (zopilote aura), *Tyto alba* (lechuza de campanario) y una gran cantidad de *Corvus cryptoleucus* (cuervos). En la zona de Janos-Casas Grandes se han contabilizado 403 aves muertas por electrocución desde enero de 1999 (135 rapaces, 252 cuervos, 14 zopilotes y 2 garzas). Para la región del norte de Chihuahua, incluyendo Janos, el total es de 423 aves muertas registradas hasta la fecha en marzo de 2002, las especies en mayor riesgo, las aves rapaces y los cuervos son las especies electrocutadas con más frecuencia. Las rapaces medianas y grandes sufren el mayor riesgo ya que utilizan las líneas como sitios para perchar, cazar o anidar, específicamente en áreas donde no hay árboles u otras estructuras naturales que puedan usar para estos fines (Manzano et al., 2007).

3.1.3.2 América del sur.

Las primeras electrocuciones de aves rapaces en Argentina fueron documentadas en el año 2006 para tendidos eléctricos de la provincia de La Pampa y Mendoza. En esta última provincia los incidentes de electrocución ocurrieron en cercanías de la localidad de Luján de Cuyo y fueron los más significativos ya que afectaron a 19 *Geranoetus melanoleucus* (águilas moras) en una extensión reducida de tendido eléctrico. No fue hasta el año 2012, sin embargo, en que se realizó el primer estudio a escala regional y sistemático que considerara el riesgo de electrocución de aves rapaces en relación con factores ambientales, pero también técnicos de las propias líneas eléctricas, arrojó como resultado más de treinta aves electrocutadas durante el período de un año. Cuatro de ellas fueron águilas coronadas mientras que las restantes especies afectadas fueron otras rapaces y dos especies de psitácidos (Sarasola y Zanon, 2017).

3.1.3.3 Región centroamericana.

En dos estudios realizados en Honduras EPR (2015) informa que con la implementación de los dispositivos salvapajaros, se identificaron 109 especies de aves que sobre volaron el espacio de la servidumbre del proyecto SIEPAC, siendo dominantes las palomas silvestres y los tiránidos. Las especies más comunes encontradas fueron *Columbina inca*, *C. talpacoti*, *Tyrannus verticalis*, *T. melencholicus*, *T. forficatus*, *Pitangus sulphuratus*, *Cathartes aura*, *Caracara cheriway* e *Hirundo rustica*, se encontraron un total de 312 aves muertas, con 195 aves muertas en los transectos con dispositivos y 117 en los transectos sin dispositivos, pareciera que no hay funcionalidad de los dispositivos salvapajaros, pues hubo mayor muerte en los tramos con dispositivos, aunque importante es señalar que la cantidad de aves que se observaron (vivas y muertas) en los segmentos con dispositivos fue mucho mayor que los que volaron sobre segmentos sin dispositivos (3883 versus 1556 respectivamente). Así mismo EPR (2017) reporta en el segundo monitoreo en la época lluviosa (octubre-diciembre 2016), las especies residentes más abundantes que se registraron fueron las dos especies de palomas del género *Columbina* con 630 individuos: *C. passerina* (Turquita empedrada) con 338 y *C. inca* (Turquita coluda) con 298 respectivamente. Mientras que la especie migratoria más

abundante fue la *Zenaida asiatica* (paloma ala blanca) con 1,177 individuos registrados. Las familias con mayor número de especies fueron la familia *Tyrannidae* con ocho, *Columbidae* con siete, seguidas por las familias *Ardeidae* y *Accipitridae* con seis, especies cada una. En la época seca (enero-abril 2017), la especie residente más abundantes que se registró fue la *C. inca* (turquita coluda) con 498 individuos, y las migratorias más abundantes fueron el *Spiza americana* (arrocero) con 2745 individuos, la *Z. asiatica* (paloma ala blanca) con 405 individuos registrados y la *H. rustica* (golondrina) con más de 400 individuos. Las familias con mayor número de especies observadas fueron la familia *Tyrannidae* con ocho, *Columbidae* con siete, seguidas por las familias *Ardeidae* y *Accipitridae* con seis.

Se encontraron un total de 162 aves muertas, 62 se encontraron en los transectos con dispositivos salvapajaros y 100 en los transectos sin dispositivos. En el primer monitoreo (2014-2015) se avistaron 5,439 aves, mientras que en el segundo monitoreo (2016-2017) se observaron 17,962 aves. En los transectos con dispositivos, para el primer monitoreo se observaron 3,883 aves y en el segundo monitoreo 8,755 aves. En los transectos sin dispositivos se observaron 1,556 aves y 9,207 aves para el primer y segundo monitoreo respectivamente. Esta diferencia entre el número de aves observadas en ambos monitoreos es debido principalmente a la sequía que azotó a los departamentos de Choluteca y Valle durante los años del primer monitoreo. La falta de agua reduce considerablemente el éxito de las cosechas de granos y frutas reduciendo las poblaciones de insectos también, todos estos, alimentos de las aves migratorias y residentes.

En relación con el total de aves observadas en ambos monitoreos para los transectos con dispositivos (3,883 versus 8,755), hubo una reducción del porcentaje de aves muertas, que pasó de 5.02% a 0.71%, indicando una reducción de la mortalidad de las aves con la instalación de un mayor número de dispositivos Salvapajaros en dichos transectos. Comparando el número de aves que colisionaron en los transectos con dispositivos en el primer monitoreo (195), contra el número de aves colisionadas también en los transectos con dispositivos en este segundo monitoreo (62), se encontró que ha existido una

disminución de aves muertas en un 68% con la instalación de un mayor número de dispositivos Salvapajaros en los transectos con dispositivos.

Según informes de Empresa Propietaria de la Red sucursal Nicaragua, se reportan 93 especies entre residentes y migratorias, que representan el 13.1% del total de las aves reportadas para Nicaragua (MARENA, 2009). Los reconocimientos realizados también identifican especies que se consideran como indicadores de la calidad de los ecosistemas, como por ejemplo, el *Pandion haliaetus* (águila pescadora), *Ictinia plúmbea* (elanio plumizo), *Amazona auropalliata* (loro nuquiamarillo), y el *Aratinga strenua* (perico gorgirrojo). En lo que respecta a las especies acuáticas, que por su tamaño y comportamiento de vuelo (Bandadas) están expuestas a colisión, se identificaron entre estas al *Phalacrocorax brasilianus* (ormorán neotropical), *Bubulcus ibis* (garza bueyera), *Ardea alba* (garzón grande), *Egretta tricolor* (garceta tricolor), *Egretta thula* (garceta patiamarilla), *Egretta caerulea* (garceta azul), *Ardea herodias* (garzón azul), *Butorides virescens* (garcilla capiverde), *Mycteria americana* (cigüeña), *Eudocimus albus* (elbis blanco). De acuerdo con los datos obtenidos en el monitoreo de verano del 2012, con las medidas correctoras correspondientes (salvapajaros), la mortalidad por efecto de colisión se redujo en un 92.6% al verificarse que solamente dos especímenes de especies fueron objeto de colisión, en relación a los datos de Ruiz 2011, de 27 individuos muertos (16 especies). Las especies con mayor número de individuos muertos son: *B. ibis* (garza ganadera) 6 especímenes (22.2%) seguido de *Coragyps atratus* (zopilote negro) 3 (11.1%) y 3 especímenes de especies no determinados. Es importante destacar que, durante los muestreos de Ruiz, 2011 se identificaron 64 especies y 93 en el monitoreo de verano del 2012 para totalizar 113 especies (EPR, 2012).

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha invertido millones de colones colocando dispersores para aves a lo largo de 247,6 kilómetros de líneas de transmisión eléctrica en las regiones Central y Huetar-Brunca en los últimos meses. Este tipo de acciones por parte del ICE van en beneficio de la fauna local, ya que evita que los animales mueran al entrar en contacto con el cableado eléctrico. Unos 250 millones de colones se han usado para separar el

tendido eléctrico de los árboles y evitar así que los mamíferos que pretendan utilizar los cables como medio de transporte sean electrocutados (Madrigal, 2015).

En el informe EPR (2012) en El Salvador se ha efectuado informe de la efectividad de los dispositivos “Salvapajaros” del proyecto SIEPAC, realizado en diciembre de 2012, en donde menciona la abundancia de especies de aves relativa en las áreas de influencia de la línea donde se tienen instalados los dispositivos, se identificaron 94 especies de aves entre residentes, migratorias y visitantes reproductoras, distribuidas en 14 órdenes, 33 familias confirmadas y 2 familias con posición taxonómica incierta (*Incertae sedis*); una relacionada con *Pachyramphus aglaiae* (cabezón degollado) otra como el *Saltator coerulescens* (dichoso fui) y *Saltator atriceps* (saltador cabeza negra). Las especies identificadas durante el monitoreo (94) representan una riqueza del 16.90 % de las especies de aves reportadas para el país por Ibarra (2013) de estas, 60 son residentes (62.83%), 23 son migratorias (24.47%), 10 son residentes y migratorias (10.64%) y 1 es visitante reproductor (1.06%), y un segundo informe EPR (2014) se ejecuto en marzo, y se registraron 1,041 observaciones en vanos con dispositivos instalados. Las especies identificadas durante el monitoreo (69) representan una riqueza del 12.25 % de las especies de aves reportadas para el país por Ibarra (2013) de estas 45 son residentes (65.22%), 14 son migratorias (20.29%), 10 son residentes y migratorias (14.49%). La ocurrencia de especies de diferentes familias que por su tamaño y comportamiento de vuelo tienen susceptibilidad de colisionar con la infraestructura del sistema de transmisión, sobresalen, la *Anas discors* (zarceta alas azules), el *Ardea alba* (garzón blanco), el *C. atratus* (zopilote negro), el *C. aura* (zopilote cabeza roja), el *Pandion haliaetus* (gavilán pescador), el *Caracara cheriway* (querque) y la *Z. asiatica* (paloma ala blanca), la cual fue la única especie que se encontraron evidencias de colisiones.

3.2 Líneas de transmisión.

La construcción del tendido eléctrico genera impacto positivo en el progreso de un país, pero esto provoca un impacto negativo en la fragmentación ambiental y por ende una barrera formada por una red de cables

que no se detectan a larga distancia provocando la colisión de la Avifauna en especial las de vuelo migratorio ya que antes no existían en su ruta de vuelo el proyecto de tendido eléctrico y ahora si, por lo que la visualización de la red de cables se les dificulta hasta que están cerca (EPR, 2009).

Las líneas de tendido eléctrico que transportan la energía desde los centros de producción hasta los centros de transformación o los que la distribuyen posteriormente hasta los puntos de consumo cubren el espacio como una inmensa red de tendido eléctrico, incluyendo por supuesto los espacios naturales más o menos protegidos. Una serie de costes ambientales se derivan de este hecho ineludible (Ferrer, 2012).

Sin embargo, estas estructuras suelen tener unos costes medioambientales y unos impactos potenciales que, en el caso de los tendidos eléctricos son de carácter visual, contaminación atmosférica, fragmentación del hábitat e interacciones con la fauna silvestre. El esfuerzo por minimizar estos costes ambientales ha puesto de relieve el clásico conflicto entre el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas (estaciones y tendidos) y la conservación de la biodiversidad (Rubio, s.f.).

La relación de las aves con los tendidos eléctricos en ocasiones es positiva puesto que los postes pueden ser utilizados como lugares de nidación o posaderos (Ver Figura 1), pero en la mayoría de las ocasiones esta relación es negativa, puesto que puede producir dos tipos de accidentes fundamentalmente, electrocución o colisión.



Figura 1. Zopes usando la torre como dormitorio y una cría de Querque anidando. (Hernández, 2015).

Según Axayacatl (2014) a nivel mundial, los cables de alta tensión son muy peligrosos por la cantidad de potencia eléctrica que transportan, y aunque no lo parezca a simple vista, las leyes de la física aplican por igual a las personas y a la fauna. Muchas veces se considera que esta fauna en especial las aves son inmunes al peligro que representan los cables de alta tensión, pues se observa que se posan en ellos como si nada pasara. La razón por la cual algunas aves no se electrocutan es por su pequeño tamaño ya que alcanzan a tocar un solo cable y no hacen polaridad entre ellos. Las aves grandes si llegan a electrocutarse porque al extender sus alas pueden tocar más de un cable, provocando un cortocircuito en el que la electricidad comienza a fluir por su cuerpo.

Las líneas de transmisión eléctrica pueden afectar a las aves de dos formas principales: la colisión contra el cable de guarda y los conductores y la fragmentación de sus hábitats (especialmente bosques) con la apertura y mantenimiento de las franjas de servidumbre (De La Zerda y Rosselli, 2003).

En El Salvador las colisiones suelen ser menos documentadas por las empresas eléctricas, ya que estas electrocuciones, no conllevan interrupciones en el suministro eléctrico. Las aves más propensas a colisionar son aquellas que forman bandadas y las migrantes, con escasa maniobrabilidad; especies con alta cobertura alar (Gonzalez, 2014).

En la construcción de líneas aéreas de media y alta tensión, una vez efectuado el plantado de los soportes (postes, estructuras reticuladas, etc.) en sus respectivas fundaciones, con todos sus accesorios tales como: ménsulas, crucetas, y cadena de aisladores se debe realizar el montaje o tendido de conductores. Se entiende por Tramo al conjunto de torres de una subestación a otra y por Vano o claro de la línea a la distancia horizontal entre las torres que soportan la línea de transmisión (Sectorelectricidad, 2015). (Ver Figura 2).

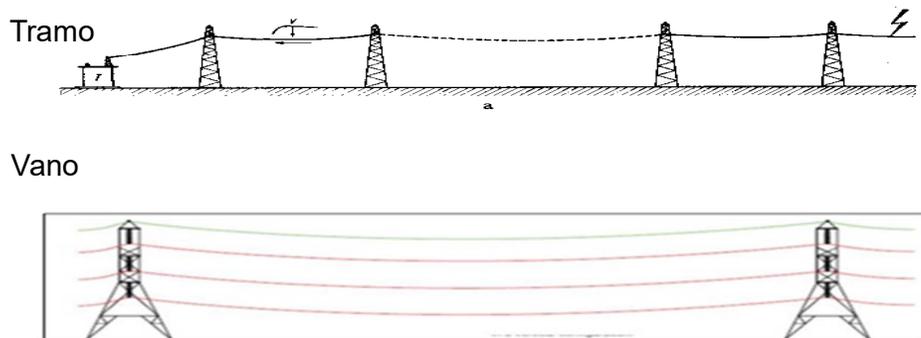


Figura 2. Esquematación de la definición de Tramo y Vano. (Sectorelectricidad, 2015)

3.2.1 Impacto ambiental por líneas de transmisión eléctrica.

3.2.1.1 Impacto paisajístico.

Afectación paisajística: cambios en la configuración del paisaje, modificación de cuencas visuales, afectación de paisajes simbólicos o de referencia (Floch et al., 2012).

Es verdaderamente difícil encontrar un valle, una garganta o una sierra, que no haya sufrido el impacto de la civilización en alguna de sus formas: tendidos de energía eléctrica, vallados, caminos, construcciones de todo tipo, explotaciones diversas, etc. Por ello, en aquellos lugares que, estando aún en estados cercanos al virginal, reúnan unas características especiales paisajísticas o ecológicas, es importante que el trazado de líneas eléctricas sea precedido de un detallado estudio del impacto previsible. El resultado definirá las soluciones que deban adoptarse para minimizarlo o aconsejará las posibles alternativas. Especial mención debe hacerse del impacto causado en el paisaje por las líneas eléctricas, que los condicionantes económicos tienden a situar a lo largo de las carreteras. Su impacto en los lugares de alto interés paisajístico, como: desfiladeros, puertos de montaña, cabeceras de valles, vegas de los ríos (Hernández, s.f.).

3.2.1.2 Impacto sobre la avifauna.

Impacto potencial sobre la biodiversidad y, más concretamente, sobre la avifauna y los hábitats faunísticos. La afectación sobre la avifauna, en el caso de las líneas aéreas de transporte con un voltaje igual o superior a 132 Kv,

queda circunscrita al riesgo de colisión (y no al de electrocución, puesto que la distancia entre los diferentes componentes de la línea conductores, cable de tierra, etc., hace muy poco probable que se produzca este hecho).
Funcionalidad ecológica: afectación sobre hábitats naturales, comunidades faunísticas y sobre el potencial de conectividad ecológica (Floch et al., 2012).

3.2.1.3 Pérdida de hábitat.

Las líneas de alta tensión generan impactos ambientales significativos en la segmentación y fragmentación del territorio, sobre los suelos y la masa vegetal y arbórea al despejar de vegetación, de manera sistemática, debajo de las líneas de alta tensión favorece el crecimiento de especies herbáceas, que con la sequía se vuelven altamente pirófilas y son agentes causales también de un número indeterminado de incendios, por citar un ejemplo un informe de la comunidad de Castilla y León en España señalaba que, desde el año 1994, las líneas eléctricas han causado 113 incendios en dicha comunidad autónoma (Belmonte, s.f.).

El principal causante es la deforestación debido a: las construcciones, las redes eléctricas, la caza, la ganadería o la agricultura masiva, que necesitan de infraestructuras para el transporte construyendo redes de carreteras, la contaminación de las ciudades, provocan cambios en los hábitats de las aves provocando a su vez, cambios en el entorno y en la obtención de recursos, lo que hace que las aves se vean obligadas a abandonar ciertas zonas o que durante su migración no puedan realizar paradas que les ayudan a continuar con su camino poniendo en peligro este proceso. Las aves migratorias reconocen estos lugares con lo cual siempre se dirigen a la misma zona, si esta zona ha sido destruida o modificada las aves no llegarán y tendrán que buscar otro lugar retrasando la cría y alterando el proceso (GreenPlanet, 2017).

Según Torrubia et al. (2013) la pérdida de hábitat y la fragmentación han sido identificadas como los principales impulsores de la pérdida de especies. Las principales amenazas identificadas en la degradación y pérdida de hábitats naturales en las zonas de protección es, el desarrollo masivo de infraestructuras (carreteras, **líneas eléctricas**, vías férreas, vertederos, extracción de áridos).

3.2.1.4 Electrocuci3nes en la avifauna.

La electrocuci3n se puede producir de dos maneras, tanto como por el contacto de dos conductores como por el contacto de un conductor y la derivaci3n a tierra, siendo esta la m1s com1n. Debido a la dimensi3n de los apoyos, la separaci3n de los conductores y la longitud de los aisladores las electrocuci3nes suelen darse en las l1neas denominadas de distribuci3n. Debido a todo esto las aves m1s afectadas por las electrocuci3nes son las de mediana y gran envergadura que utilizan los postes como posaderos, sobre todo en los momentos de aterrizaje y despeje, y suelen ser sobre todo aves de presas. En ocasiones la electrocuci3n no mata al ave al instante, sino que muere debido a la ca3da desde gran altura que se produce al recibir el choque el3ctrico (Ferrer, 2012).

3.2.1.5 Colisiones de avifauna.

Las especies de aves m1s propensas a sufrir colisiones con tendidos son aquellas con h1bitos crepusculares y gregarios, tambi3n las que suelen huir de los depredadores. El mayor peligro en estos casos los supone el cable de tierra, puesto que est1 situado por encima de los cables de corriente y es m1s fino y por lo tanto menos detectable. Los impactos se suelen producir al intentar evitar en el 1ltimo momento los cables de corrientes que son m1s detectables. Las aves migratorias presentan una problem1tica especial, puesto que las que realizan su primer viaje migratorio son m1s propensas a morir por colisiones en tendidos el3ctricos debido a su inexperiencia. Por lo tanto, la cantidad de aves muertas en estas circunstancias var1an a lo largo del a1o, siendo los periodos pos-nupciales y migratorios, aquellos en los que m1s cad1veres que se encuentran. La mortalidad de aves en el tendido el3ctrico es un elemento clave a tener en cuenta en la conservaci3n de determinadas especies. La se1alizacion de estos cables disminuye la probabilidad de colisi3n con tendidos de las aves hasta en un 50% (Rubio, s.f.).

El principal peligro de colisi3n para las aves es el cable de guarda, un cable m1s delgado que los cables conductores, que se extiende entre las partes m1s altas de las torres y sirve como pararrayo para evitar da1os a la l1nea por descarga el3ctrica naturales (Gonz1lez, 2014).

Según González (2014) algunos de los factores involucrados en las colisiones de la avifauna son:

a. Factores propios de las estructuras:

1. Voltaje y altura:

Las colisiones ocurren más frecuentemente contra líneas de tensión mayor o igual a 110kV, probablemente debido al mayor número de conductores, mayor altura de las torres y mayor distancia entre torres (vanos más largos). Aunque diferentes especies de aves suelen volar a distintas alturas, existe un consenso para decir que mientras más bajas las líneas, hay menos probabilidad de colisiones. Esto se debe a que las aves prefieren pasar volando por sobre los cables.

2. El largo del vano:

El largo del vano también es un factor determinante, ya que los choques ocurren en los ejes centrales de cada tramo, puesto que los cables son más visibles cerca de las torres.

3. Diámetro del cable de guarda:

Por último, cabe señalar que las aves chocan más frecuentemente con el cable de guarda, debido a que usualmente posee menor diámetro que los conductores y por tanto, es menos visible.

b. Factores propios de las aves:

Las aves más propensas a colisionar son aquellas con escasa maniobrabilidad, como por ejemplo las especies que forman bandadas y las migrantes nocturnas.

c. Factores ambientales:

Las colisiones son más frecuentes en líneas abiertas en sitios con altas concentraciones de aves, como humedales, dormideros o áreas de alimentación. También en filos de montaña y rutas migratorias locales y latitudinales. Otro elemento relevante es que la mayoría de estos accidentes ocurren cerca o en sitios definidos por formas lineales del terreno (cordones montañosos, líneas de costa o planicies), los cuales serían utilizados de manera preferente por las aves para desplazarse.

En vista de ser las aves las principales afectadas por dichos tendidos, y que el mayor daño a su ciclo de vida es la muerte por colisión, es posible minimizar el impacto ambiental generado por la construcción de la línea que fragmenta el ecosistema alterando el paisajismo (Berlanga, 2001).

3.3 Dispositivos salvapájaros.

Se presentan algunos tipos de dispositivos salvapajaros que pueden ser utilizados en los cables de guarda en las líneas de transmisión (EPR, 2010). (Ver Figura 3).

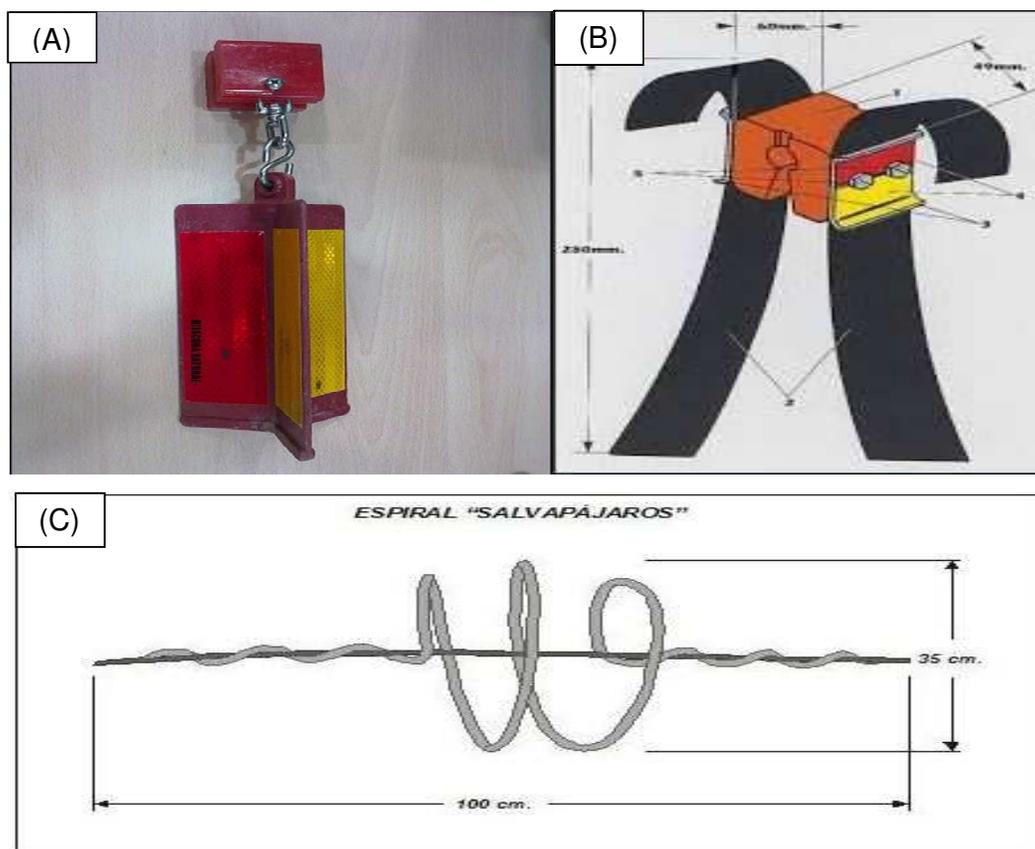


Figura 3. Dispositivo salvapajaros más frecuentemente utilizados en líneas de transmisión eléctrica, instalados en los cables de guarda, (A) Cartografía de movimiento, (B) Tiras en "X" de Neopreno, (C) Espiral salvapajaros. (EPR, 2010).

En El Salvador solamente se han instalado dispositivos espiral salvapajaros, es una espiral blanca de PVC de un metro de longitud y con diámetro máximo de 35 cm. (EPR, 2010). (Ver Figura 4).

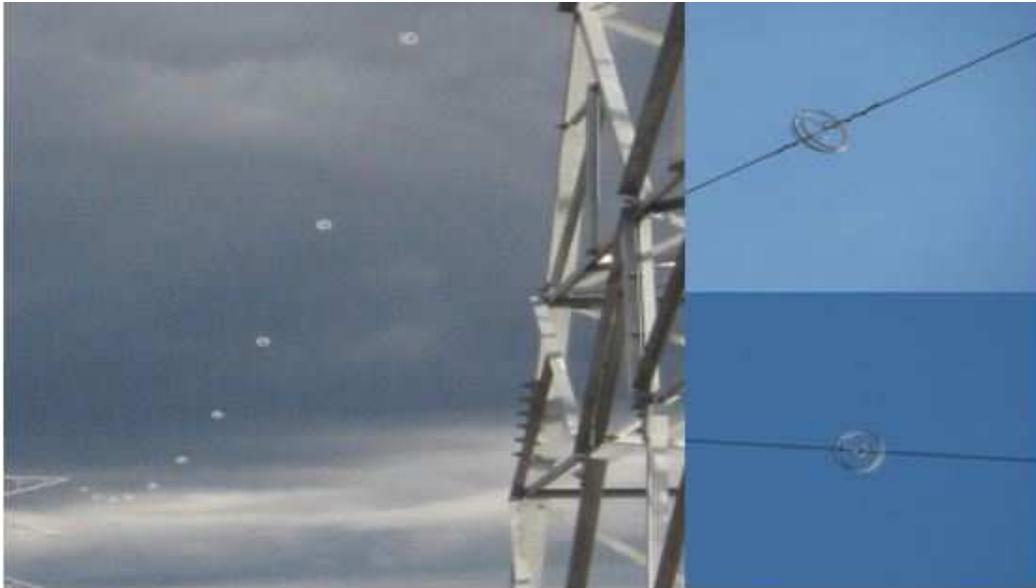


Figura 4. Dispositivo salvapájaros, instalados en los cables de guarda en el área de estudio, nótese la gran visibilidad. (EPR, 2010).

En el caso de España, Red Eléctrica de España ha venido desarrollando desde hace más de 15 años un extenso programa de actuaciones en el campo del estudio de las interacciones entre las aves y las instalaciones de transporte de energía eléctrica, tratando de minimizar la incidencia de estas instalaciones sobre la avifauna y de favorecer la compatibilidad de su uso. Las medidas correctoras de la incidencia por colisión se basan en su mayoría en dispositivos colocados sobre el cable de tierra o, más raramente en los conductores (líneas sin cable de tierra) con el objeto de hacer más visibles estos elementos para las aves. Uno de los dispositivos utilizados fue el de espiral Salvapájaros de color blanco, de PVC, de un metro de longitud y con diámetro máximo de 30 cm, instalándose las espirales en tres bolillo cada 10 m en ambos cables de tierra, produciendo un efecto visual equivalente a una señal cada cinco metros. La reducción de la mortalidad que se obtuvo con esta señalización fue del 81%. También se instalaron espirales Salvapájaros naranjas en otra línea eléctrica en España, donde se observó una reducción significativa de las colisiones en torno al 60% (REE, 2005).

En el estudio de mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda realizado en Colombia, De La Zerda y Rosselli (2003) establecieron una comparación de los diferentes métodos utilizados para la mitigación de colisiones de aves en líneas de

transmisión de diferentes países (España, Japón, Francia, Estados Unidos, Holanda), así como la efectividad de estos. Se realizó la comparación de 16 estudios, de los cuales seis utilizaron espirales desviadoras de vuelo de tamaños y colores variables (rojos, blancos, amarillos); en cuatro de estos casos la mortandad se redujo entre el 61% y el 89%, en otro de los casos dicen que la efectividad fue baja y en el último no se han publicado los resultados, es de destacar que uno de los métodos utilizados fueron los espirales espantapájaros blancos de 30 cm \varnothing , 1 m de largo en cable de guarda obteniéndose una reducción del 81% en la mortandad de aves; también se utilizaron espirales anti vibratorios amarillos de 1.27 cm \varnothing , 112-125 cm de largo en el cable de guarda y conductores, alcanzándose una reducción del 61% en la tasa de colisión.

3.4 Importancia de las aves en el medio ambiente.

Debido a la amplitud en su alimentación, estos vertebrados son un grupo con funciones importantes en los ecosistemas, desde la polinización (nectarívoros), depredación y control de plagas (carnívoros e insectívoros), eliminación de animales en descomposición (carroñeros) y la dispersión o propagación de semillas (frugívoros y semilleros), entre otras (Navarro y Benítez, 1995).

Además, son buenos indicadores biológicos de la salud de los ecosistemas y al monitorearlas continuamente nos pueden ayudar a detectar cambios en sus poblaciones (Walsh, 2009). Por otra parte, el enorme interés de la observación de aves constituye una herramienta de mucha importancia para el desarrollo del ecoturismo (López y Bolaños, 2014).

3.4.1 Indicadores del estado de conservación de una región.

El fenómeno de la migración de las aves es de suma importancia, porque actúan como indicadores de la salud de los ecosistemas, la diversidad biológica y el cambio climático. Las aves migratorias igualmente proporcionan beneficios fundamentales y servicios ecológicos a los ecosistemas de los que dependemos para sobrevivir (NTX, 2012).

3.4.2 Agentes de dispersión.

Sirven para esparcir semillas de varias plantas, lo que ayuda en la dispersión de estas. Los colibríes polinizan varias plantas productoras de néctar, transportando el polen en sus picos y plumas de una flor a otra. Incluso algunas aves zancudas reubican los huevos de peces que se pegan a sus patas, ayudando así en la dispersión de los peces a otras partes de un río o pantano (Arboleda, 2013).

Las aves juegan un papel importante en los procesos de regeneración de los ecosistemas naturales. De hecho, se sabe que estos animales llegan a dispersar más del 80% de las especies leñosas de los bosques tropicales. Al transportar las semillas lejos de la planta madre y a zonas perturbadas, las aves actúan como agentes que facilitan el proceso de establecimiento de especies forestales y, por ende, la recuperación de los bosques. Sin embargo, quizá una de las mayores ventajas que confiere la dispersión de semillas por aves, es que el paso de la semilla por su tracto digestivo elimina o debilita la cutícula o estructura externa (proceso conocido como escarificación), lo que en muchos casos incrementa la proporción y velocidad de la germinación de semillas de ciertas especies (Pérez et al., 2013).

3.4.3 Controladores biológicos.

Las aves insectívoras se alimentan exclusiva o mayormente de insectos. Pero también hay muchas otras aves granívoras y omnívoras que se alimentan con mayor o menor regularidad de insectos, sobre todo coincidiendo con la época de cría, para aportar mayor cantidad de proteínas y ayudar así al crecimiento acelerado de los polluelos y sacar la prole adelante rápidamente (Estés, 2017).

Las aves rapaces se alimentan de: ratones, ratas de campo, conejos, ardillas y otros roedores, además de los peces, insectos, anfibios y reptiles pueden tener épocas en las que su población aumenta explosivamente debido al buen tiempo y al exceso de alimentos. Algunas de las aves rapaces más grandes como el buitre se alimentan principalmente de cadáveres de animales. Sólo en ocasiones cazan animales débiles o enfermos. Este hábito de alimentación realmente ayuda al medio ambiente al deshacerse de los

animales enfermos o de sus cadáveres para evitar una mayor propagación de cualquier enfermedad que pudiera haber tenido el animal (Estés, 2017).

3.5 Rutas de desplazamiento de bandadas de “azacuanes” en sus movimientos hacia el sur en El Salvador.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, en nuestro país se han detectado rutas migratorias, especialmente las relacionadas con el movimiento de grandes bandadas de “azacuanes”, las cuales están conformadas por especies migratorias de Falconiformes. De acuerdo con los desplazamientos de las bandadas de aves migratorias se realizan a través de todo el territorio nacional, sin embargo, en la parte central que corresponde a las planicies interiores del país no se han llevado a cabo procesos de observación sistemáticos por lo que se carece de información concreta (MOP/MARN, 2004). (Ver Figura 5).

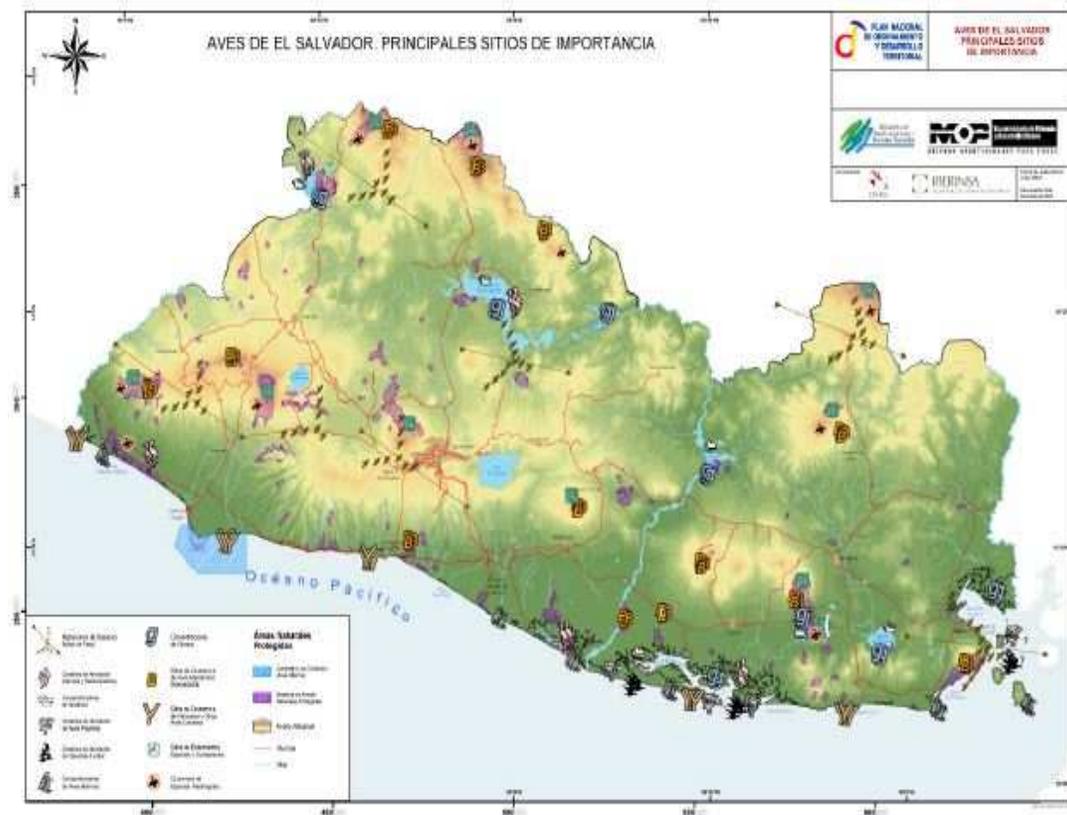


Figura 5. Aves de El Salvador principales sitios de importancia. (MOP/MARN, 2004)

3.6 Marco legal.

3.6.1 Listado oficial de aves para El Salvador.

Tal como lo establece el MARN (2016) por acuerdo No. 74; El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales es el encargado de mantener actualizado el listado oficial de Aves y su estacionalidad (residente o migratoria) reportadas para El Salvador.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación y descripción de las áreas de estudio.

La investigación se realizó en dos lugares: Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán (Tramo 4). y en el Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente (Tramo 7).

4.1.1 Ubicación geográfica Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán. Tramo 4.

El departamento de Ahuachapán se encuentra ubicado en el oeste de El Salvador. El Cantón La Danta donde se realizó el estudio, que se identifica como Tramo 4, según el MARN (2016) limita al norte con la Republica de Guatemala, como frontera natural el rio Paz, al este con Cantón San Lorenzo, al sur con Cantón El Junquillo, al oeste con Cantón Santa Cruz. (Ver Figura 6).

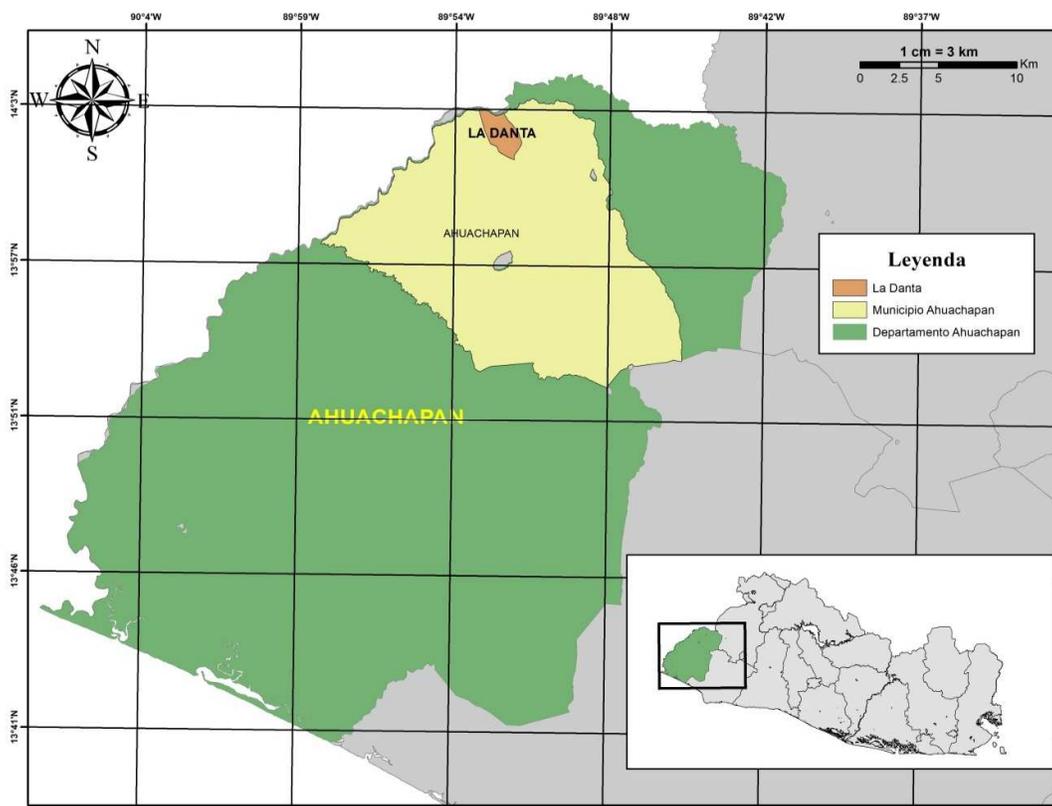


Figura 6. Ubicación geográfica del Tramo 4: Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán.

4.1.1.1 Características físicas Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán. Tramo 4.

4.1.1.1.1 Topografía.

En el departamento de Ahuachapán, Cantón La Danta, se realizó el estudio al noroccidente del cerro El Guayacán, donde indica la existencia de un gran cono de deyección, aguas abajo del punto en que el río Paz sale a la llanura costera; con altitudes desde los 400 hasta los 700 m.s.n.m. (EPR, 2009).

4.1.1.1.2. Clima.

En el tramo 4. Cantón La Danta, según las mediciones reportadas por el SNET (s.f.) la temperatura variaron de los 200 a 800 m.s.n.m. de 27° C a 22° C.

4.1.1.1.3. Hidrología.

De acuerdo con EPR (2009) el tramo 4. Cantón La Danta, colindante al río Paz, y hay pruebas de que posiblemente el río haya tenido su desembocadura en la Bocana de Santiago. Así mismo el MARN (2013) menciona además de poseer numerosos riachuelos y ríos de considerable caudal.

4.1.1.1.4. Suelos.

Según el MAG (2012) dentro de las áreas de interés se distribuye en el Cantón La Danta posee suelos Grumosoles.

4.1.1.1.5. Zona de vida.

De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1967), se encuentra en Bosque seco tropical (bs-T), esta zona de vida posee una extensión de 100,284.29 Ha., es decir el 4.75% del territorio salvadoreño, parte se ubica en la región del área de estudio Cantón La Danta. La precipitación presente en dicha zona de vida está entre los 800 y 1,400 mm (MAG, 2013).

4.1.1.1.6. Vegetación.

De acuerdo con EPR (2009) en el Cantón La Danta, se localiza en un sector en donde la vegetación predominante son los matorrales y cultivos de jocotes en forma intensiva y granos básicos, principalmente maíz.

4.1.1.1.7. Fauna.

En investigaciones realizadas en el Cantón La Danta sector de río Paz, colindante del área del presente estudio, se tienen entre los mamíferos Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), conejo silvestre (*Sylvilagus floridanus*), tacuazín (*Didelphis virginiana*), y roedores entre otros. Numerosas especies de aves, reptiles y anfibios (MARN, 2011).

4.1.2 Ubicación geográfica Cantón San Lorenzo, Municipio San Ildefonso, Departamento de San Vicente. Tramo 7.

El departamento de San Vicente se encuentra ubicado en la región paracentral de El Salvador. El Cantón San Lorenzo donde se realizó el estudio, que se identifica como Tramo 7, según EPR (2010) limita al norte y al este con el margen del río Lempa, al sur con Municipio de San Vicente, al oeste con Cantón Lajas y Canoas. (Ver Figura 7).

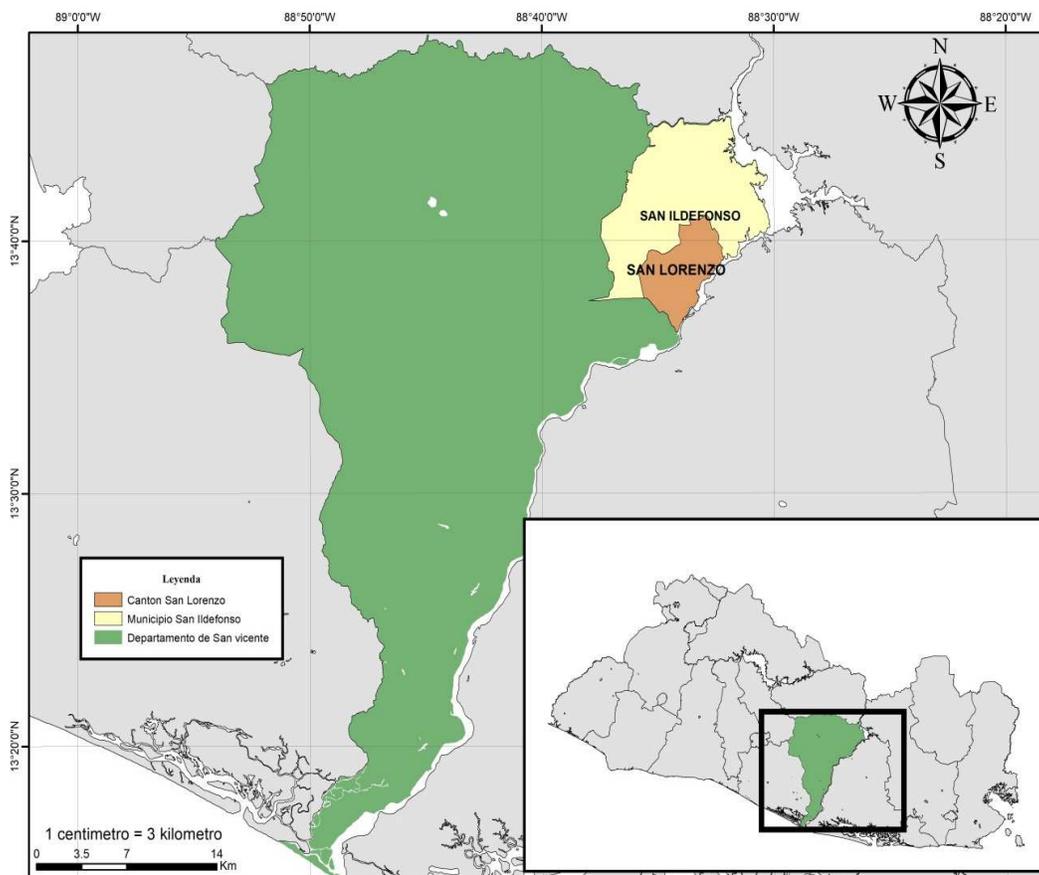


Figura 7. Ubicación geográfica del Tramo 7: Cantón San Lorenzo, Municipio San Ildefonso, Departamento de San Vicente.

4.1.2.1 Características físicas Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente. Tramo 7.

4.1.2.1.1 Topografía.

Para el departamento de San Vicente, el Cantón San Lorenzo, el estudio se localizó en el sector aledaño a la presa 15 de septiembre, en la margen occidental del río Lempa inmediata a la presa; al norte, en el mismo margen, en las pendientes moderadas; con altitudes que no pasan los 1000 m.s.n.m. (CEL, 2010).

4.1.2.1.2 Clima.

Para el tramo 7. Cantón San Lorenzo, la temperatura se mostró con una variación con altitudes que no pasan los 1,000 m.s.n.m. desde de 32° C a 27° C. (CEL, 2010).

4.1.2.1.3 Hidrología.

El tramo 7. Cantón San Lorenzo, se ubica en los márgenes del río Lempa CEL (2010) el Embalse 15 de septiembre está situado sobre el Río Lempa, aguas abajo de los otros dos embalses existentes en el recorrido del río.

4.1.2.1.4 Suelos.

En el Cantón San Lorenzo, posee dos tipos de suelo: latosoles arcillo rojizos y Aluviales (MAG, 2012).

4.1.2.1.5 Zona de vida.

Según la clasificación de Holdridge (1967), Bosque húmedo subtropical (bh-S (c)), se ubica en el área de estudio del Cantón San Lorenzo, esta zona de vida la extensión que posee en el territorio salvadoreño es de 554,142.95 Ha., es decir el 26.27%, con una precipitación anual de 1,000 a 1,700 mm. (MAG, 2013).

4.1.2.1.6 Vegetación.

La vegetación en el Cantón San Lorenzo está dominada por una sucesión avanzada de matorral de características subcaducifolias y fragmentos de bosque aluvial perennifolio, en la margen occidental del río Lempa inmediata a la presa; al norte, en el mismo margen, en las pendientes suaves se ha desarrollado una sucesión de bosque aluvial perennifolio mayor de 25 años.

También se puede apreciar pequeñas aglomeraciones de vegetación acuática, dominada por *Eichornia* sp. (EPR, 2009).

4.1.2.1.7 Fauna.

En el sector del Cantón San Lorenzo, se observaron bandadas de varios cientos de aves acuáticas entre las que se identificaron *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Pandion haliaetus*, un ejemplar de *Cairina moschata*, *Phalacrocorax brasilianus* y las típicas especies de *ardeidas* (garzas) propias de áreas abiertas. Se han reportado nueve especies de peces para este embalse: *Astyanax fasciatus*, *Arius guatemalensis*, *Cathorops taylori*, *Rhamdia guatemalensis*, *Anableps dowi*, *Melaniris guija*, *Cichlasoma trimaculatum*, *C. managuense* y *Oreochromis* sp. (CEL, 2010).

4.2 Fase de campo.

4.2.1 Periodo de estudio.

El trabajo de campo se realizó de noviembre a diciembre del año 2018 y enero del 2019.

4.2.2 Caracterización de muestreo.

Se utilizó uno de los métodos más usados en muestreo de aves que es el trayecto en franja o transectos, debido a la facilidad con la que se mide en terrenos de densa vegetación, lo que permite un muestreo más representativo de la heterogeneidad de un grupo de aves (Wunderle, 1994; Ralph et al., 1996).

El transecto es un área de muestreo de forma rectangular situado en un determinado tipo de vegetación, el tamaño puede ser variable (Mostaceo y Fredericksen, 2000).

Para caracterizar y describir cada transecto de muestreo. Se ubicaron un total de 8 transectos en el estudio, es decir 4 transectos en el Cantón La Danta (tramo 4) y 4 transectos en el Cantón San Lorenzo (tramo 7), distribuidos en cada lugar de la investigación con 2 transectos en los vanos con dispositivos y 2 transectos en los vanos sin dispositivos, ubicados por debajo de la línea entre las torres, cada transecto fue medido a partir del eje central de la línea 25

metros a ambos lados, totalizando una dimensión de 50 metros ancho x 100 metros de largo (Ver Figura 8).

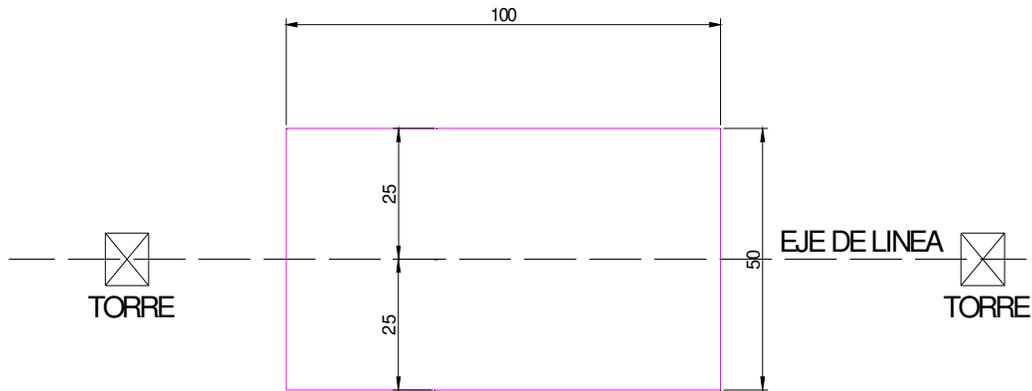


Figura 8. Dimensiones de cada transecto 50 metros de ancho x 100 metros de largo, ubicados a partir del eje central de la línea entre las torres en cada vano con dispositivos y sin dispositivos del área de investigación, (Con elaboración propia 2019).

A la llegada del sitio para realizar el conteo se esperó un par de minutos para evitar algún efecto sobre el comportamiento de las aves por la llegada del observador, para el conteo de aves dentro de cada transecto se establecieron 3 puntos de observación en las áreas de estudio en los vanos con dispositivos y sin dispositivos en el Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7). Cada punto de observación se ubicó a distancias de 50 metros en su longitud sobre el eje central para cada transecto, con una duración en la observación de aves de 20 minutos en cada uno de los puntos (Ver Figura 9).

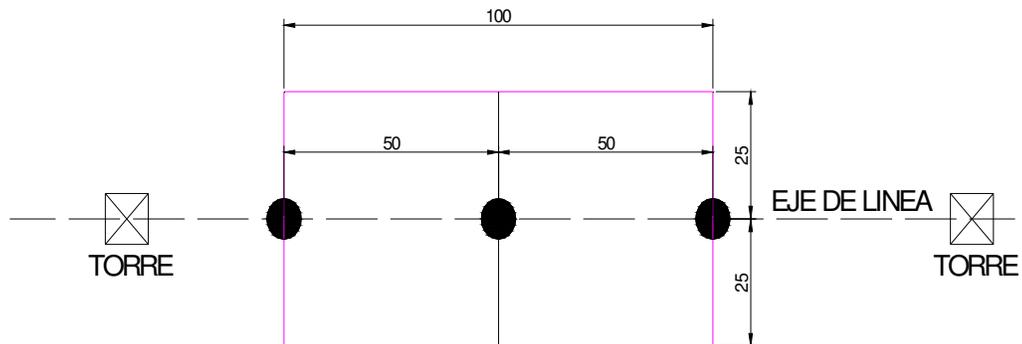


Figura 9. Establecimientos de tres puntos para el conteo de aves dentro de cada transecto, con longitud de 50 metros sobre el eje central de la línea entre las torres en cada vano con dispositivos y sin dispositivos del área de investigación, (Con elaboración propia 2019).

Se observaron los patrones de vuelo con respecto a la línea, se identificaron las especies de aves y se realizaron las anotaciones en las hojas de campo (Ver anexo 4).

El recorrido en búsqueda de evidencias de colisión de aves se efectuó por los transectos seleccionados en los vanos con dispositivo y sin dispositivo, se realizó en zigzag, es decir, en tres secciones a lo largo de los mismos, una por el eje central de la línea, otra hacia el lado derecho de ida y una tercera a la izquierda de vuelta a distancias aproximadas de 35.36 metros cada una en ángulos aproximados de 45° (Ver Figura 10).

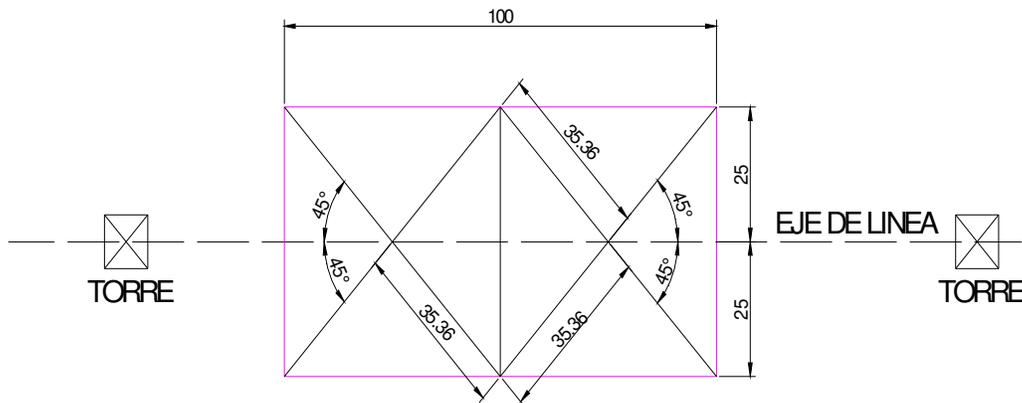


Figura 10. Recorrido en zigzag, en los transectos en cada vano con dispositivos y sin dispositivos del área de investigación, en búsqueda de evidencias de colisión de aves en tres secciones, a lo largo de los mismos, una por el eje central de la línea, otra hacia el lado derecho de ida y una tercera a la izquierda de vuelta a distancias aproximadas de 35.36 metros cada una en ángulos aproximados de 45° (Con elaboración propia 2019).

Durante el recorrido se realizaron encuestas a los agricultores y trabajadores de la zona de estudio, sobre el hallazgo de aves muertas o lesionadas producto de colisión contra los cables de los tendidos eléctricos, mostraron los sitios de los hallazgos de restos o cadáveres.

4.2.3 Sitios de observación.

Se establecieron un total de 8 transectos como sitios de observación, 4 en cada uno de los tramos (tramo 4 y tramo 7), para cada tramo se ubicaron 2 transectos donde están colocados los dispositivos salvapajaros y 2 transectos donde no los hay, cada transecto con una longitud lineal por el eje central entre

torres de 100 metros, lo que nos da una longitud por tramo de 400 metros, totalizando en ambos tramos 800 metros lineales.

Para el caso del Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán (tramo 4), se ubicaron 4 transectos, 2 en los vanos entre las torres 1-2 y 2-3, en los cuales se encuentran instalados los dispositivos salvapajaros y los otros 2 en los vanos entre las torres 3-4 y 4-5, donde no poseen dispositivos salvapajaros (Ver Figura 11).

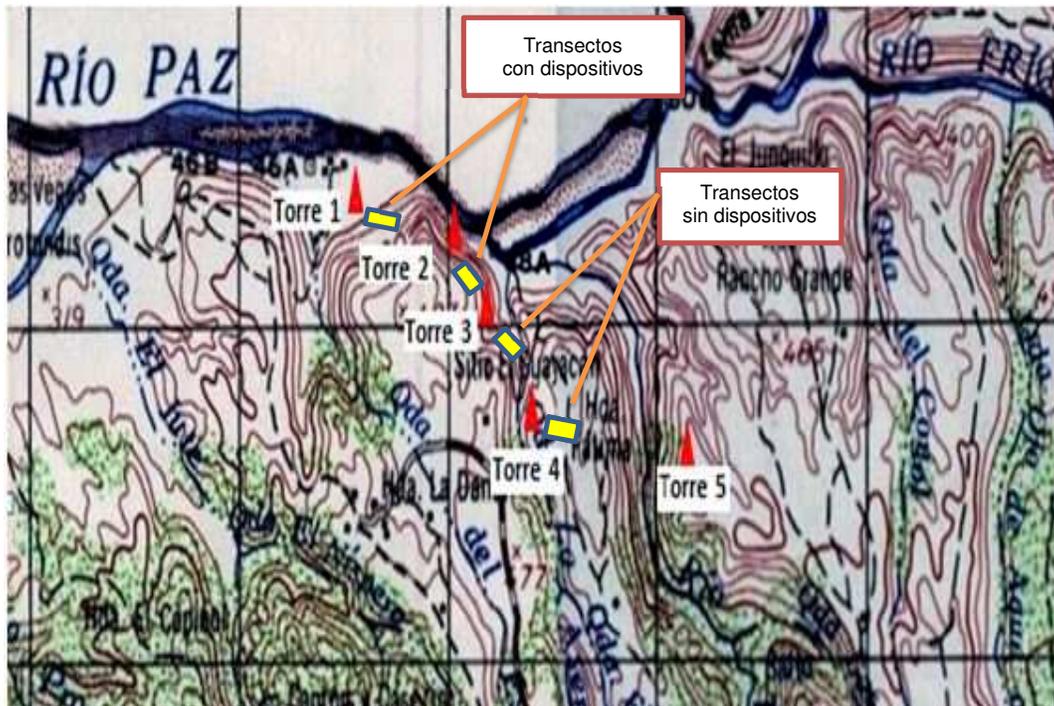


Figura 11. Tramo 4, ubicación geográfica de las torres 1-2 y 2-3 con dispositivo y torres 3-4 y 4-5 sin dispositivo, Cantón La Danta, Municipio y Departamento de Ahuachapán. (Mapa Cartográfico, curvas a nivel. IGN, 1980. Con modificación propia 2017).

En el Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente (tramo 7), se ubicaron 4 transectos, 2 en los vanos entre las torres Subestacion-1 y 1-2, en los cuales no poseen dispositivos salvapajaros y los otros 2 en los vanos entre las torres 2-3 y 3-4, donde poseen dispositivos salvapajaros (Ver Figura 12).

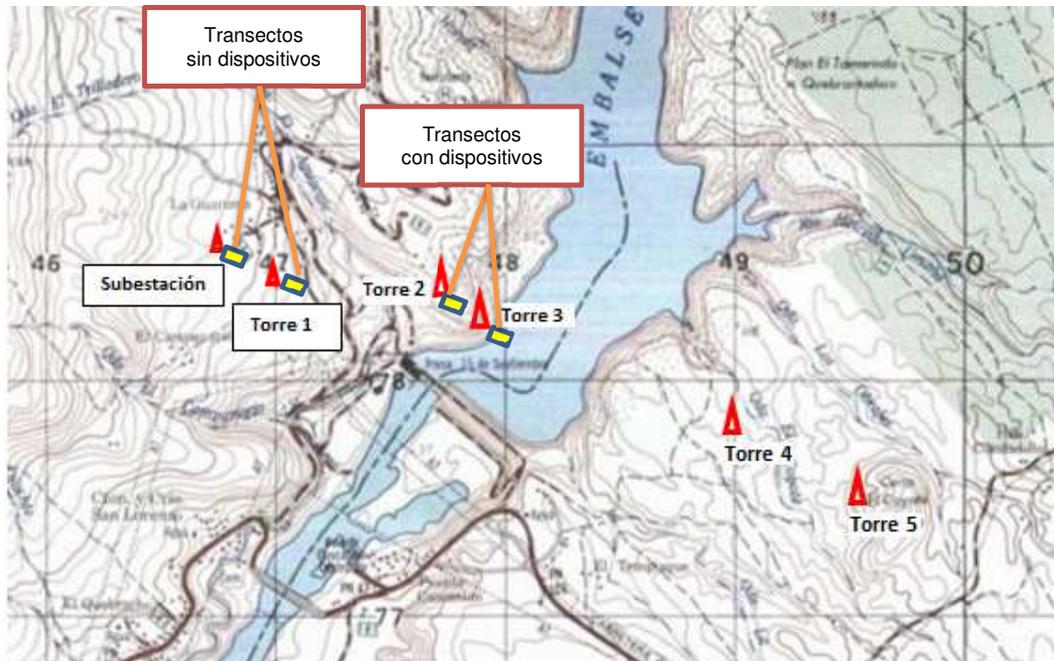


Figura 12. Tramo 7, ubicación geográfica de las torres Subestación-1 y 1-2 sin dispositivo y torres 2-3 y 3-4 con dispositivo, Cantón San Lorenzo, Municipio de San Ildefonso, Departamento de San Vicente. (Mapa Cartográfico, curvas a nivel. IGN, 1980. Con modificación propia 2017).

Los puntos de observación se iniciaron en las bases de cada torre, cuando las aves tienen mayor actividad de forrajeo (06:00H-10:00H) y por la tarde (13:00H-16:00H), momento en que las especies buscan sus lugares de dormitorio (Ralph et al., 1996). Observando la interacción de las aves con las líneas de transmisión y los cables de guarda.

El recorrido de los tramos en búsqueda de evidencias de colisión de las aves se realizó de las 10:00H a las 13:00H y de 16:00H a las 18:00H, dichos recorridos se realizaron posteriores a los puntos de observación.

La longitud de los vanos con dispositivos salvapajaros en ambos tramos es de 944.01 metros y sin dispositivos es de 606.76 metros, totalizando 1,550.77 metros lineales, comparado con la longitud de los transectos monitoreados en este trabajo es de 800 metros lineales, lo que representa porcentualmente un 51.58%. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Identificación de tramos 4 y 7, donde se encuentran los vanos con y sin dispositivos “salvapájaros”, longitud de los vanos metros lineales y longitud de los transectos metros lineales. (Elaboración Propia).

TRAMO	Dispositivo Salvapájaros	VANOS TORRES	LONGITUD DEL VANO (metros lineales)	LONGITUD DE LOS TRANSECTOS (metros lineales)
4 La Danta	Con	T1 – T2	312.97	100
	Con	T2 – T3	104.33	100
	Sin	T3 – T4	111.68	100
	Sin	T4 – T5	192.03	100
7 San Lorenzo	Sin	Subestacion-T1	107.84	100
	Sin	T1 - T2	195.21	100
	Con	T2 - T3	144.40	100
	Con	T3 - T4	382.31	100
TOTAL			1,550.77	800

4.2.4 Esfuerzos del muestreo.

El muestreo se realizó en un total de 48 días para ambos tramos de la siguiente manera: 8 días por mes en cada tramo, durante 3 meses. El total de esfuerzo durante el trabajo fue de 576 horas, es decir, se obtuvo un esfuerzo por cada tramo de 12 horas/día, equivalentes a 96 horas/mes, lo que corresponde a 288 horas en los 3 meses.

4.2.5 Descripción del equipo utilizado.

El avistamiento de especies de aves se realizó con binoculares marca: Bushnell 16x50 y TASC0 10x25. Nos permitió obtener una mejor amplitud del campo visual y la luminosidad de la imagen para una mejor identificación de las especies (Ver Figura 13A).

Para el registro fotográfico se usó una cámara NIKON P530, y se fotografiaron aquellas especies que no se pudieron identificar en campo para después compararlas con las guías especializadas de aves, su forma, coloración del plumaje, tamaño (Ver Figura 13B).

Para la identificación de las especies observadas se usaron guías especializadas de aves: Aves de Costa Rica (Garrigues y Dean, 2014), Guía de Campo (Peterson y Chalif, 2008); y Guía de aves del Parque Nacional de Montecristo (MARN, 2016). La colaboración de la bióloga Lcda. Iris Mabel Pérez García y de personal, locales previamente capacitadas.

Las especies de aves observadas se compararon con el listado oficial MARN (2016) de aves reportadas en El Salvador y su estacionalidad (residente o migratorio).

Para el conteo de bandadas se utilizó un Clicker, para que la diferencia en la contabilidad del número de las especies sea mínima y se obtuvieron estimados con exactitud y precisión en el muestreo.

Se utilizó una cinta métrica de 30 metros, para medir y delimitar el área los transectos de 50 metros de ancho x 100 metros de largo (Ver Figura 13C).

El procedimiento de identificación de los restos consistió en georreferenciar el lugar con un GPSmap 60CSx Garmin, donde se encontraron dichos restos, ubicación de las torres del muestreo y altura metros sobre el nivel del mar (Ver Figura 13D).

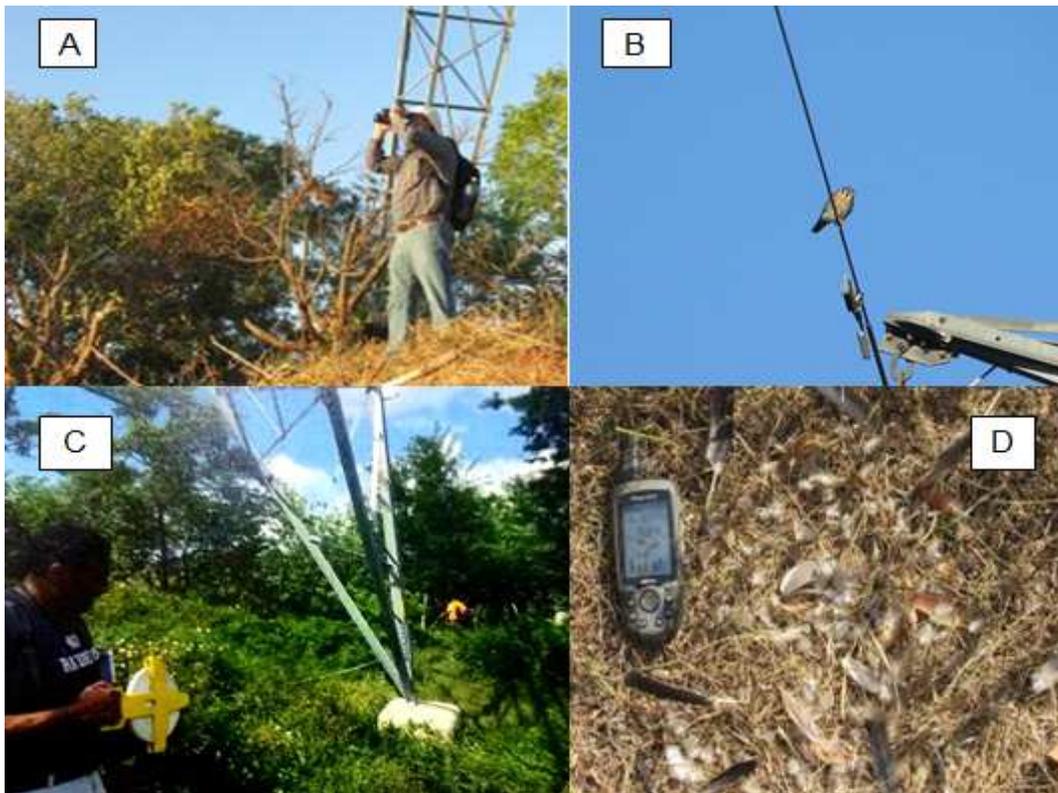


Figura 13. Fotografías del trabajo de campo: (13A) usos binoculares, noviembre/2018, (13B) registro fotográfico *Falco sparverius*, diciembre/2018, (13C) medición de los transectos, noviembre/2018, (13D) georreferencia de restos plumas de *Zenaida asiatica* con GPS. Noviembre/2018.

4.2.6 Determinación de evidencias de colisiones.

Los restos de aves encontrados de las evidencias de colisión cuando fue posible se colocaron en bolsas plásticas tipo ziploc, cada evidencia se georreferenció con GPS donde se encontraron dichos restos, se fotografiaron, y se identificaron in-situ por comparación en especial las plumas con las guías de aves antes mencionadas. Posterior a la identificación se retiró la evidencia y se enterraron para no sesgar los siguientes monitoreos mensuales. Se creó un registro fotográfico de las colisiones de individuos y para aquellas especies de aves que no se lograron identificar in-situ en campo.

4.2.6.1 Criterios a considerar para determinar muertes por colisión:

- i) Sitio en donde se encuentran los restos, en un área no mayor de tres metros cuadrados.
- ii) Las plumas encrespadas y en desorden, dentro de los tres metros cuadrados.
- iii) Aves muertas encontradas en el área de influencia directa dentro de los transectos de 50 metros ancho x 100 metros de largo.

4.2.7 Identificación de especies de aves susceptibles a colisión.

Criterios considerados en el comportamiento de vuelo de las aves con relación a los cables:

- i) Avistamiento de aves en el área de influencia directa durante los recorridos, en los cuales se observaron los patrones o comportamiento de vuelo de las aves con respecto a los cables, se identificaron las especies de aves y se realizaron las anotaciones en las hojas de campo.
- ii) Volando entre los cables conductores de energía.
- iii) Especies de aves relativamente grandes, capaces de volar a mayor altura sobre los cables.
- iv) Perchando o posadas en los cables o en las torres delimitadas por el estudio.
- v) Aves volando debajo de los cables.

vi) Aves con vuelo transversal de los cables.

4.2.8 Encuestas.

Se realizó un total de 50 encuestas, es decir, 25 encuestas en cada tramo, para testificar la existencia de colisiones y paso de aves migratorias (azacuanes) de parte de los agricultores o trabajadores en la zona donde se localizan las líneas de transmisión (Ver Anexo 1).

Así mismo los encuestados mostraron los sitios de los hallazgos de restos o cadáveres, los cuales fueron georreferenciados, fotografiados y considerados e incluidos en los resultados en los análisis descriptivos de colisiones de aves en ambos tramos 4 y 7.

4.3 Estado de conservación y vulnerabilidad de las especies.

El nivel de conservación y los niveles de vulnerabilidad para las aves encontradas durante el estudio se clasificaron de acuerdo con su estado de conservación, para ello se consideró el acuerdo No. 74, actualización del Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre, Amenazadas o en Peligro de Extinción (MARN, 2018); La Lista Roja de Especies Amenazadas (UICN, 2018); y listado de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES, 2015).

4.4 Registro de datos.

Los registros de los avistamientos se anotaron en hojas de campo, donde se incluyen para el avistamiento del comportamiento de vuelo de aves (Ver Anexo 2). Y para registro de las colisiones de individuos en el área (Ver Anexo 3). La información recopilada en los recorridos en los transeptos y los puntos de observación se tabularon y se graficaron en una matriz de Excel.

4.4.1 Análisis de datos.

4.4.1.2 Análisis descriptivo de colisiones de aves. Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Para determinar la diferencia entre aves muertas y periodo de tiempo, se analizó de forma descriptiva para ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

4.5 Determinación de la efectividad de los dispositivos Salvapájaros.

Para estudiar la efectividad de los dispositivos salvapájaros De La Zerda y Rosselli (2003) en su trabajo realizado en Colombia, utilizaron el método de muestreos periódicos simultáneos y comparar vanos o porciones de la línea con dispositivos contra vanos sin dispositivos. Asimismo, esta metodología ha sido utilizada en estudios realizados en otros países; Estados Unidos (Brown y Drewien, 1995; Morkill y Anderson, 1991; Savereno et al., 1996), Honduras (EPR, 2017), Nicaragua (EPR, 2012). Por tal razón se implementó como parte de la metodología en el presente estudio para evaluar la efectividad de los dispositivos salvapájaros, haciendo la comparación de vanos con dispositivos salvapájaros contra vanos sin dispositivos salvapájaros en dos tramos de una misma línea, estableciendo 8 vanos como sitios de observación, 4 en cada uno de los tramos (4 y 7), para cada tramo se ubicaron 2 vanos donde están colocados los dispositivos salvapájaros y 2 vanos donde no los hay.

V. RESULTADOS

5.1 Composición de las especies.

A lo largo del conteo, se obtuvo el registro de 23 especies, agrupadas en 12 familias, distribuidas en 7 órdenes, con diferente estacionalidad. Con base a este número de especies se obtiene que las residentes representan el 60.86%, las residentes/migratorias el 26.08%, las migratorias el 13.04%.

De las especies observadas, ninguna de ellas en este estudio está señalada en el Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre, Amenazadas o en Peligro de Extinción por el MARN (2018) como amenazada o en peligro. En la categorización de la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la UICN (2018) todas se encuentran en el estatus (LC) que representa el 100%, lo cual indica una preocupación menor pues son comunes en muchas partes de su área de distribución. Según Estatus de Comisión sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre CITES (2015) solamente 4 especies se encuentran en el apéndice II, lo que representa el 17.39%. Y las especies observadas se compararon con el listado oficial MARN (2016) de aves reportadas en El Salvador y su estacionalidad (residente o migratoria) (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Conteo de aves (noviembre a diciembre 2018 y enero 2019), 23 especies ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7), categorización UICN, CITES, Estacionalidad MARN.

No	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	ESTACIONALIDAD
1	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	LC	Residente y Migratoria
2	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zunche, Guzma	LC	Residente y Migratoria
3	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	Ap. II, LC	Residente
4	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán cola corta	Ap. II, LC	Residente y Migratoria
5	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero	Ap. II, LC	Residente

6	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	LC	Residente
7	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma ala blanca	LC	Residente y Migratoria
8	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	LC	Residente
9	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	LC	Residente
10	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	plátano asado, pájaro Víctor, chocolatero, piscoy	LC	Residente
11	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Pijuyo	LC	Residente
12	Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Torogoz, Talamonte	LC	Residente
13	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Cheje	LC	Residente
14	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo, Lislique, Lis-Lis	Ap. II, LC	Residente y Migratoria
15	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Guacalchía, Salicolchón	LC	Residente
16	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara amarilla	LC	Migratoria
17	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Mosquero	LC	Residente y Migratoria
18	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Chío	LC	Residente
19	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Mosquero	LC	Residente
20	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina cola de tijera	LC	Migratoria
21	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pectoralis</i>	Chiltota pecho manchado	LC	Residente
22	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Chiltota espalda negra	LC	Residente
23	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gálbula</i>	Chiltota de baltimore	LC	Migratoria

5.1.1 Registro fotográfico de las especies en campo.

Registro fotográfico de las especies de aves de gran envergadura alar observadas en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7) (Ver Figura 14).

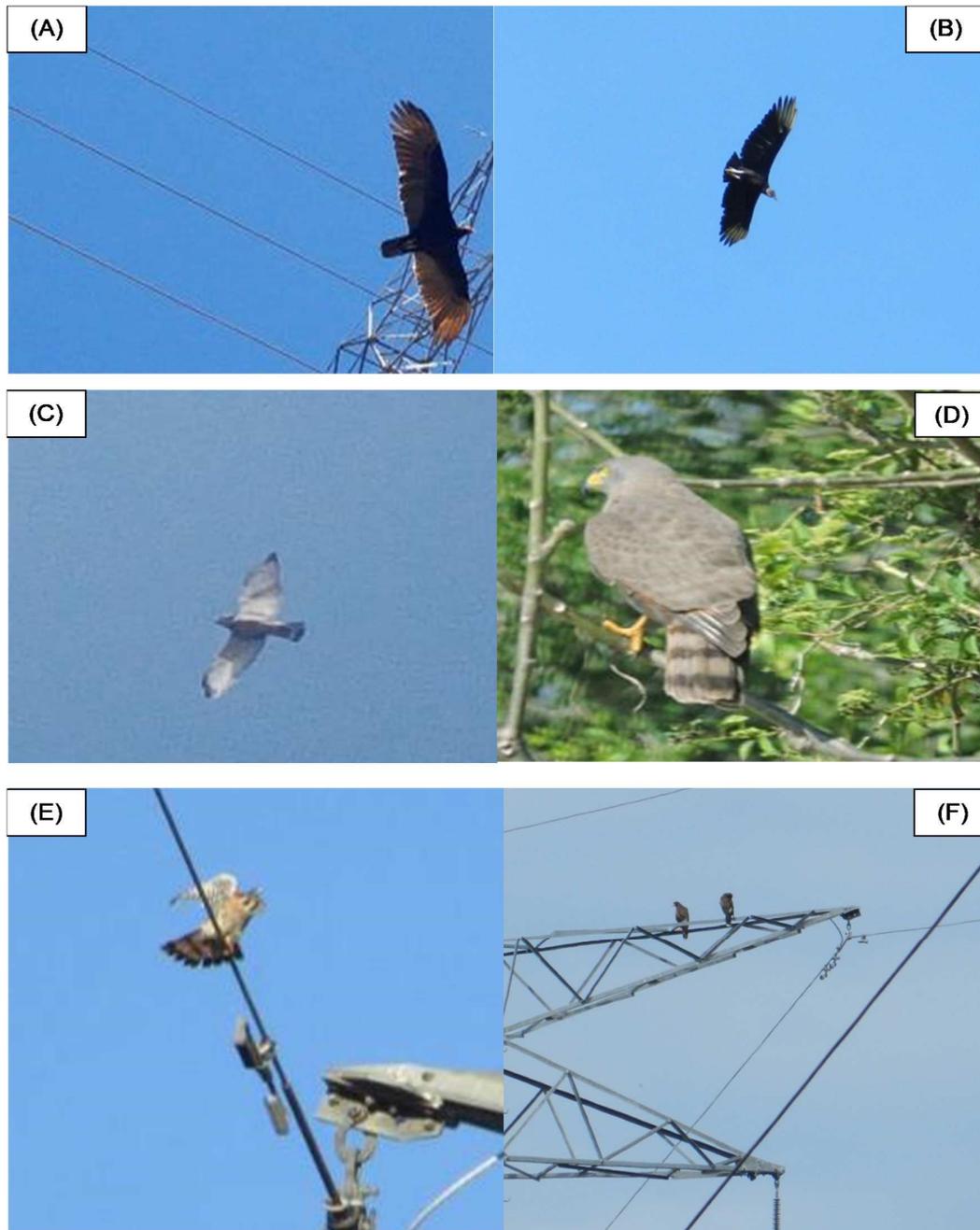


Figura 14. Fotografías del trabajo de campo: (14A) *Cathartes aura*, diciembre/2018, (14B) *C. atratus*, noviembre/2019, (14C) *B. brachyurus*, enero/2019, (14D) *B. magnirostris*, diciembre/218, (14E) *F. sparverius*, diciembre/2018, (14F) *B. nitidus*, enero/2019.

Registro fotográfico de las especies de aves pequeñas observadas en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7) (Ver Figura 15).

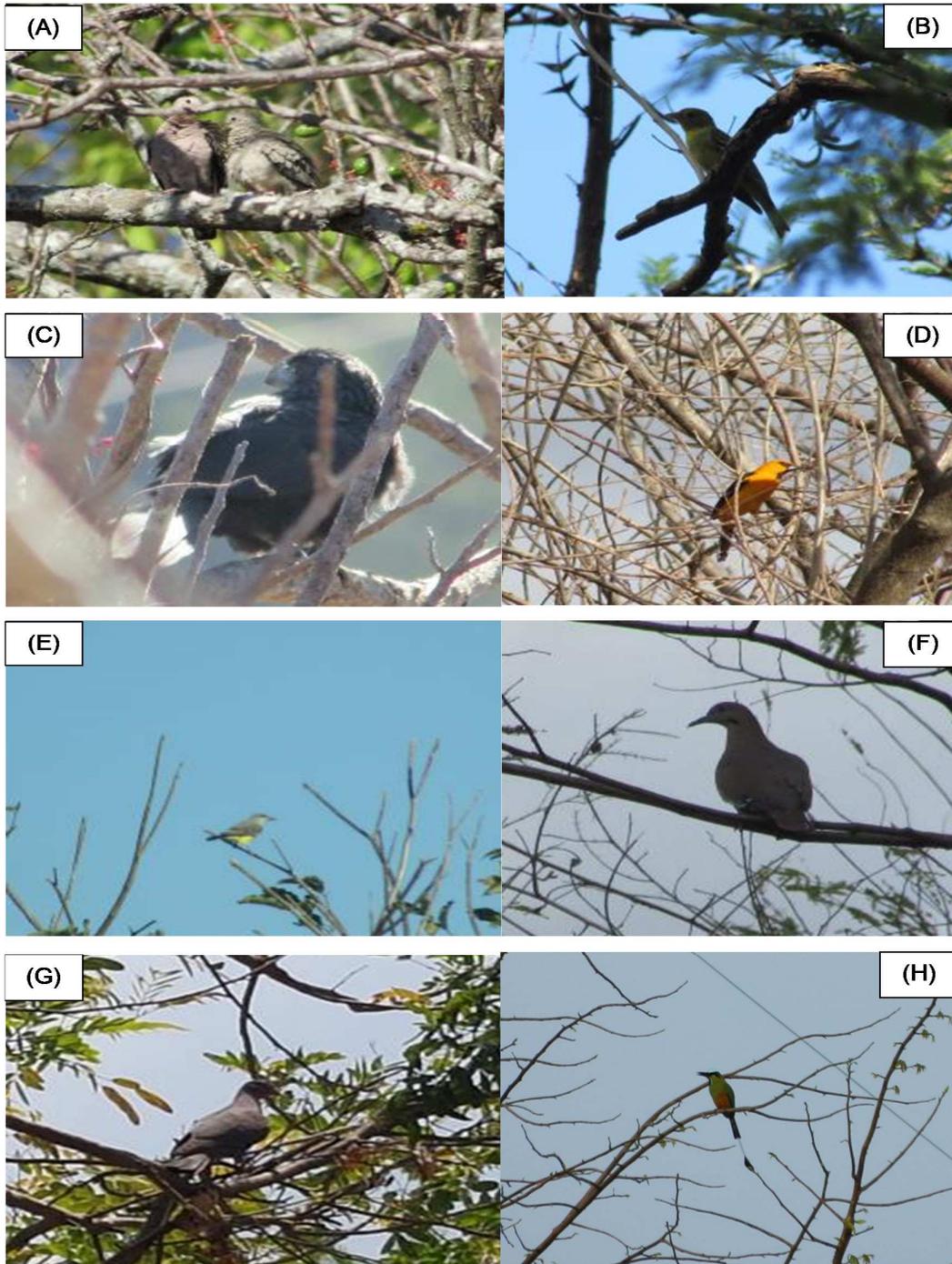


Figura 15. Fotografías del trabajo de campo: (15A) *C. inca*, diciembre/2018, (15B) *P. ludoviciana*, enero/2019, (15C) *C. sulcirostris*, diciembre/2018, (15D) *I. gularis*, enero/2019, (15E) *M. tyrannulus*, noviembre/2018, (15F) *Z. asiatica*, enero/2019, (15G) *P. flavirostris*, noviembre/2018, (15H) *E. superciliosa*, diciembre/2018.

Durante todo el muestreo en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7), se cuantificaron 5,491 individuos, donde el tramo 4 Cantón La Danta, fue el que presentó mayor abundancia con 2,914 (Ver Anexo 5). La especie con mayor abundancia en ambos tramos fue *C. aura*, con 960 individuos observados durante todo el estudio y la que tuvo menor abundancia fue *B. magnirostris*, con 7 (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Conteo de aves por especie en el periodo de noviembre a diciembre 2018 y enero 2019, en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

No	NOMBRE CIENTÍFICO	TRAMO 4		TRAMO 7		TOTAL
		Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	
1	<i>Coragyps atratus</i>	160	226	221	333	940
2	<i>Cathartes aura</i>	220	317	158	265	960
3	<i>Buteo nitidus</i>	19	13	-	-	32
4	<i>Buteo brachyurus</i>	5	14	10	20	49
5	<i>Buteo magnirostris</i>	4	3	-	-	7
6	<i>Patagioenas flavirostris</i>	1	7	21	23	52
7	<i>Zenaida asiatica</i>	172	281	208	263	924
8	<i>Columbina inca</i>	64	105	93	100	362
9	<i>Columbina talpacoti</i>	84	100	-	-	184
10	<i>Piaya cayana</i>	23	40	4	4	71
11	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	13	-	-	20
12	<i>Eumomota superciliosa</i>	10	21	-	-	31
13	<i>Melanerpes aurifrons</i>	-	-	6	15	21
14	<i>Falco sparverius</i>	5	4	-	-	9
15	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	23	41	29	46	139
16	<i>Piranga ludoviciana</i>	-	-	46	30	76
17	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	115	227	-	-	342
18	<i>Megarynchus pitangua</i>	-	-	104	144	248
19	<i>Tyrannus melancholicus</i>	104	161	-	-	265
20	<i>Hirundo rustica</i>	89	151	81	279	600
21	<i>Icterus pectoralis</i>	2	10	22	7	41

22	<i>Icterus gularis</i>	10	18	20	25	73
23	<i>Icterus galbula</i>	22	23	-	-	45
TOTAL		1,139	1,775	1,023	1,554	5,491

De forma temporal, el mes con mayor abundancia fue noviembre con 1,936 individuos y el mes con menor abundancia fue diciembre con 1,707 individuos, probablemente debido a la transición de la época lluviosa-seca (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Conteo de aves por mes durante el periodo noviembre a diciembre 2018 y enero 2019, en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

No	Especies/mes	2018		2019	TOTAL
		noviembre	diciembre	Enero	
1	<i>Coragyps atratus</i>	349	280	311	940
2	<i>Cathartes aura</i>	405	242	313	960
3	<i>Buteo nitidus</i>	15	6	11	32
4	<i>Buteo brachyurus</i>	18	16	15	49
5	<i>Buteo magnirostris</i>	4	2	1	7
6	<i>Patagioenas flavirostris</i>	18	14	20	52
7	<i>Zenaida asiática</i>	285	273	366	924
8	<i>Columbina inca</i>	116	120	126	362
9	<i>Columbina talpacoti</i>	86	59	39	184
10	<i>Piaya cayana</i>	35	13	23	71
11	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	8	5	20
12	<i>Eumomota superciliosa</i>	12	13	6	31
13	<i>Melanerpes aurifrons</i>	8	6	7	21
14	<i>Falco sparverius</i>	3	1	5	9
15	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	58	41	40	139
16	<i>Piranga ludoviciana</i>	26	25	25	76
17	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	87	130	125	342
18	<i>Megarynchus pitangua</i>	68	102	78	248
19	<i>Tyrannus melancholicus</i>	53	102	110	265

20	<i>Hirundo rustica</i>	207	212	181	600
21	<i>Icterus pectoralis</i>	17	9	15	41
22	<i>Icterus gularis</i>	34	20	19	73
23	<i>Icterus gálbula</i>	25	13	7	45
TOTAL		1,936	1,707	1,848	5,491

En cuanto a la abundancia relativa de los individuos a lo largo del conteo, las especies con mayor abundancia relativa la presentaron *C. aura* (17.48%) y *C. atratus* (17.12%); en cambio, la menor abundancia relativa la presento *B. magnirostris* (0.13%) (Ver Figura 16).

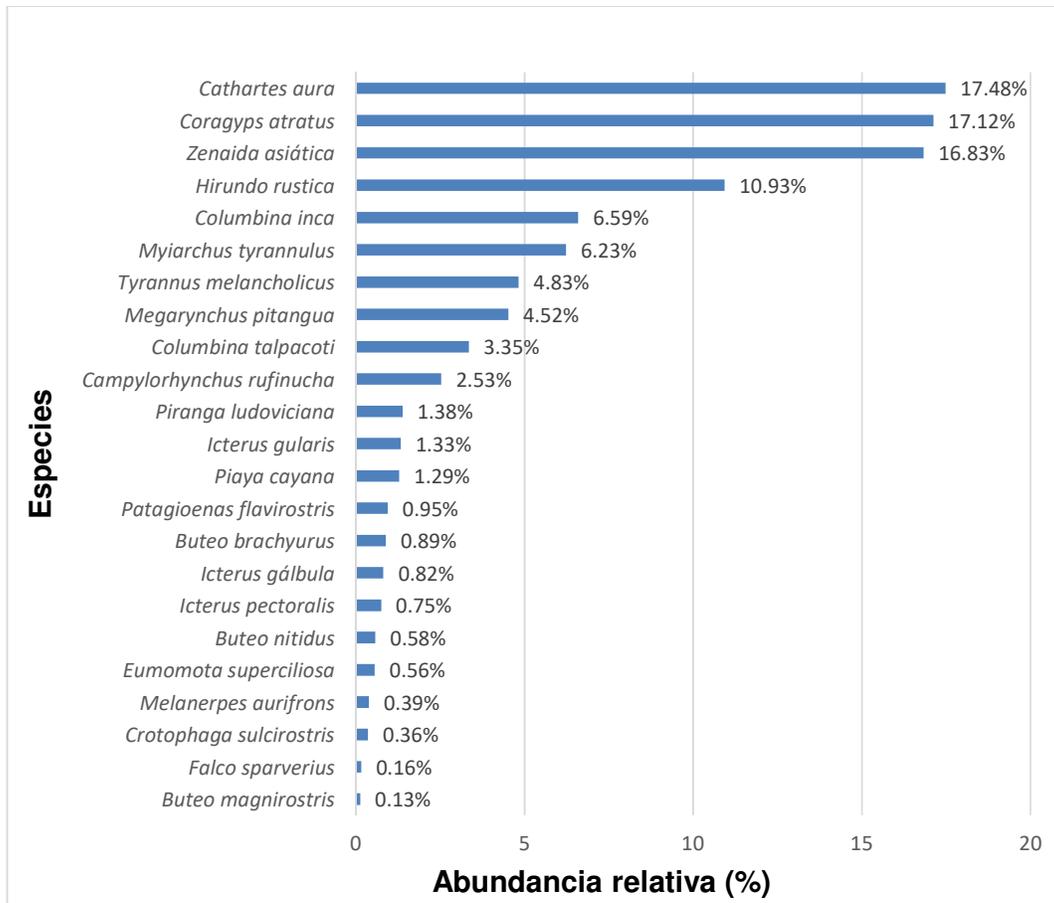


Figura 16. Abundancia relativa de las aves durante el muestreo, noviembre a diciembre 2018 y enero 2019, en ambos lugares de estudio en Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

5.2 Registro de aves muertas en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7) (noviembre a diciembre de 2018 y enero de 2019).

En el Cantón La Danta, se registraron un total de 31 aves muertas, en donde 5 aves muertas corresponden a los transectos con dispositivos y 26 aves muertas se encontraron en los transectos sin dispositivos (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Registro de aves muertas Cantón La Danta (tramo 4).

Numero de aves muertas encontradas tramo 4			
Meses	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Total
Noviembre/2018	4	14	18
Diciembre/2018	0	4	4
Enero/2019	1	8	9
Total aves observadas	5	26	31

En el Cantón San Lorenzo, se registraron un total de 14 aves muertas, en donde 3 aves muertas, corresponden a los transectos con dispositivos y 11 aves muertas, se encontraron en los transectos sin dispositivos (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Registro de aves muertas Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Numero de aves muertas encontradas tramo 7			
Meses	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Total
Noviembre/2018	2	4	6
Diciembre/2018	1	1	2
Enero/2019	0	6	6
Total aves observadas	3	11	14

Se registraron un total de 45 aves muertas, en donde el registro de hallazgo proveniente de las encuestas son 37 aves muertas: 7 en los transectos con dispositivos y 30 en los transectos sin dispositivo y con evidencia en los recorridos fue de 8 aves muertas, de los cuales 1 ave muerta

en los transectos con dispositivos salvapajaros y 7 en los transectos sin dispositivo salvapajaros. (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Total de aves muertas en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Meses	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Total
Noviembre	6	18	24
Diciembre	1	5	6
Enero	1	14	15
Total, aves muertas	8	37	45

Comparando porcentualmente el número de aves muertas en relación con el número de aves observadas en los transectos para ambos tramos, en el conteo de los transectos con dispositivos se contabilizaron 2,162 aves, se puede observar que para este valor el porcentaje de aves muertas fue de 0.37% y para los transectos sin dispositivos las aves observadas fueron 3,329, equivalente a un valor porcentual de aves muertas de 1.11%. (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de porcentajes de aves muertas y observadas en los tramos 4 y 7.

Transectos	Aves observadas	Aves muertas	(%) de aves muertas
Con dispositivo	2,162	8	0.37%
Sin dispositivo	3,329	37	1.11%
Total	5,491	45	0.82%

En el Cantón La Danta (tramo 4), la especie con mayor mortalidad fue la *Z. asiatica* (paloma ala blanca), con 17 individuos, las especies con menor mortalidad fueron dos el *C. sulcirostris* (pijuyo) con 1 individuo, *T. melancholicus* (mosquero) con 1 individuo. (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Número de aves muertas en el Cantón La Danta (tramo 4).

Nombre científico	Nombre común	con dispositivos	sin dispositivos	Total
<i>Z. asiatica</i>	paloma ala blanca	3	14	17
<i>C. aura</i>	zopilote cabeza roja	2	5	7
<i>C. talpacoti</i>	tortolita Rojiza	0	3	3
<i>H. rustica</i>	golondrina Cola de Tijera	0	2	2
<i>T. melancholicus</i>	mosquero	0	1	1
<i>C. sulcirostris</i>	pijuyo	0	1	1
Total		5	26	31

En el Cantón San Lorenzo (tramo 7), la *Z. asiatica* (paloma ala blanca), con 10 individuos, y las especies con menor mortalidad fueron *H. rustica* (golondrina cola de tijera) con 1 individuo, *C. talpacoti* (tortolita rojiza) con 1 individuo. (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Número de aves muertas en el Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Nombre científico	Nombre común	con dispositivos	sin dispositivos	Total
<i>Z. asiatica</i>	paloma ala blanca	2	8	10
<i>C. atratus</i>	zopilote cabeza negra	1	1	2
<i>H. rustica</i>	golondrina Cola de Tijera	0	1	1
<i>C. talpacoti</i>	tortolita Rojiza	0	1	1
Total		3	11	14

En el monitoreo, la especie con mayor mortalidad en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7), en total de los transectos fue la *Z. asiatica* (paloma ala blanca) con 27 individuos (60.00%), en los transecto con dispositivos se reporta 5 individuo y en los transectos sin dispositivos 22, seguida de *C. aura* (zopilote cabeza roja) con 7 individuo (15.56%), y los de menor porcentaje el *C. sulcirostris* (pijuyo) con 1 individuo (2.22%), *T. melancholicus* (mosquero) con 1 individuo (2.22%). (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Número y porcentaje de individuos muertos por especie en todos los transectos.

Nombre científico	Nombre común	Tamaño	Total, aves muertas en transectos con dispositivos	Total, aves muertas en transectos sin dispositivos	Total, de aves muertas	Porcentaje (%)
<i>Z. asiatica</i>	paloma ala blanca	Pequeña	5	22	27	60,00%
<i>C. aura</i>	zopilote cabeza Roja	Grande	2	5	7	15,56%
<i>C. atratus</i>	zopilote cabeza negra	Grande	1	1	2	4,44%
<i>C. talpacoti</i>	tortolita rojiza	Pequeña	0	4	4	8,89%
<i>H. rustica</i>	golondrina cola de tijera	Pequeña	0	3	3	6,67%
<i>C. sulcirostris</i>	pijuyo	Pequeña	0	1	1	2,22%
<i>T. melancholicus</i>	mosquero	Pequeña	0	1	1	2,22%
Total			8	37	45	100%

5.2.1 Ubicación GPS de especies de aves muertas (noviembre a diciembre de 2018 y enero de 2019).

Se georreferencio con GPS los sitios de los hallazgos de evidencias de colisiones en los tramos 4 y 7 (Ver Anexo 4).

5.2.2 Registro fotográficos de aves muertas (noviembre a diciembre de 2018 y enero de 2019).

Se fotografiaron in-situ en campo de cadáveres y restos de aves, según los criterios a considerar para determinar muertes por colisión establecidos en la metodología, como son sitios donde se encuentran los restos, plumas encrespadas y en desorden en un área no mayor de tres metros cuadrados y aves muertas encontradas en el área de influencia dentro de los transectos.

Para el caso de los restos de aves encontrados en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7) se fotografiaron, se georreferenciaron con GPS y se compararon con las guías de campo (Ver Figura 17).

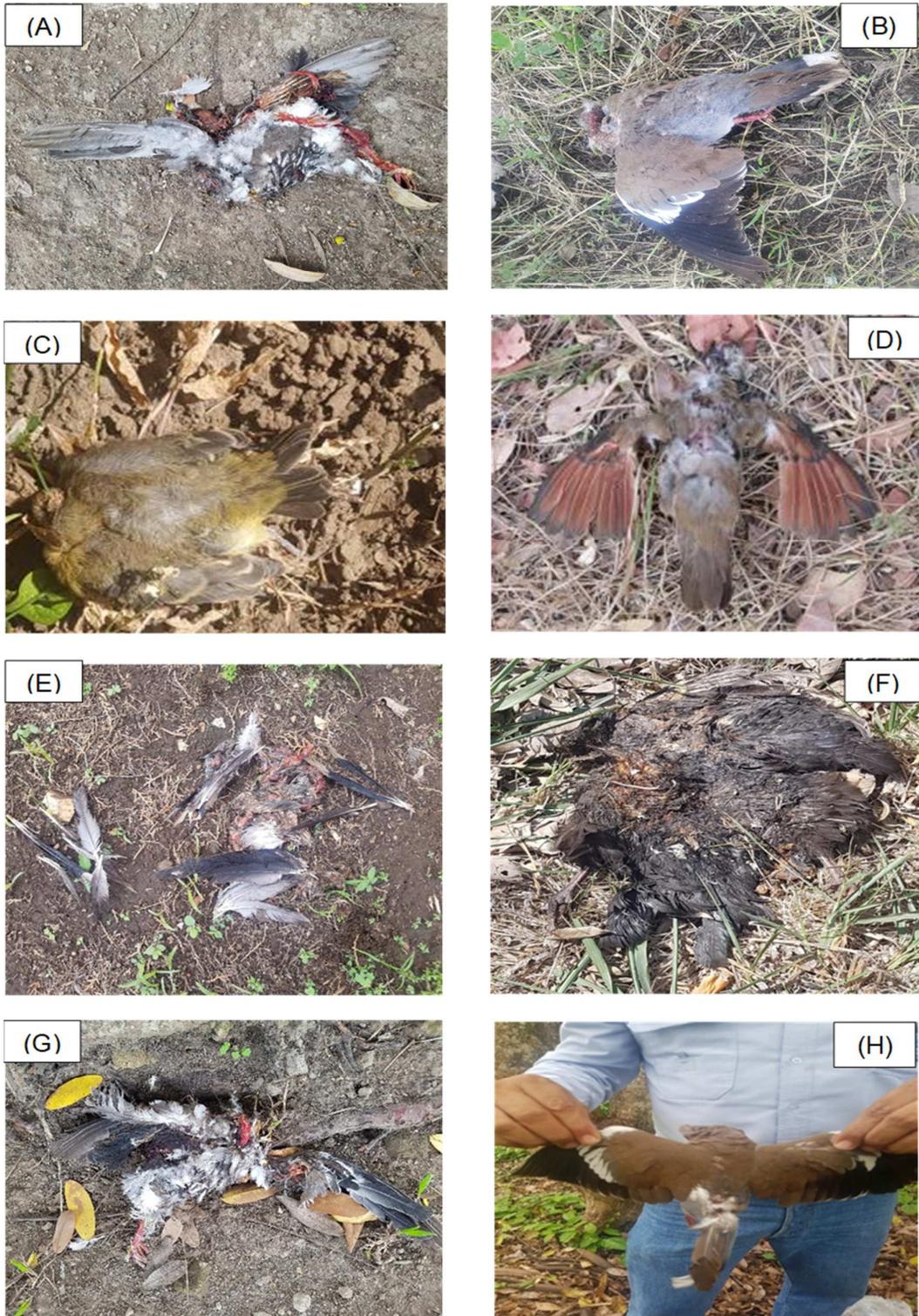


Figura 17. Fotografías del trabajo de campo: (17A) Cadáver de *Z. asiatica*, diciembre/2018, (17B) Cadáver de *Z. asiatica*, enero/2019, (17C) *T. melancholicus*, noviembre/2018, (17D) *C. talpacoti*, diciembre/2018, (17E) Restos de *Z. asiatica*, diciembre/2018, (17F). Cadáver de *C. aura*, enero/2019, (17G) Restos de *Z. asiatica*, noviembre/2018), (17H) Cadáver de *Z. asiatica*, diciembre/2018.

Las restos o plumas de aves encontrados de las evidencias de colisión cuando fue posible se colocaron en bolsas plásticas tipo ziplot, cada evidencia se georreferenció con GPS donde se encontraron dichos restos, se fotografiaron, y se identificaron in-situ por comparación en especial las plumas con las guías de aves antes mencionadas (Ver Figura 18).



Figura 18. Fotografías del trabajo de campo: (18A) Georreferencias con GPS plumas de *Z. asiatica*, noviembre/2018, (18B) Restos de *C. atratus*, noviembre/2018, (18C) evidencia de colisión dentro de bolsas plásticas tipo ziploc, *H. rustica*, noviembre/2018, (18D) plumas de *Z. asiatica*, diciembre/2018, (18E) Restos de *C. atratus*, diciembre/2018, (18F) plumas de *Z. asiatica*, enero/2019.

5.3 Caracterización de conducta de vuelo de las especies de las aves frente a los cables del tendido eléctrico en los vanos con dispositivo y sin dispositivo salvapajaros.

En el Cantón La Danta (tramo 4), los porcentajes más altos en los conteos de aves en todos los transectos corresponden, para los transectos con dispositivos con 48.46% volando de manera transversal de los cables, seguido con 38.37% volando debajo de los cables, luego se encuentran con 9.13% volando arriba de los cables, en relación a las aves perchando en torres, fue de 2.20% y volando entre los cables de 1.32%, y para los transectos sin dispositivos el 52.06% volando debajo de los cables y el 26.54% volando transversal de los cables, volando arriba de los cables con 13.91%, perchando en torres con 4.45%, volando entre los cables con 1.58%. (Ver Tabla 12), complemento ver anexo 5.

Tabla 12. Resultados totales de conducta de vuelo de las especies de aves, periodo (noviembre-diciembre/2018 y enero/2019. Cantón La Danta (tramo 4).

Meses	Volando arriba del cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando Transversalmente de los cables	Aves muertas	Total
Con Dispositivo Salvapájaros							
Noviembre	25	7	134	14	220	4	404
Diciembre	24	3	161	3	152	0	343
Enero	55	5	142	9	180	1	392
Total	104	15	437	26	552	5	1,139
Porcentaje	9.13%	1.32%	38.37 %	2.28%	48.46%	0.44%	100%
Sin Dispositivo Salvapájaros							
Noviembre	121	11	327	35	142	14	650
Diciembre	55	8	249	14	226	4	556
Enero	71	9	348	30	103	8	569
Total	247	28	924	79	471	26	1,775
Porcentaje	13.91%	1.58%	52.06%	4.45%	26.54%	1.46%	100%

Para el tramo 7, Cantón San Lorenzo, los porcentajes más altos en los conteos de aves en todos los transectos corresponden, para los transectos con dispositivos con 51.12% volando de manera transversal de los cables, seguido con 35.29% volando debajo de los cables, luego se encuentran con 10.37%

volando arriba de los cables, en relación a las aves perchando en los cables fue de 2.15% y volando entre los cables de 0.78%, y para los transectos sin dispositivos el 45.95% volando debajo de los cables, el 28.64% volando transversal de los cables, volando arriba de los cables con 17.76%, perchando en los cables con 5.92%, volando entre los cables con 1.03%. (Ver Tabla 13), complemento ver anexo 6.

Tabla 13. Resultados totales de conducta de vuelo de las especies de aves, periodo (noviembre-diciembre/2018 y enero/2019. Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Meses	Volando arriba del cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando Transversalmente de los cables	Aves muertas	Total
Con Dispositivo Salvapájaros							
Noviembre	51	4	110	7	190	2	364
Diciembre	29	3	116	4	155	1	308
Enero	26	1	135	11	178	0	351
Total	106	8	361	22	523	3	1,023
Porcentaje	10.37%	0.78%	35.29%	2.15%	51.12%	0.29%	100%
Sin Dispositivo Salvapájaros							
Noviembre	120	6	230	35	123	4	518
Diciembre	67	7	215	30	180	1	500
Enero	89	3	269	27	142	6	536
Total	276	16	714	92	445	11	1,554
Porcentaje	17.76%	1.03%	45.95%	5.92%	28.64%	0.70%	100%

Consolidado total de la conducta de vuelo de las especies de aves frente a los cables del tendido eléctrico en los vanos con dispositivo y sin dispositivo salvapajaros, Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7), los porcentajes más altos en los conteos de aves en todos los transectos corresponden, para los transectos con dispositivos con 49.73% volando de manera transversal de los cables, seguido con 36.91% volando debajo de los cables, luego se encuentran con 9.71% volando arriba de los cables, en relación a las aves perchando en los cables fue de 2.22% y volando entre los cables de 1.06%, y para los transectos sin dispositivos el 49.20% volando debajo de los cables, el 27.52% volando transversal de los cables, volando

arriba de los cables con 15.71%, perchando en los cables con 5.14%, volando entre los cables con 1.32%. (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Resultados totales de la conducta de vuelo de las especies de aves, noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019, tramos 4 y 7.

Meses	Volando arriba del cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando Transversalmente de los cables	Aves muertas	Total
Con Dispositivo Salvapájaros							
Noviembre	76	11	244	21	410	6	768
Diciembre	53	6	277	7	307	1	651
Enero	81	6	277	20	358	1	743
Total	210	23	798	48	1,075	8	2,162
Porcentaje	9.71%	1.06%	36.91%	2.22%	49.73%	0.37%	100%
Sin Dispositivo Salvapájaros							
Noviembre	241	17	557	70	265	18	1,168
Diciembre	122	15	464	44	406	5	1,056
Enero	160	12	617	57	245	14	1,105
Total	523	44	1,638	171	916	37	3,329
Porcentaje	15.71%	1.32%	49.20%	5.14%	27.52%	1.11%	100%

5.4 Análisis de datos.

5.4.1 Análisis descriptivo de colisiones de aves. Cantón La danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Se analizó de forma descriptiva para ambos tramos, los datos obtenidos fueron tabulados.

5.4.1.1 Análisis 1. Cantón La Danta (tramo 4).

Se contabilizaron 5 aves muertas en los transeptos con dispositivo y 26 aves muertas en los transeptos sin dispositivo de la siguiente manera: en el mes de noviembre se encontraron 4 aves muertas en los transeptos con dispositivos y 14 aves muertas en los transeptos sin dispositivo, haciendo un total de 18 aves muertas, con respecto al mes de diciembre solamente se contabilizaron 4 aves muertas en los transeptos con dispositivo, el mes de enero con 1 ave muerta en los transeptos con dispositivos y 8 aves muertas en

los transeptos sin dispositivos, haciendo un total de 9 aves. Totalizando 31 aves muertas. (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Resultados totales de aves muertas. Cantón La Danta (tramo 4).

Numero de aves muertas encontradas tramo 4			
Meses	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Total
Noviembre/2018	4	14	18
Diciembre/2018	0	4	4
Enero/2019	1	8	9
Total aves observadas	5	26	31

5.4.1.2 Análisis 2. Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Se contabilizaron 3 aves muertas en los transeptos con dispositivo y 11 aves muertas en los transeptos sin dispositivo de la siguiente manera: en el mes de noviembre se encontraron 2 aves muertas en los transeptos con dispositivos y 4 aves muertas en los transeptos sin dispositivo, haciendo un total de 6 aves muertas, con respecto al mes de diciembre se contabilizaron 1 ave muerta en los transeptos con dispositivo y 1 ave muerta en los transeptos sin dispositivo, sumando 2 aves muertas y el mes de enero solamente con 6 ave muerta en los transeptos sin dispositivos. Totalizando 14 aves muertas. (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Resultados totales de aves muertas. Cantón San Lorenzo (tramo 7).

Numero de aves muertas encontradas tramo 7			
Meses	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Total
Noviembre/2018	2	4	6
Diciembre/2018	1	1	2
Enero/2019	0	6	6
Total aves observadas	3	11	14

VI. DISCUSIÓN.

Con respecto a la efectividad de los dispositivos salvapájaros estos se miden con base a la reducción en la mortalidad. Tal como lo describe REE (2016) los estudios reportados con respecto a la efectividad de los dispositivos Salvapájaros, están relacionados a la reducción en mortalidad de la avifauna. Asimismo, mencionan De La Zerda y Rosselli (2003) con el uso de espirales desviadores de vuelo de colores variables se ha encontrado una reducción de la mortalidad entre el 61% y el 89%. En 15 años de investigación REE (2005) menciona con los espírales Salvapájaros de color blanco en los cables de guarda, se ha obtenido una reducción en mortalidad del 81%. Igualmente, Guyonne et al. (1998) describe que con la instalación de aspírales de color blanco se reduce el 81% en la mortalidad. También Rosselli y De La Zerda (1999) indican que con la instalación de espirales anillados en el cable de guarda y conductores se ha alcanzado una reducción del 61% en las tasas de colisiones de aves. Durante este estudio y al comparar los vanos con dispositivo y los vanos sin dispositivo, se encontró una reducción en la mortalidad de aves del 78.37%, porcentajes que está dentro del promedio de valores alcanzados en los trabajos antes mencionados. Lo que deja en evidencia que las medidas ambientales con las instalaciones de los dispositivos salvapájaros reducen la mortalidad de la avifauna. Es importante señalar que en los estudios realizados anteriormente por EPR en El Salvador o en la región centroamericana, no mencionan el porcentaje de reducción en la mortalidad.

Para evaluar la efectividad de los dispositivos salvapajaros. De La Zerda y Rosselli (2003) basan su estudio en tres aspectos siendo dos de ellos: la observación de vuelos diurnos con respecto a los cables (volando a menor altura de los cables, volando entre los cables y volando a mayor altura de los cables) y la búsqueda de cadáveres a través de la línea. Similares criterios se utilizaron en investigaciones realizadas en diferentes países: Estados Unidos (Meyer, 1978; Beaulaurier, 1981). En la metodología de los trabajos realizados en la región centroamericana; en Nicaragua EPR (2012) se determinaron los criterios avistamiento de aves en el área de influencia directa durante los recorridos (abundancia), volando debajo los cables, volando entre los cables,

especies de aves relativamente grandes capaces de volar a mayor altura sobre los cables y la búsqueda de evidencia de colisión. Se establecieron los mismos criterios en los trabajos en Honduras (EPR, 2017). Basado en las investigaciones antes mencionadas situación similar se presenta en este estudio, los criterios definidos en la metodología para el conteo de aves fueron: volando arriba del cable de guarda, volando entre los cables, volando debajo de los cables, perchando en la torre, volando transversalmente de los cables y la búsqueda de evidencia de colisión.

Considerando los tiempos de monitoreo, el área de influencia del estudio y el criterio de observación de aves en la región centroamericana: En el caso de El Salvador se han realizado dos informes el primero EPR (2012) ejecuto en el mes de diciembre se registraron 888 individuos y en el otro reporte EPR (2014) realizado en el mes de marzo se observaron 1,041 aves. Según lo reportado en Nicaragua EPR (2012) en un periodo de muestreo de seis meses se registraron 3,529 individuos. En los trabajos antes mencionados solamente reportan aves observadas en los vanos con dispositivo salvapajaros. Para el caso de Honduras EPR (2017) tiene mayor registro de datos colectados en campo, en un periodo de siete meses de investigación se registraron 17,962 aves observadas, 8,755 para los vanos con dispositivos y 9,207 para los vanos sin dispositivos. En el presente trabajo en un periodo de tres meses de monitoreo se observaron en total 5,491 aves distribuidas así: 2,162 aves en los vanos con dispositivo salvapájaros y 3,329 aves en los vanos sin dispositivo salvapájaros. Para ambos casos es decir Honduras y el presentado acá, se realizaron monitoreos de observación en los vanos con dispositivos y sin dispositivos salvapájaros en tal sentido se presentan la mayor cantidad de aves observadas en la región en comparación a los trabajos realizados en El Salvador y Nicaragua.

En relación con los periodos de observación y conteo de colisiones reportadas en estudios realizados en diferentes países. Según De La Zerda y Rosselli (2003) en su trabajo efectuado en Colombia después de casi cuatro años de estudio en diferentes periodos estacionales de enero 1997 a marzo 2000 se contabilizaron 708 cadáveres, de los cuales 287 corresponden a los

vanos con dispositivos y 421 a los vanos sin dispositivo. Para el estudio reportado en Estados Unidos por Brown y Drewien (1995) con duración aproximadamente tres años en el periodo de septiembre a noviembre 1988-1990 y marzo a mayo de 1989-1991, se encontraron 597 aves muertas. En la región centroamericana: La investigación realizada en Honduras por EPR (2017) durante siete meses continuos de observación de octubre a diciembre de 2016 y enero a abril de 2017, se registraron 162 aves muertas, 62 en los vanos con dispositivos y 100 en los vanos sin dispositivo. En Nicaragua EPR (2012) lo realizado en seis meses se reportan 27 individuos muertos, 2 en los vanos con dispositivos. El Salvador EPR (2012) en un mes de muestreo realizado en diciembre reportan una colisión en los vanos con dispositivos salvapajaros ya que el monitoreo se centró en los vanos con dispositivos salvapajaros. A diferencia del presente trabajo este se realizó en tres meses de observación y búsqueda colisión entre noviembre a diciembre de 2018 y enero 2019, se registraron 45 aves muertas, 8 en los vanos con dispositivos salvapajaros y 37 en los vanos sin dispositivos salvapajaros. De La Zerda y Rosselli (2003) mencionan que la reducción en la mortalidad da resultados similares a pesar de que sean en periodos cortos de observación.

Con respecto a la identificación de acuerdo con el objetivo planteado las especies encontradas en el área de influencia para el presente estudio se observaron 23 especies, de las cuales 14 son residentes, 3 migratorias y 6 residentes y migratorias, se vio representada por 12 familias que se encuentran registradas en El Salvador. En otros estudios realizados para el caso de Nicaragua EPR (2012) reportan 93 especies, 62 residentes, 11 migratorias, 9 son residentes y migratorias, agrupadas en 38 familias. En Honduras EPR (2017) se reportan 29 especies de las cuales 20 residentes, 4 migratorias, 5 residentes y migratorias, sin especificar el número de familias. De La Zerda y Rosselli (2003) en Colombia registraron en su trabajo 199 especies de aves en la zona y de estas 62 son acuáticas mencionando en su investigación que la mayoría de las especies del área o sea 190 son residentes y 9 migratorias compuestas por 50 familias. Los resultados presentados en Nicaragua y Colombia presentan mayor composición de especies a los presentados en Honduras y en este estudio, probablemente se deba a los ecosistemas que

presentan una importante área de humedales y a los periodos de observación. En Costa Rica Arévalo (2014) registró en su muestreo en el Parque Nacional de Santa Rosa, 59 especies.

De acuerdo con los datos obtenidos en el monitoreo registrado en este estudio, la familia ornitológica más afectada fue la Columbidae, con la especie *Z. asiatica* (paloma ala blanca), con 27 individuos muertos (60.00%). Registros similares se comparan en estudios realizados en Honduras EPR (2015) en donde la familia ornitológica más afectada fue la Columbidae, siendo la *Z. asiatica* (paloma ala blanca), con mayor número de muertes con 108 individuos (34.6%) y en el segundo monitoreo en Honduras EPR (2017), también reportan a la *Z. asiatica* (paloma ala blanca) con la mayor mortalidad con 89 individuos (55 %), sin embargo, los resultados presentados en Honduras presentan una mayor composición de especies a los presentados en este estudio, seguramente por la influencia de los ecosistemas. En los estudios mencionados la *Z. asiatica*, no fue la especie más abundante pero si la más afectada en colisiones probablemente por su característica de vuelo ya que lo realizan en bandadas o individualmente desde los árboles cercanos a la línea en búsqueda de corrientes de aire para tomar altura.

Según REE (2016) mencionan que el número de víctimas encontradas durante los muestreos de campo en los estudios de colisión usualmente corresponde solo a un porcentaje reducido del número real de accidentes, de manera que muchas no son encontradas por la baja visibilidad del terreno o la ocultación de los restos por la vegetación. Tal como lo mencionan Ponce et al. (2010) estimaron que los observadores detectan en promedio el 25% de los restos de víctimas presentes dentro de la banda de muestreo. Con el propósito de excluir la posibilidad que se contabilicen como victimas restos de plumas caídas por muda o lucha Yee (2007) menciona que frecuentemente en la literatura queda establecido como indicio mínimo de una evidencia de colisión la existencia de un cerco entre cinco y diez plumas. Según Barrientos et al. (2011) para el caso de huesos, un solo resto es indicio mínimo suficiente para asumir la existencia previa de un cadáver. Basados en lo anterior para este trabajo se utilizó como una herramienta de gestión para el hallazgo de

evidencias colisiones la consulta a través de 50 encuestas, es decir 25 en cada tramo, entrevistando a agricultores y trabajadores en la zona donde se localizan las líneas de transmisión objeto del estudio, los cuales mostraron los sitios donde se produjeron las colisiones y se georreferenciaron los sitios, se efectuó un análisis descriptivo de la frecuencia de avistamiento de colisiones y paso de aves migratorias. Para el caso de EPR Honduras (2017), mencionan que no fue posible realizar las encuestas debido a la poca presencia de las personas o trabajadores en el área de estudio. Así mismo el monitoreo de EPR Nicaragua (2012), no presenta los datos obtenidos de las encuestas.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con las observaciones durante los muestreos en ambos tramos se identificaron 23 especies de aves, agrupadas en 12 familias, distribuidas en 7 órdenes, siendo las de mayor representatividad las residentes con 60.86%, seguidas de las residentes/migratorias con el 26.08% y las migratorias con 13.14%.

En los vanos con dispositivo salvapajaros la mayor abundancia la reporto la especie *C. atratus*, con 381 individuos y la de menor abundancia fue *B. magnirostris*, con 4 individuos, así mismo en los vanos sin dispositivos salvapajaros en donde la especie con mayor abundancia fue *C. aura*, con 582 individuos y la de menor abundancia fue *B. magnirostris*, con 3 individuos.

En la caracterización de la conducta de vuelo de las especies de aves observadas en los vanos donde se encuentran instalados los dispositivos salvapajaros presentaron mayor porcentaje de evasión de los cables comparado con los vanos sin dispositivos, lo que indica que las aves logran observar de lejos los dispositivos por lo que adoptan esta forma de vuelo de evasión y con ello evitan colisionar con los cables.

Con respecto a las especies registradas en este trabajo se determinaron los niveles de conservación y niveles de vulnerabilidad para las aves observadas. En donde ninguna especie de las aves observadas en este estudio está señalada como amenazada o en peligro de extinción.

Para evaluar la efectividad de los dispositivos salvapajaros en el área de estudio, se realizaron búsquedas de restos de aves, en donde los vanos con dispositivos salvapajaros se contabilizaron 8 aves muertas y en los vanos sin dispositivos se registraron 37 aves muertas, lo que confirma la efectividad de los dispositivos salvapajaros al existir una reducción en la mortalidad por colisiones del 78.37%.

La especie con mayor mortalidad en el total de los vanos fue la *Z. asiatica* (paloma ala blanca), seguida de *C. aura* (zopilote cabeza roja), *C.*

talpacoti (tortolita rojiza), *H. rustica* (golondrina cola de tijera), *C. atratus* (zopilote cabeza negra), *C. sulcirostris* (pijuyo), *T. melancholicus* (mosquero), lo que indica en este estudio que estas especies de aves fueron las más propensas a colisionar con las líneas de transmisión.

Para determinar la estacionalidad de las 23 especies de aves observadas en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramo 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7), en donde 14 especies presentan estacionalidad de residentes, 6 especies residentes y migratorias y 3 especies migratorias. Las migratorias pueden estar relacionadas a la época del año que se realizó el estudio, siendo especies que están migrando al sur, pero algunas pueden tender a sedentarizarse, ya que ambos lugares donde se realizó la investigación presentan paso de rutas migratorias.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar más monitoreos para ver si los patrones de mortalidad se mantienen o cambian, sobre todo con la *Z. asiatica* (paloma ala blanca); elementos como el cambio de ruta, las condiciones climáticas, los sitios de alimentación y la desaparición de hábitats, puede alterar significativamente los patrones de mortalidad.

Aunque los dispositivos salvapajaros en este estudio resultaron ser efectivos, es importante seguir estudiando y evaluando, ya que las investigaciones en este campo son limitadas.

Para futuras investigaciones se debe comprobar la relación de la cantidad de dispositivos, menor distancia entre dispositivos y de color que se requiere para aumentar la visibilidad y disminuir las colisiones.

En El Salvador, se necesita promover normas, adoptar una legislación ambiental que promueva medidas preventivas claras para minimizar los accidentes ambientales, en el sentido de que en las actuales líneas de alta tensión y distribución eléctrica, se instalen los dispositivos salvapajaros y en los futuros proyectos se diseñen con dispositivos salvapajaros.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda, S. (2013). La importancia de las aves en el medioambiente. Recuperado de: <http://vidamasverde.com/2013/la-importancia-de-las-aves-en-el-medioambiente/>
- Arévalo, E. (2014). Comparación de métodos de conteo por puntos y de bioacústica para el monitoreo de aves. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/273350590_Comparacion_de_metodos_de_conteo_por_puntos_y_de_bioacustica_para_el_monitoreo_de_aves.
- Axayacatl, O. (2014). Por qué las aves no se electrocutan en los cables de alta tensión. *Desenchufados.net*. Recuperado de: <https://desenchufados.net/por-que-las-aves-se-electrocutan-en-los-cables-de-alta-tension/>
- Bagli S., Geneletti D., y Orsi F. (2011). Routeing of power lines through least-cost path analysis and multicriteria evaluation to minimise environmental impacts. *Environmental Impact Assessment Review* 31, 234–239.
- Barrientos R., Alonso J.C., Ponce C., y Palacin. (2011). Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation biological*. 25. 893-903 pp.
- Beaulaurier, D.L. (1981). Mitigation of bird collision with transmission lines. Rep. 1-83. Boneville, Oregon: Boneville Power Administration US Dept. of Energy.
- Belmonte, P. (2005). Impactos de las líneas de transporte eléctrico y de sus campos electromagnéticos. *Revista el Ecologista* No. 46. Recuperado de: <http://www.ecologistasenaccion.org/article7816.html>.
- Belmonte, P. (s.f.). Los Impactos Ambientales de las Líneas e Infraestructuras Eléctricas. 1 pp. Recuperado de:

<http://www.apdr.info/electrocontaminacion/Documentos/Artigos/articuloalta tension.pdf>

Benson, P.C. (1981). Large raptor electrocution and power pole utilization: A study in six Western States. Tesis Doctoral. Provo, Utah, Brigham Young University. 98 pp.

Benson, P.C. (1982). Prevention of golden Eagle electrocution. Electric Power research Institute. Palo Alto. California. 84 pp.

Berlanga, H. (2001). Conservación de las aves de América del Norte, CONABIO. *Biodiversitas*. 38:1-8 pp.

Bevanger, K. (1988). Transmission line wirestrikes of capercaillie and black Grosse in central Norwegian coniferous forest. *Okoforsk Project 9*: 1-53 pp.

Brown, W.M., y Drewien, R.C. (1995). Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl mortality. *Wildlife Society Bulletin* 23:217–227.

Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Rio Lempa. (2010). Recuperado de: <http://www.cel.gob.sv>

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (2015-4). Apéndices I, II y III. En vigor a partir del 5 de febrero de 2015. Recuperado de: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>. Descargado el 9 de febrero de 2019.

De la Zerda, S., y Rosselli, L. (2003). Mitigación de Colisión de aves contra líneas de trasmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda. *Ornitología Colombiana* No 1. 43 pp. Recuperado de: <http://asociacioncolombianadeornitologia.org>

- Empresa Propietaria de la Red. (2009). Segundo Informe Anual, Proyecto “Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” (SIEPAC). Resolución de permiso ambiental. 15 pp.
- Empresa Propietaria de la Red. (2010). Tercer Informe Anual, Proyecto “Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” (SIEPAC). Resolución de permiso ambiental. 6- 22 pp.
- Empresa Propietaria de la Red. (2012). Estudio sobre la Efectividad de las Medidas de “Mitigación en Impactos de Aves” en el Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica para Centroamérica. Nicaragua – SIEPAC. 2, 59 pp.
- Empresa Propietaria de la Red. (2012). Informe de monitoreo de la efectividad de los dispositivos "Salvapájaros" del Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC) Lote 1: El Salvador. 43-44 pp.
- Empresa Propietaria de la Red. (2014). Informe de monitoreo de la efectividad de los dispositivos "Salvapájaros" del Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC) Lote 1: El Salvador. 43-44 pp.
- Empresa Propietaria de la Red. (2015). Monitoreo de la efectividad de los disuadores de vuelo instalados en las áreas sensibles identificadas durante la etapa de construcción del Proyecto: Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central SIEPAC - Tramo Honduras. Tegucigalpa. 14-19 pp.
- Empresa Propietaria de la Red. (2017). Segundo monitoreo de la eficiencia de los ahuyentadores de vuelo instalados en las áreas sensibles identificadas durante la etapa de construcción del proyecto: Sistema de Interconexión Eléctrica para Centro América SIEPAC- Honduras. Tegucigalpa. 26-29 pp.

- Estes, L. (2017). ¿Por qué las aves rapaces son importantes para la ecología? Recuperado de: http://www.ehowenespanol.com/aves-rapaces-son-importantes-ecologia-info_33583/
- Fauré, R. (1988). Électricité de France et le genocide des oiseaux. *L'Oiseau* 10: 16-23 pp.
- Ferrer, M. (2012). Aves y Tendido Eléctricos del Conflicto a la Solución. Sevilla, España: ENDESA S.A. y Fundación MIGRES. 21-26 pp.
- Fiedler, G. y Wissner, A. (1980). Overhead electric lines as a mortal danger to storks. *Ecology of Birds* 2: 59-109 pp.
- Floch, R., Palau, J.M., y Moreso, A. (2012). El Transporte Eléctrico y sus Impactos Ambientales. 49-53 pp. Recuperado de: http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/el_transporte_electrico_y_su_impacto_ambiental.pdf
- Garrigues, R., y Dean, R. (2014). Las Aves de Costa Rica. Guía de Campo. Segunda Edición. Publicado por Zona Tropical. 424 pp.
- González, G. (2014). Medidas de Mitigación de Impactos en Aves Silvestres y Murciélagos. Propuesta Técnica. Recuperado de: http://www.sag.gov.cl/sites/default/files/producto_iii_v_f.pdf. 7-11, 29 pp.
- GreenPlanet. (mayo, 2017). La importancia de las aves en el medio ambiente. Recuperado de: <https://www.greenplanetshop.com/blog/la-importancia-de-las-aves-en-el-medio-ambiente/>.
- Guyonne, F.E., Janss, G.F., y Ferrer, M. (1998). Rate of bird collision with power lines: effects of conductor marking and static wire marking. *Journal of Field Ornithology* 69: 8-17 pp.
- Haas, G. (1980). Naturschutzprobleme in Oberschwaben Veroff. Landesstelle Naturschutz Landschafts pflege Bad. Wurt. 38: 245-250 pp.

- Heijnis, R. (1980). Bird mortality from collision with conductors for maximum tension. *Ecology of Birds* 2: 111-129 pp.
- Hernández, R. (2015), Informe Anual, Medición Campos Eléctricos, Campos Magnéticos y Ruido. 11 pp.
- Hernández, S. (s.f.). Impacto de los Tendidos Eléctricos sobre el Medio Ambiente. 1-2 pp. Recuperado de: <http://www.catedraia.unex.es/articulos/op16.pdf>.
- Holdridge L.R. (1967). Life zone ecology. Costa Rica (SJ): Tropical Science Center. 206 pp.
- Ibarra, P.R. (2013). Listado Aves El Salvador. BIOMA julio de 2013, Año I, N° 09. ISSN 2307-0560. 12 pp. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/3778/1/Bioma%20Julio%202013.pdf>.
- Jiménez, O.R., Cantú, V., Conde, A. (2006). Líneas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica. Recuperado de: <http://www.fime.uanl.mx/~omeza/pro/LTD/LTD.pdf>
- Ledger, J.A., y Annegarn, H.J. (1981). Electrocution hazards to the Cape Vulture *Gyps coprotheres* in South Africa. *Biological Conservation* 20: 15-24 pp.
- López, C.R., y Bolaños, O.A. (2014). *Diversidad avifunística en el área natural protegida normandía y los agropaisajes colindantes, depto. De Usulután, El Salvador*. Tesis de licenciatura no publicada, UES, San Salvador, El Salvador. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/9969/1/19200960.pdf>
- Madrigal, L.M. (20 de noviembre de 2015). ICE invierte centenares de millones en colocar dispersores de animales del cableado eléctrico . *elmundo.cr*. 18 pp. Recuperado de: <https://www.elmundo.cr/ice-invierte-centenares-de-millones-en-colocar-dispersores-de-animales-del-cableado-electrico/>

- Manzano, P., List, R., Cartor, J. L., Sierra, R., y Ponce, E. (2007). Electrocutación de Aves en Líneas de Distribución de Energía Eléctrica en México. CONABIO. *Biodiversitas*. 72:11-15 pp. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv72art3.pdf>.
- Markus, M.B. (1972). Mortality of vultures caused by electrocution. *Nature* 238: 228 pp.
- Meyer, J.R. (1978). Effects of transmission lines on bird flight behavior and collision mortality. BPA report: 1-200.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2012). Clasificación de suelos por división política de El Salvador, C. A. El Salvador (Soyapango): Ministerio de Agricultura y Ganadería. 6, 60 pp. Recuperado de: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/149632/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2013). Zona de vida de la república de El Salvador, C. A. El Salvador (Soyapango).
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). Plan de manejo, 19 PP.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Aguas superficiales. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/monitoreo-de-cantidad-de-agua/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). Listado de aves. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/descarga/listado-de-aves/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). Guía de aves parque nacional Montecristo. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/descarga/guia-aves-parque-nacional-montecristo/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). Plan de manejo: Área Natural Protegida "Tahuapa": 14-16 pp.

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Acuerdo N.º 74. Se actualiza el Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción, que se emitió mediante Acuerdo Ejecutivo No. 36 de fecha once de mayo e dos mil nueve. Diario Oficial N.º 181, Tomo N.º 409 de fecha lunes 5 de octubre de 2015. Recuperado de <http://www.marn.gob.sv/descarga/acuerdo-no-74-especies-amenazadas-y-en-peligro-de-extinsion>.
- Ministerio de Obras Publicas/Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2004). Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Aves de El Salvador, Principales Sitios de Importancia. Mapa.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. (2009). IV Informe del estado del ambiente del país para el periodo 2007-2008. Nicaragua.
- Morkill, A.E, y Anderson, S.H. (1991). Effectiveness of marking power lines to reduce sandhill crane collisions. *Wildlife Society Bulletin* 19:442–449 p.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T.S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Bolivia (Sta. Cruz de la Sierra): BOLFOR. 87 p.
- Navarro, A. y Benítez, H. (1995). El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- NTX. (2012). Las aves migratorias proporcionan beneficios al ecosistema. Recuperado de: <https://www.informador.mx/Tecnologia/Las-aves-migratorias-proporcionan-beneficios-al-ecosistema-20120512-0066.html>. Ciudad de Mexico.
- Olendorff, R.R. (1972). Eagles sheeps and power lines. *Colorado Outdoors* 2: 3-11 pp.

- Pérez, A., Mota, C., Bonilla, M., y Rojas, O. (2013). La dispersión de semillas por aves y la recuperación del bosque mesófilo de montaña. INECOL, México. Recuperado de: <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/632-la-dispersion-de-semillas-por-aves-y-la-recuperacion-del-bosque-mesofilo-de-montana>
- Peterson, R.T., y Chalif, E.L. (2008). Aves de México. Guía de Campo. Editorial DIANA/PLANETA. Año de Edición: 2008. 497 pp.
- Ponce, C., Alonso, J.C., Argandoña, G., García, A., y Carrasco, M. (2010). Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 1:1-10 pp.
- Ralph, C., Jonh, G., Geoffrey, R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F., y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 44p.
- Red Eléctrica de España. (2005). Red Eléctrica y la avifauna: 15 años de investigación aplicada. 10 de diciembre, 2005, 5-10 pp. Recuperado de: <http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/15anyosavifauna.pdf>
- Red Eléctrica de España. (2016). Metodología y Protocolo para la Recogida y Análisis de Datos de Siniestralidad de Aves por Colisión en Líneas de Transporte de Electricidad. Version 2, febrero 2016, 50-53 pp. Recuperado de: https://www.ree.es/sites/default/files/04_SOSTENIBILIDAD/Documentos/Metodologia_y_protocolos_estudio_siniestralidad_v2_Febrero2016.pdf
- Renssen, T.A. (1975). Vogelsterfte in Nederland tengevolge van aanvaringen hoogspanningslijnen. Dutch Institute for Forestry and Nature research. 65 pp.

- Roselli, L., y De la Zerda, S. (1999). Avifauna colombiana y líneas de transmisión Fase III. Interconexión Eléctrica S.A. Asociación Bogotana de Ornitología ABO. 202 pp.
- Rubio, E. (s.f.). Análisis y evaluación de puntos negros para la avifauna en tendidos eléctricos. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Sarasola, J.H., y Zanon, J.I. (2017). Informe Ambiental Anual FARN, Electrocutación de Aves en Líneas Eléctricas, 222-223 pp. Recuperado de: <https://www.farn.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Sarasola.pdf>
- Savereno, A.J., Savereno, L.A., Boettcher, R., y Haig, S.M. (1996). Avian behaviour and mortality at power lines in coastal South Carolina. *Wildlife Society Bulletin* 24:636–648.
- Sectorelectricidad. (2015). Vano/Claro (span) de una línea de transmisión. Recuperado de: <http://www.sectorelectricidad.com/12439/vanoclaro-span-de-unalinea-de-transmision>.
- Torrubia, S., García, A., Martínez, S., y Velásquez, J. (2013). Modelo de Impacto del Desarrollo Urbano en Zonas de Especial Conservación para Aves de la Red Natura 2000. Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2018). La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas. Versión 2018-1. Recuperado: <http://www.iucnredlist.org>
- Walsh. (2009). Estudio de Impacto Ambiental y Social “Proyectos Nitratos del Perú”. Walsh Perú S.A. Ingenieros y Científicos Consultores. Volumen I EIA.
- Wunderle, J.M. (1994). Métodos para contar aves terrestres del Caribe. General Technical Report SO–100. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana.

Yee, M.L. (2007). Testing the effectiveness of an avian flight diverter for reducing avian collisions with distribution power lines in the Sacramento Valley, California.

X. ANEXO

Anexo 1.

ENCUESTA PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS DEL SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA PARA LOS PAÍSES DE AMÉRICA CENTRAL (SIEPAC),

Punto N° _____ Fecha: _____ (Incluir nombre del día)

Lugar: _____

Caserío: _____

Cantón: _____ Jurisdicción: _____

Departamento: _____

¿Ha encontrado aves muertas cerca de los cables de los tendidos eléctricos?

Marque con una "X" SI ___ NO ___

¿Si su respuesta es afirmativa, puede nombrar las especies?

¿En qué mes o meses se produjeron los hallazgos?

¿Ubicación del hallazgo?

Con dispositivo salvapajaros _____

Sin dispositivo salvapajaros _____

¿Ha que distancia aproximada de los cables de la línea eléctrica encontró las aves colisionados?

¿Ha encontrado aves lesionadas cerca de los cables del tendido eléctrico?

¿Si su respuesta es afirmativa, puede nombrar las especies?

¿Ubicación del hallazgo?

Con dispositivo salvapajaros _____

Sin dispositivo salvapajaros _____

¿Ha que distancia aproximada de los cables de la línea eléctrica encontró las aves lesionadas?

¿Ha visto pasar grupos de Azacuanes por la zona de la línea eléctrica?

SI ____ NO ____

¿En qué meses? _____

Encuestado

Anexo 2.

**REGISTRO DE AVES
CARACTERIZACION DE VUELO DE AVES EN EL AREA DE ESTUDIO**

Fecha: _____ Cantón: _____ Municipio: _____

Departamento: _____ Hora de inicio del muestreo: _____ Hora de termino de muestreo: _____

Vegetación dominante y condiciones atmosféricas: _____

Tramo: _____ Vano torres: _____ Con dispositivo: _____ Sin dispositivo: _____

Nombre Común	Nombre Científico	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en la torre	Volando transversalmente	Total

Anexo 4.

Tabla 17: Coordenadas GPS de evidencias de colisiones en los transeptos en ambos lugares de estudio Cantón La Danta (tramos 4) y Cantón San Lorenzo (tramo 7).

NOMBRE CIENTÍFICO	TRAMO 4		TRAMO 7	
	Con Dispositivo	Sin Dispositivo	Con Dispositivo	Sin Dispositivo
<i>T. melancholicus</i>	-	N14° 02' 19.9" W89° 52' 16.3"	-	-
<i>Z. asiatica</i>	N14° 02' 25.8" W89° 52' 27.0"	N14° 02' 19.5" W89° 52' 15.2"	N13° 37' 29.3" W88° 33' 30.0"	N13° 37' 34.6" W88° 33' 44.8"
	N14° 02' 24.4" W89° 52' 25.6"	N14° 02' 18.7" W89° 52' 13.4"	N13° 37' 30.0" W88° 33' 32.9"	N13° 37' 34.6" W88° 33' 47.0"
	N14° 02' 22.1" W89° 52' 19.2"	N14° 02' 18.2" W89° 52' 13.1"	-	N13° 37' 35.8" W88° 33' 48.4"
	-	N14° 02' 17.7" W89° 52' 14.4"	-	N13° 37' 35.2" W88° 33' 48.4"
	-	N14° 02' 18.7" W89° 52' 15.1"	-	N13° 37' 36.1" W88° 33' 49.2"
	-	N14° 02' 18.8" W89° 52' 16.0"	-	N13° 37' 35.9" W88° 33' 50.0"
	-	N14° 02' 20.3" W89° 52' 17.3"	-	N13° 37' 34.7" W88° 33' 46.7"
	-	N14° 02' 17.7" W89° 52' 12.9"	-	N13° 37' 35.5" W88° 35' 45.3"
	-	N14° 02' 19.0" W89° 52' 13.5"	-	-
	-	N14° 02' 08.0" W89° 51' 54.7"	-	-
	-	N14° 02' 07.7" W89° 51' 54.1"	-	-
	-	N14° 02' 17.5" W89° 52' 13.9"	-	-
	-	N14° 02' 07.1" W89° 51' 52.5"	-	-
	-	N14° 02' 06.5" W89° 51' 51.2"	-	-
<i>C. aura</i>	N14° 02' 21.5" W89° 52' 18.0"	N14° 02' 18.2" W89° 52' 13.0"	-	N13° 37' 35.5" W88° 33' 47.8"
	N14° 02' 20.2" W89° 52' 17.9"	N14° 02' 06.9" W89° 51' 54.5"	-	-
	-	N14° 02' 06.9" W89° 51' 54.5"	-	-
	-	N14° 02' 06.1" W89° 51' 53.4"	-	-
	-	N14° 02' 07.6" W89° 51' 54.9"	-	-
<i>C. talpacoti</i>	-	N14° 02' 20.8" W89° 52' 17.7"	-	-
	-	N14° 02' 07.8" W89° 51' 53.5"	-	-
	-	N14° 02' 18.5" W89° 52' 13.8"	-	-
<i>H. rustica</i>	-	N14° 02' 20.0" W89° 52' 14.9"	-	N13° 37' 35.0" W88° 33' 44.2"
	-	N14° 02' 18.4"	-	-

		W89° 52' 16.1"		
<i>C. sulcirostris</i>	-	N14° 02' 06.9" W89° 51' 53.0"	-	-
<i>C. atratus</i>	-	-	N13° 37'28.9" W88° 33' 30.3"	N13° 37'35.5" W88° 33' 47.8"

Anexo 5:

Tabla 18: Observación de aves en transeptos con dispositivos Salvapájaros tramo 4.

Nombre Científico	Nombre Común	CON DISPOSITIVO (NOVIEMBRE/2018)								CON DISPOSITIVO (DICIEMBRE/2018)								CON DISPOSITIVO (ENERO/2019)							
		Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total			
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Cabeza Negra	9	7	20	3	20	0	59	6	1	17	2	22	0	48	19	5	4	2	23	0	53			
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Cabeza Roja	12	0	9	11	61	2	95	11	1	21	1	10	0	44	34	0	21	6	20	0	81			
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetonito, Mosquero, Paragaitas	0	0	6	0	19	0	25	0	0	20	0	29	0	49	0	0	17	0	24	0	41			
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Mosquero	0	0	9	0	7	0	16	0	0	26	0	15	0	41	0	0	20	0	27	0	47			
<i>Colum bina talpacoti</i>	Tortolita Roja	0	0	11	0	28	0	39	0	0	14	0	13	0	27	0	0	9	0	10	0	18			
<i>Colum bina inca</i>	Tortolita Cola Larga	0	0	7	0	13	0	20	0	0	12	0	7	0	19	0	0	12	0	13	0	25			
<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma Ala Blanca	0	0	43	0	3	2	48	0	0	17	0	34	0	51	0	0	51	0	21	1	73			
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Cola de Tijera	0	0	9	0	30	0	39	0	1	17	0	15	0	33	0	0	8	0	9	0	17			
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilan Caminero	3	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilan Gris	1	0	0	0	9	0	10	5	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	3	0	4			
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilan de cola corta	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2			
<i>Falco sparverius</i>	Cernicabo, Lelique, Lis-Lis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	5			
<i>Icterus galbula</i>	Chilchota de Baltimore	0	0	7	0	5	0	12	0	0	5	0	1	0	6	0	0	1	0	3	0	4			
<i>Icterus quirens</i>	Chilchota espalda negra	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	3	0	3			
<i>Icterus pectoralis</i>	Chilchota Pecho Manchado	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Eumotila superciliosa</i>	Toroqoz	0	0	1	0	4	0	5	0	0	3	0	1	0	4	0	0	0	0	1	0	1			
<i>Campylorhynchus rufirostris</i>	Guacalchía, salicóclon, cocosisca	0	0	5	0	5	0	10	0	0	5	0	2	0	7	0	0	0	0	6	0	6			
<i>Flaya cayana</i>	Piscov	0	0	4	0	8	0	12	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	8	0	8			
<i>Patagona pumila</i>	Paloma morada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Piujco, Garrapatero	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4			
Total		26	7	134	14	220	4	404	24	3	161	3	152	0	343	55	5	142	9	180	1	392			

Tabla 19: Observación de aves en transeptos sin dispositivos Salvapájaros tramo 4.

Nombre Científico	Nombre Común	SIN DISPOSITIVO (NOVIEMBRE/2018)								SIN DISPOSITIVO (DICIEMBRE/2018)								SIN DISPOSITIVO (ENERO/2019)							
		Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total			
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Cabeza Negra	46	3	15	16	7	0	87	28	3	18	8	7	0	64	23	2	25	21	4	0	75			
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Cabeza Roja	68	6	32	17	18	3	144	24	3	8	5	37	0	77	41	3	35	9	6	2	96			
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetonito, Mosquero, Paragaitas	0	1	42	0	19	0	62	0	1	41	0	39	0	81	0	2	59	0	23	0	84			
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Mosquero	0	0	27	0	9	1	37	0	0	33	0	28	0	61	0	0	31	0	32	0	63			
<i>Colum bina talpacoti</i>	Tortolita Roja	0	0	20	0	25	2	47	0	0	17	0	14	1	32	0	0	17	0	4	0	21			
<i>Colum bina inca</i>	Tortolita Cola Larga	0	0	21	0	11	0	32	0	0	16	0	20	0	36	0	0	28	0	9	0	37			
<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma Ala Blanca	0	1	60	0	18	7	86	0	1	40	0	39	2	82	0	2	97	0	9	5	113			
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Cola de Tijera	0	0	44	0	13	1	58	0	0	35	0	25	0	60	0	0	26	0	6	1	33			
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilan Caminero	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1			
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilan Gris	2	0	0	0	3	0	5	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	3	0	7			
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilan de cola corta	4	0	0	0	3	0	7	2	0	0	0	2	0	4	3	0	0	0	0	0	3			
<i>Falco sparverius</i>	Cernicabo, Lelique, Lis-Lis	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Icterus galbula</i>	Chilchota de Baltimore	0	0	11	0	2	0	13	0	0	5	0	2	0	7	0	0	3	0	0	0	3			
<i>Icterus quirens</i>	Chilchota espalda negra	0	0	8	0	1	0	9	0	0	4	0	1	0	5	0	0	3	0	1	0	4			
<i>Icterus pectoralis</i>	Chilchota Pecho Manchado	0	0	5	0	1	0	6	0	0	2	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1			
<i>Eumotila superciliosa</i>	Toroqoz	0	0	5	0	2	0	7	0	0	7	0	2	0	9	0	0	4	0	1	0	5			
<i>Campylorhynchus rufirostris</i>	Guacalchía, salicóclon, cocosisca	0	0	14	2	2	0	18	0	0	9	1	3	0	13	0	0	8	0	2	0	10			
<i>Flaya cayana</i>	Piscov	0	0	16	0	5	0	21	0	0	5	0	2	0	7	0	0	10	0	2	0	12			
<i>Patagona pumila</i>	Paloma morada	0	0	3	0	0	0	3	0	0	2	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Piujco, Garrapatero	0	0	4	0	0	0	4	0	0	7	0	0	1	8	0	0	1	0	0	0	1			
Total		121	11	327	35	142	14	650	56	8	249	14	226	4	556	71	9	348	30	103	8	569			

Anexo 6:

Tabla 20: Observación de aves en transeptos con dispositivos Salvapájaros tramo 7.

Nombre Científico	Nombre Común	CON DISPOSITIVO (NOVIEMBRE/2018)							CON DISPOSITIVO (DICIEMBRE/2018)							CON DISPOSITIVO (ENERO/2019)						
		Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Cabeza Negra	26	1	17	4	31	0	79	15	3	16	2	28	1	65	18	1	21	5	32	0	77
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Cabeza Roja	22	3	11	3	27	0	66	12	0	15	1	19	0	47	7	0	12	6	20	0	45
<i>Hirundo rustica</i>	Gdondrina Cola de Tijera	0	0	13	0	18	0	31	0	0	14	0	10	0	24	0	0	11	0	15	0	28
<i>Megarynchus pitangua</i>	Chió	0	0	16	0	18	0	34	0	0	22	0	19	0	41	0	0	12	0	17	0	29
<i>Colum bina inca</i>	Tortolita Cola Larga	0	0	10	0	21	0	31	0	0	12	0	15	0	27	0	0	16	0	19	0	35
<i>Zenaidia macroura</i>	Paloma Ala Blanca	0	0	27	0	38	2	67	0	0	21	0	41	0	62	0	0	43	0	36	0	79
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Pijuyo, Garrapatero	0	0	4	0	3	0	7	0	0	3	0	0	0	3	0	0	7	0	4	0	11
<i>Cam otylorynchus rufinucha</i>	Guacachica, salidochón, cocosica	0	0	5	0	7	0	12	0	0	3	1	5	0	9	0	0	1	0	7	0	8
<i>Icterus pectoralis</i>	Chitota Pecho Manchado	0	0	2	0	6	0	8	0	0	1	0	3	0	4	0	0	2	0	8	0	10
<i>Icterus gularis</i>	Chitota espalda negra	0	0	0	0	9	0	9	0	0	2	0	2	0	4	0	0	4	0	3	0	7
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavián de cola corta	3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	3	0	4
<i>Piaya cayana</i>	Piscovy	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara amarilla	0	0	5	0	8	0	13	0	0	7	0	11	0	18	0	0	6	0	9	0	15
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Cheje	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	2
Total		51	4	110	7	190	2	364	29	3	116	4	155	1	308	26	1	135	11	178	0	351

Tabla 21: Observación de aves en transeptos sin dispositivos Salvapájaros tramo 7.

Nombre Científico	Nombre Común	SIN DISPOSITIVO (NOVIEMBRE/2018)							SIN DISPOSITIVO (DICIEMBRE/2018)							SIN DISPOSITIVO (ENERO/2019)						
		Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total	Volando arriba cable de guarda	Volando entre los cables	Volando debajo de los cables	Perchando en torres	Volando transversal	Aves muertas	Total
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Cabeza Negra	71	5	19	17	11	1	124	33	2	21	14	33	0	103	48	1	34	15	8	0	106
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Cabeza Roja	47	1	21	15	16	0	100	28	4	12	16	14	0	74	36	0	27	11	16	1	91
<i>Hirundo rustica</i>	Gdondrina Cola de Tijera	0	0	47	0	32	0	79	0	1	41	0	53	0	95	0	2	59	0	43	1	105
<i>Megarynchus pitangua</i>	Chió	0	0	25	0	9	0	34	0	0	35	0	26	0	61	0	0	27	0	22	0	49
<i>Colum bina inca</i>	Tortolita Cola Larga	0	0	19	0	14	0	33	0	0	23	0	15	0	38	0	0	21	0	8	0	29
<i>Zenaidia macroura</i>	Paloma Ala Blanca	0	0	53	0	28	3	84	0	0	48	0	29	1	78	0	0	64	0	33	4	101
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Pijuyo, Garrapatero	0	0	7	0	1	0	8	0	0	6	0	0	0	6	0	0	9	0	0	0	9
<i>Cam otylorynchus rufinucha</i>	Guacachica, salidochón, cocosica	0	0	13	3	2	0	18	0	0	9	0	3	0	12	0	0	11	1	4	0	16
<i>Icterus pectoralis</i>	Chitota Pecho Manchado	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	1	0	4
<i>Icterus gularis</i>	Chitota espalda negra	0	0	9	0	2	0	11	0	0	8	0	1	0	9	0	0	5	0	0	0	5
<i>Buteo brachyurus</i>	Gavián de cola corta	2	0	0	0	4	0	6	6	0	0	0	2	0	8	5	0	0	0	1	0	6
<i>Piaya cayana</i>	Piscovy	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara amarilla	0	0	11	0	2	0	13	0	0	5	0	2	0	7	0	0	6	0	4	0	10
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Cheje	0	0	4	0	1	0	5	0	0	5	0	0	0	5	0	0	3	0	2	0	5
Total		120	6	230	35	123	4	518	67	7	215	30	180	1	500	89	3	269	27	142	6	538