

---

***ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL PREVIO A LA  
CONSTRUCCION DEL PROYECTO EOLICA DEL SUR***



***Juchitán de Zaragoza y El Espinal.***

***Oaxaca, México***

***Agosto 2014***

<b><u>1</u></b>	<b><u>INTRODUCCION</u></b>	<b><u>4</u></b>
1.1	ACÚSTICA	4
1.2	EL RUIDO	4
1.2.1	RUIDO AMBIENTAL	5
1.2.2	SONÓMETROS	5
1.3	VÍAS DE PROPAGACIÓN	6
1.3.1	LAS ONDAS: FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA	6
1.4	EL SONIDO PURO	6
1.4.1	GENERADORES DE SONIDO	6
1.4.2	CONTAMINACIÓN AUDITIVA O ACÚSTICA	7
<b><u>2</u></b>	<b><u>ANTECEDENTES</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	<b><u>14</u></b>
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b><u>4</u></b>	<b><u>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</u></b>	<b><u>14</u></b>
4.1	ELEMENTOS ABIÓTICOS	14
4.1.1	CLIMA	14
4.1.2	HIDROLOGÍA	15
4.1.3	SUELOS	16
4.1.3.1	TIPO DE SUELO	16
4.1.4	FISIOGRAFÍA Y GEOLOGÍA	19
4.1.4.1	FISIOGRAFÍA	19

4.1.4.1.1	TOPOFORMAS.....	19
4.1.5	GEOLOGÍA.....	19
4.2	ELEMENTOS BIÓTICOS.....	19
4.2.1	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	19
4.2.1.1	USO DE SUELO.....	21
4.2.2	FAUNA.....	21
<u>5</u>	<u>METODOLOGÍA.....</u>	<u>29</u>
5.1	RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	29
5.2	ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO.....	29
5.2.1	DESARROLLO DE MAPAS PREDICTIVOS.....	29
5.3	TRABAJO DE CAMPO.....	30
5.3.1	ESTRATEGIA DE MONITOREO.....	30
5.3.2	EQUIPO UTILIZADO.....	30
5.3.3	TRABAJO DE CAMPO.....	30
<u>6</u>	<u>RESULTADOS.....</u>	<u>31</u>
<u>7</u>	<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>33</u>
<u>8</u>	<u>REFERENCIAS.....</u>	<u>38</u>
<u>9</u>	<u>PARTICIPANTES.....</u>	<u>39</u>

## 1 INTRODUCCION

El presente estudio se realizó para dar cumplimiento a la condicionante No. 2, inciso F de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental No. SGPA/DGIRA/DG/05364, emitida con fecha del 20 de junio del 2014, por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), para el parque eólico de Eólica del Sur.

A continuación se mencionan algunos conceptos básicos para este estudio:

### 1.1 Acústica

El sonido es cualquier variación de la presión en el aire que puede ser detectada por el oído humano. Por definición, el ruido es un sonido no deseado. Particularmente, el ruido es un sonido molesto, para distinguirlo de los sonidos agradables.

El número de variaciones de la presión por segundo es lo que se llama frecuencia del sonido, y se mide en Hercios y/o Hertz (Hz). Cada frecuencia de un sonido produce un tono distinto. Se dice que un tono es grave cuando su frecuencia es baja (aproximadamente menor de 250 Hz), y que su tono es agudo cuando su frecuencia es superior a 2,000 Hz. Las frecuencias comprendidas entre ambas se denominan frecuencias medias. El espectro normal de audición para un adulto joven sano va desde 20 Hz a 20.000 Hz (o 20 KHz). Las ondas a las que llamamos sonoras son las que pueden estimular al oído y al cerebro humano dentro de los límites auditivos que son los ya mencionados de 20 Hz a cerca de 20 000 Hz por segundo. Las ondas de sonido inferiores al límite audible se llaman infrasónicas y las que superan el límite superior se llaman ultrasónicas. Los perros son sensibles a frecuencias de hasta 30.000 Hz y los murciélagos a frecuencias de hasta 100.000 Hz, es decir que estos animales escuchan sonidos ultrasónicos.

### 1.2 El ruido

El ruido es un sonido o conjunto de sonidos mezclados y desordenados. Si observamos las ondas de un ruido notaremos que no poseen una longitud de onda, una frecuencia, ni una amplitud constantes y que se distribuyen aleatoriamente unas sobre otras. En un sonido musical las ondas de distintas frecuencias se superponen ordenadamente siguiendo una estructura armónica en función del tiempo. Por estas causas un ruido es desagradable para el oído y una pieza musical puede resultar placentera.

El nivel de ruido se mide en decibelios (dB). El dB es una relación entre una cantidad medida y un nivel de referencia acordado. La escala en dB es logarítmica y utiliza 20 mPa

(Umbral auditivo) como nivel de referencia, es decir, 0 dB, de forma que el umbral sonoro del dolor se sitúa alrededor de 140 dB. La razón de usar escalas logarítmicas en acústica se debe al amplio rango de sonidos que el oído humano puede percibir, tanto en amplitud como en frecuencia. Además, el oído responde a los cambios de una forma no lineal, reacciona a un cambio logarítmico de nivel, en toda la escala de audición.

### 1.2.1 Ruido ambiental

Se denomina **Ruido** al sonido sin articulación que resulta molesto. **Ambiental**, por su parte, es aquello vinculado al ambiente (el contexto, las circunstancias).

El sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales

### 1.2.2 Sonómetros

Los instrumentos utilizados para medir el nivel de ruido se denominan sonómetros y/o decibelímetros y proporcionan una indicación del nivel acústico (promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que inciden sobre un micrófono patrón, extremadamente calibrado y que responde a todas las frecuencias audibles por igual. El nivel del sonido se visualiza normalmente sobre una escala graduada o una pantalla gráfica analógica (con aguja móvil) o digital (luces o pantallas de cristal líquido), y una llave selectora de sensibilidad.

El oído no es igualmente sensible para todas las frecuencias. Por esta razón, incluso aunque el nivel de presión acústica de dos sonidos pueda ser el mismo, pueden interpretarse como de distinto nivel si uno de ellos presenta una mayor concentración en las frecuencias en que el oído es más sensible. Por esta razón se incorporan en los sonómetros filtros de ponderación en frecuencia que modifican la sensibilidad del sonómetro con respecto a las frecuencias que son menos audibles por el oído. Muchos sonómetros están provistos de diferentes filtros de ponderación sensibilidad-frecuencia.

La escala de ponderación A es la utilizada más frecuentemente. La escala A está internacionalmente normalizada y se ajusta su curva de ponderación a la respuesta del oído humano. Los valores de nivel acústico medidos con esta escala se conocen como db (decibelio)). Hay otras escalas de ponderación utilizadas menos frecuentemente tales como la escala B, usada para sonidos de intensidad media, la escala C, usada para sonidos altos, y la escala D, usada para medida del ruido de aviones a reacción. Debido a su buen acuerdo con la respuesta subjetiva, la escala A, es la que se suele utilizar para todos los niveles, siendo relativamente poco frecuente el uso de las escalas B, C y D.

### 1.3 Vías de propagación

El ruido puede transmitirse a través de múltiples vías. A través del aire o a través de un medio sólido en el que parte del sonido se reflejará, parte será absorbida, y el resto transmitido a través del objeto. Según el medio donde se transmita el sonido será más lento o más rápido. El sonido viaja en el aire a 331.3 metros por segundo. La cantidad de sonido reflejado, absorbido o transmitido depende de las propiedades del objeto, su forma, del espesor y del método de montaje, así como del ángulo de incidencia y de la onda acústica incidente. La propagación del sonido en el aire depende principalmente del tipo de fuentes de ruido, de su distribución en el espacio y de la topografía, así como de las condiciones de la atmósfera en que se realiza la propagación. El nivel de intensidad sonora al alejarse de la fuente de ruido disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente en un campo libre.

#### 1.3.1 Las ondas: frecuencia y longitud de onda.

El sonido y el ruido son ondas que viajan a través de un medio que, como ya se dijo, puede ser el aire, pero existen muchos tipos de ondas, y pueden producir sonidos agudos y sonidos graves. Los primeros se componen de ondas que están muy juntas entre sí, y los segundos por ondas más separadas. En un sonido agudo existen más ondas en una fracción de tiempo que en un sonido grave. Al número de ondas que caben en un tiempo determinado se le llama frecuencia, y se mide en Hertz (Hz), la medida del espacio que existe entre una onda y la siguiente se llama longitud de onda, entonces cuanto más alta es la frecuencia menor es la longitud entre las ondas en un mismo tiempo y finalmente la altura que alcanzan las ondas se llama amplitud y determina el volumen del sonido.

### 1.4 El sonido puro

Un sonido puro es aquel que está compuesto por ondas que poseen una frecuencia y longitud de onda iguales en el transcurso del tiempo, es decir, que es constante. Por ejemplo, la flauta dulce, el silbato, una cuerda de guitarra, una nota en la escala musical, un silbido, etc., pueden emitir ondas puras. Los sonidos en locales cerrados no son puros, sino complejos, uniéndose con sonidos impulsivos que sobresalen en relación al ruido de fondo, y a la reverberación o persistencia en un espacio cerrado, aun después de haberse interrumpido la fuente sonora.

#### 1.4.1 Generadores de sonido

Todo lo que es capaz de producir ondas que estimulan al oído es un generador de sonido. La caja de cilindros de un motor de explosión, las cuerdas vocales, el roce entre

materiales y cualquier efecto que produzca vibraciones audibles es un generador de sonidos.

#### 1.4.2 Contaminación auditiva o acústica

El ruido es un sonido desagradable que se ha ido acrecentando con el desarrollo de la humanidad, de la industria en general y de la urbanización; y es uno de los contaminantes del medio ambiente que presenta mayor problema para la salud del hombre y de los animales; ya que las calles se ven afectadas por los ruidos de los escapes de los automóviles y los camiones, de las bocinas y del bullicio de las grandes aglomeraciones de gente. El ruido muy intenso provoca enfermedades fisiológicas y psicológicas en el individuo. Para medir el ruido se emplea la medida logarítmica llamada "Decibelio" (dB), cual se mide por medio de una escala que va desde 0 a 140 o 160 decibelios; en los lugares donde no hay mucho ruido tienen una intensidad de entre 30 y 40 decibelios, en una calle el ruido mide aproximadamente entre 70 y 90 decibelios; pero cuando esta se encuentra con mucho tráfico puede llegar a medir hasta 130 decibelios, y esto es comparable al ruido que emite un martillo neumático que causa dolor al oído del hombre cuando lo escucha; una motocicleta provoca un ruido de 120 decibelios y el despegue de un avión hasta 150 decibelios.

En la escala de intensidad sonora, nuestro campo auditivo está limitado, por abajo, por el umbral de audición, y por arriba, por el umbral de dolor. Los especialistas otólogos y audiólogos hablan también de un umbral de riesgo, nivel sonoro máximo al que un oído humano no debería verse sometido por la grave e irreversible consecuencia que podrían derivarse. A partir de este nivel de 90 dB, los ruidos son como mínimo molestos, y sus consecuencias sobre todo psicológicas o psicosomáticas. Por encima de los 100 dB entramos en zona roja, en la que el riesgo para el oído es real. La naturaleza del peligro en cuestión depende de la combinación de tres factores: intensidad del ruido, duración de la exposición al ruido y resistencia de nuestro organismo.

La actividad normal del ser humano provoca un nivel de ruido de 55 decibelios. Cuando se superan los 65, el ruido comienza a ser molesto, y si se sobrepasan los 85 decibelios puede ser perjudicial para la salud. No obstante, el ser humano no puede descansar con niveles de ruido superiores a los 35 o 40 decibelios.

La de la voz humana es de unos 60 dB, mientras que la contaminación acústica puede producir ruidos tan intensos como el de un avión, que a veces supera los 140 dB. Una exposición constante a un nivel de ruido de más de 85 dB puede causar daños irreparables en el oído, además de trastornos psicológicos. Otro aspecto fundamental del sonido es la frecuencia: lo que lo hace más o menos grave o agudo.

Un informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable. Se puede afirmar, que las cifras medias de las legislaciones europeas, marcan como límite aceptable 65 dB durante el día y 55 dB durante la noche.

Escala de ruidos y efectos que producen decibeles	Ejemplo
10	Respiración, rumor de hojas – pájaros trinando
20	Susurro
30	Campo por la noche
40	Biblioteca
50	Conversación tranquila
60	Conversación en el aula
70	Aspiradora, televisión alta
80	Lavadora, fábrica. Molesto
85	Tráfico rodado
90	Moto, camión ruidoso, claxon
100	Cortadora de césped, claxon, autobús
110	Bocina a 1 m Grupo de rock, interior discotecas
120	Sirena cercana, taladradores
130	Cascos de música estrepitosos, avión sobre la ciudad
140	Umbral de dolor, cubierta de portaaviones
150	Despegue de avión a 25 m

## 2 ANTECEDENTES

El ruido producido por la generación eólica siempre es muy polémico y crítico en cuanto al desarrollo de la energía eólica, pero fundamentalmente porque no se conocen las mediciones reales o nunca se ha visitado un parque eólico. Siempre el ruido, por el desconocimiento, la falta de mediciones reales de los niveles sonoros y criterios basados solamente por información aportada por la literatura, es algo que se antepone al desarrollo de un proyecto eólico cerca de localidades, lugares turísticos, de recreación o de protección de la fauna. Pero realmente: ¿cuánto impacta y cuán problemático puede



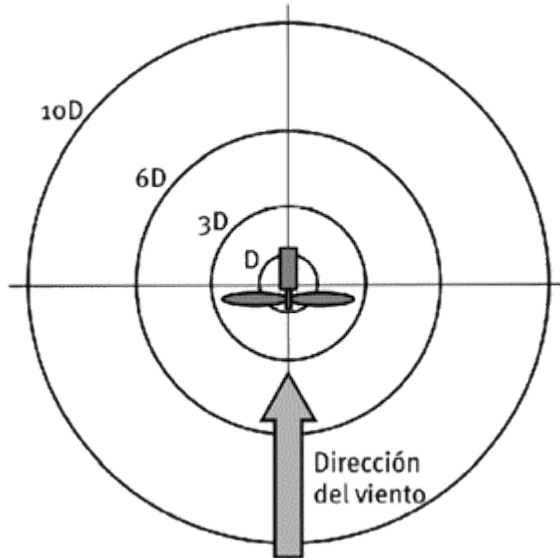
ser? En casi todos los casos es fácil comprobar que el ruido de fondo enmascara el ruido del aerogenerador, y no permite distinguir bien cuál perturba más.

El ruido de los aerogeneradores es producido por cuatro fuentes fundamentales. Al girar el rotor de una turbina, se produce ruido producto del batimiento de las palas con el viento que enfrenta el rotor, que puede ser mayor o menor en función del diámetro del rotor (largo de las palas), la velocidad del viento y la cercanía del escucha al aerogenerador, o su posición respecto a él y la dirección del viento; por el batimiento del viento con los perfiles de las estructuras externas del aerogenerador (góndola, torre, etc.); el efecto de la sombra de torre: cada vez que una pala pasa cerca de la torre, se produce una oscilación de la pala y un cambio de sonido del viento en la zona pala-torre, y, por último, en el tren de potencia del aerogenerador, que es el conjunto del eje lento, el multiplicador y el generador, que es amplificado por la torre.

*Tabla 1: Valores de los resultados de la medición de los niveles sonoros de un parque eólico*

Distancia (D)	Distancia (m)	Aerogenerador funcionando (dB)	Nivel Sonoro de fondo (dB)
D	28	56.9	51.7
3D	84	51.4	44.7
6D	168	49.6	47.7
10D	280	44.9	41.1

*Figura 1: Distancias con respecto al diámetro del rotor (D) del aerogenerador a las que se midió el nivel sonoro en un parque eólico, tomando como referencia la normativa europea.*



Un informe publicado en 1995 por la Universidad de Estocolmo para la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 db como el límite superior deseable. Se puede afirmar, que las cifras medias de las legislaciones europeas, marcan como límite aceptable 65 db durante el día y 55 db durante la noche.

Los límites máximos permisibles del nivel sonoro de acuerdo a la **NOM-081-SEMARNAT-1994 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN.**, en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 2.

*Tabla 2: Límites máximos de ruido de acuerdo a la normatividad mexicana*

Horario	Límites máximos permisibles
de 6:00 a 22:00	68 dB (A)
de 22:00 a 6:00	65 dB (A)

El sonido se encuentra dentro del rango de baja frecuencia. Este disminuye progresivamente a medida que se aleja del aerogenerador. Se han realizado mediciones a 84 metros de distancia de 51.4 dB, a campo abierto con tiempo despejado

Los estudios y observaciones realizados indican que la percepción del sonido de los aerogeneradores por parte de las personas está más gobernada por su actitud hacia la fuente del sonido que por el sonido real en sí mismo. Por tal motivo, la medición de los niveles sonoros de un aerogenerador o de todo un parque eólico es determinante para la evaluación de este tipo de impacto, tanto para tenerlo como referencia comparándolo con las normativas vigentes en el estudio de viabilidad del proyecto, como la propia evaluación del funcionamiento de un parque eólico.

Las mediciones de los niveles sonoros en varios parques eólicos en la zona del Istmo de Tehuantepec demuestran que el ruido no es elevado y, por tanto, no es un problema. Los valores de las mediciones realizadas son cercanas a las exigidas por una rigurosa normativa europea: 40 dB a una distancia del aerogenerador de seis veces el diámetro de su rotor (6D), cabe señalar que la normatividad mexicana es menos estricta. La Figura 1 y la Tabla 1 muestran las mediciones realizadas a diferentes distancias con respecto al diámetro del rotor (D), comparadas con el nivel sonoro de fondo. Se eligió la velocidad media del viento de 10,0 m/s, por estar en el rango de las velocidades comunes del emplazamiento.

Hay una serie de mitos desde hace mucho tiempo acerca de lo que las aves pueden o no pueden oír. Un mito es que las aves escuchan mejor a altas frecuencias que los seres humanos u otros mamíferos. Otro mito es que las aves tienen un oído excepcionalmente agudo. Una cantidad considerable de trabajo en los últimos 50 años ha demostrado en repetidas ocasiones que ninguna de estas nociones es cierta. Cuando la audiencia se define como el sonido más suave que se puede escuchar a diferentes frecuencias, las aves oyen en promedio menos que muchos mamíferos, incluidos los humanos.

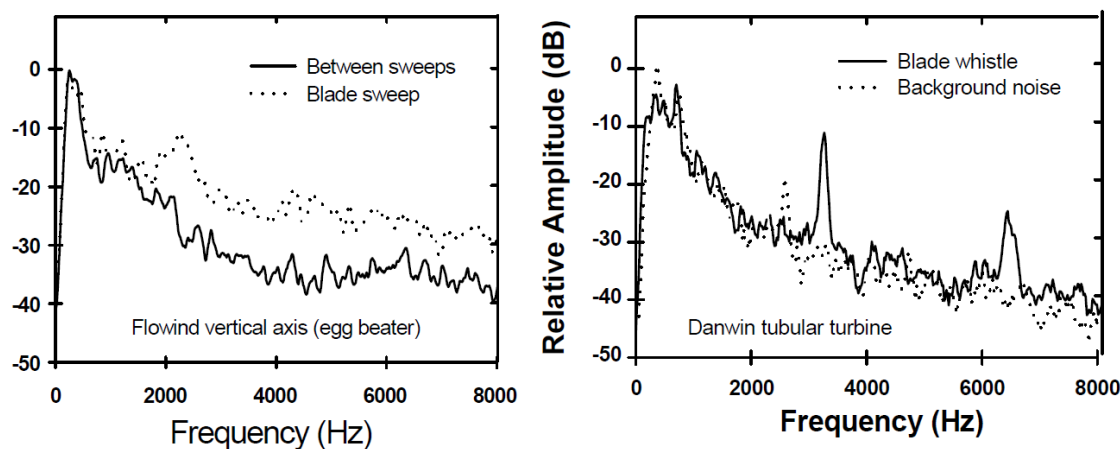
Las aves oyen mejor entre aproximadamente 1 y 5 kHz. Disuasorios acústicos o dispositivos de "espantapájaros" no suelen ser eficaces porque las aves se habitúan a ellos y, finalmente, los ignoran por completo. Los dispositivos que pretenden utilizar las frecuencias de sonido fuera del rango de audición de los seres humanos son sin duda inaudibles también para los pájaros, esto es porque las aves tienen un rango más estrecho de la audición que los humanos. Una revisión de la literatura sobre lo bien que las aves pueden oír en ambientes ruidosos (parques de aerogeneradores) sugiere que las aves no pueden oír el ruido de palas de aerogeneradores, así como los seres humanos pueden. En términos prácticos, un ser humano con una audición normal, probablemente puede oír una pala de aerogenerador dos veces más lejos como puede el ave promedio.

Algunas palas de aerogeneradores silban debido a defectos en las cuchilla. Dependiendo del nivel de sonido del silbido producido a partir de un defecto de la cuchilla y el nivel del ruido de fondo, los silbidos de la hoja pueden ayudar a las aves evitar a las ves la turbina. Debido a que el ruido de la turbina y el ruido del viento son predominantemente de baja frecuencia, casi toda la contribución a un nivel general de presión sonora (por ejemplo, 65

dB (A) SPL), proviene de frecuencias por debajo de 1 - 2 kHz. Esto significa que la adición de una señal acústica en la región de mejor audición para las aves (2 - 4 kHz) añadiría casi nada al nivel general de presión de sonido, pero puede ayudar a las aves a oír las cuchillas.

En una breve visita a los parques eólicos Altamont Pass, en California en el verano de 1999, los niveles de ruido ambiental y el ruido generado por diferentes tipos de turbinas eólicas se midieron. El viento fue sólo moderado durante estos días en la muestra, y los niveles generales fueron aproximadamente 70 dB (A) SPL +/- 5 dB, con la distribución espectral de la energía en el ruido correspondiente con lo que se encuentra típicamente en la literatura. El ruido del viento y el ruido de álabes de turbina son predominantemente de baja frecuencia y tienen espectros muy similares. Para las turbinas de viento en la muestra, las mediciones indican que las palas de la turbina que se mueven a través del aire tienen aproximadamente el efecto de aumentar el nivel de presión de sonido por igual en todo el espectro. En la siguiente figura (a la izquierda) se muestra el ejemplo de un espectro para una turbina de eje vertical particularmente ruidosa. En este caso, a 10 m desde la base de la turbina, el ruido de la cuchilla es de aproximadamente 10 dB por encima del nivel de ruido ambiental. La detección de ruido es similar a la prueba auditiva descrita anteriormente. Por la ley del inverso del cuadrado, el nivel de presión acústica se reduce en 6 dB con cada duplicación de la distancia. Cuando el ruido producido a la pala de la turbina disminuye hasta 1,5 dB del nivel de ruido del viento, por el ruido del ambiente, la hoja no puede ser escuchada por un pájaro (aunque todavía podría ser oído por un ser humano). En este caso una turbina de viento sin un defecto de hoja, que es de amplio espectro (como es el ruido del viento), no hace sino aumentar el ruido de fondo de manera bastante uniforme en todo el espectro.

**Figura 2: Diagrama de ruido**



La figura de la izquierda muestra el espectro de una turbina de eje vertical que se registró a 10 m de la hoja. La línea sólida es el nivel en el espectro del ruido entre los barridos de la cuchilla (nivel de ruido ambiente) y la línea de puntos es el nivel de espectro cuando la hoja está más cerca del sonómetro. La figura de la derecha muestra el espectro de ruido generado por una turbina tubular Danwin registrado 15 m de la cuchilla (línea continua). La línea punteada es el nivel de ruido ambiente en la proximidad de la turbina (*R. Dooling, 2002, Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines*).

En relación a los murciélagos, se ha especulado que el ruido generado por los aerogeneradores podría atraer o afectar la capacidad de colocación de los murciélagos; sin embargo, las evidencias disponibles indican que los murciélagos no pueden detectar a los aerogeneradores en movimiento, pero tampoco son atraídos a hacia ellos (*Geggie y Fenton, 1985; Johnson et al., 2003b; Nicholson, 2003; Fiedler, 2004*).

No se ha podido determinar por qué los murciélagos chocan con las turbinas. Los estudios con murciélagos en cautiverio han demostrado que pueden evitar chocar con objetos en movimiento con más éxito que con los objetos estacionarios (*Jen y McCarty 1978*).

A pesar de que la ecolocalización en murciélagos volando no requiere gastos de energía adicional (*Speakman y Racey 1991*), la evidencia sugiere que los murciélagos que migran pueden navegar sin el uso de la ecolocalización (*Van Gelder 1956, Griffin 1970, Crawford y Baker 1981, Timm 1989*). Esto es apoyado por datos recogidos en la Planta Eólica Wyoming. Por veinte llamadas de ecolocalización registradas en las cercanías de las turbinas de viento, en las que se pudo identificar a las especies. Sin embargo, los datos sugieren que durante la migración de murciélagos estos pueden posiblemente ecolocalizar, al menos en cierta medida. Durante este estudio la actividad de murciélagos en las turbinas alcanzó su punto máximo a finales de julio y agosto, que corresponde al tiempo que la mayoría de las muertes ocurrieron.

Los Anabats (detectores de murciélagos) colocados en las turbinas no recogen sonidos ultrasónicos, que indican que las turbinas no emiten ruidos ultrasónicos que puedan confundir o atraer a los murciélagos.

Sólo un estudio ha tratado el comportamiento y dirección de murciélagos alrededor de las turbinas, en Wisconsin (*Puzen, 2002*); dicho estudio recoge 26 horas de vídeo en turbinas utilizando una cámara infrarroja. Sólo un murciélago fue capturado en la película y se mueve más allá de la turbina, se observa ecolocalización a una velocidad normal y no aparece perturbado o atraído a la turbina.

En ningún caso se observaron murciélagos en círculos en las turbinas, confundidos, o en búsqueda de alimento en las luces rojas en la parte superior de las turbinas (*Johnson,*

*Perlik, Erickson, and Strickland, 2002, Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota).*

### 3 OBJETIVO GENERAL

Elaboración de un estudio de ruido ambiental para un parque eólico, análisis y conclusiones sobre su posible afectación a las comunidades de avifauna y murciélagos.

#### 3.1 Objetivos Específicos

- Revisión bibliográfica de estudios previos.
- Identificar y localizar las áreas de importancia para aves y murciélagos (percha, anidación y alimentación) en función al sembrado de aerogeneradores.
- Elaborar un Sistema de Información Geográfica para realizar el vaciado de los datos.
- Realizar toma de datos en campo tanto de ruido ambiental como identificación de áreas de importancia y presencia de especies de avifauna y murciélagos.
- Interpretación y análisis de información de campo.
- Elaboración del informe final y conclusiones basadas en datos científicos en los cuales se pueda determinar la no afectación del ruido generado por el proyecto.

### 4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la superficie donde se llevará a cabo la construcción y operación del parque eólico **Eólica del Sur** en los municipios de Juchitán de Zaragoza y El Espinal; en el estado de Oaxaca, al noroeste de la Laguna Superior.

A continuación se describen los elementos bióticos y abióticos de la zona:

#### 4.1 Elementos Abióticos

##### 4.1.1 Clima

En la zona donde se ubica el área, predomina un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano que se define a continuación:

#### **Clima cálido Subhúmedo Aw<sub>o</sub>**

Los climas cálidos en la superficie estatal de Oaxaca abarcan poco más de 50%, se caracterizan por temperaturas medias anuales que varían de 22° a 28°C y su temperatura media del mes más frío es de 18°C o más. Dentro de éstos predomina el cálido

subhúmedo con lluvias en verano, que comprende toda la zona costera, desde el límite con el estado de Guerrero hasta el límite con Chiapas, además de otras áreas de menor extensión localizadas de manera discontinua en el norte del estado; en dichos terrenos se reportan las temperaturas medias anuales más altas (entre 26° y 28°C) y la precipitación total anual varía de 800 a 2,000 mm.

#### **4.1.2 Hidrología**

El proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica número 22 con el nombre de Tehuantepec en la subcuenca Espíritu Santo, dentro de ella se halla la cuenca Laguna Superior e Inferior y, pertenecientes a ésta, las subcuencas Laguna Superior e Inferior, río Chicapa, Espíritu Santo, río Perros y río Cazadero.

Los recursos hidrológicos más importantes con que cuenta el municipio de Juchitán se originan al sur de la sierra atravesada, estando formadas por varias corrientes que descienden, cada una por separadas, siguiendo una trayectoria casi recta hasta desembocar en el océano Pacífico, siendo el río Los Perros o San Jerónimo, el principal para la ciudad de Juchitán.

El río Los Perros, nace en los alrededores de una gran montaña llamada Cerro Colorado, en el municipio de Santa María Guienagati; en el distrito de Tehuantepec, Oaxaca, tiene una longitud de 88 km, sigue una trayectoria de norte a sur pasando por los municipios de Ixtepec, Ixtaltepec, El Espinal, Juchitán y Xadani, para desembocar en la Laguna Superior. Existen otros ríos como el de Tehuantepec y el Tequisistlán, que aunque no pertenecen al municipio de Juchitán, representan una gran importancia para él; empleándose partes de esta agua para regar las tierras agrícolas mediante la red de canales del distrito de riego no. 19 que limitan a la localidad al oriente, y al poniente abastecidos por la presa Benito Juárez que capta las aguas de dichos ríos.

Además cuenta con la afluencia del río Chicapa Chimalapa, que cuenta con 350 km<sup>2</sup> de cuenca, que atraviesa el ejido La Venta, así como una superficie drenada de la Comunidad de Álvaro Obregón, cuya hidrología la comprende una red pluvial y un sistema lagunero costero. Las cuencas de las lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, en la comunidad de este ejido atraviesan un dren de desagüe, que baja de los terrenos de San Blas Atempa y desemboca en la laguna Inferior, también cuenta con un estero denominado Las Trancas, desembocándose en la misma laguna.

#### **Cuenca Laguna Superior e Inferior**

Batimétricamente, ambas lagunas son cuerpos de agua típicamente someros, excepto en los canales erosionados, modificados por procesos litorales como la actividad de

huracanes, mareas, brisas y vientos, además de ser los principales depósitos de la región y por ende del territorio municipal.

La laguna Superior delimita el sur del municipio de Juchitán, conecta con el Océano Pacífico por medio del Golfo de Tehuantepec y es el cuerpo de agua más grande de entre cinco lagunas interconectadas del istmo de Tehuantepec, en el sur del Pacífico de México.

En el norte de la laguna es un valle erosivo, fluvial, de la Sierra Chimalapa, a través del cual los vientos son intensificados por la prevaeciente presión barométrica, mayor en la costa del Istmo, del lado del Golfo de México. La Laguna Superior está aislada por una laguna de área menos extensa, denominada Laguna Inferior. Ésta se ubica al extremo sureste del área de estudio, fuera del territorio municipal de Juchitán, y conecta de igual manera con el Golfo de Tehuantepec.

### 4.1.3 Suelos

El suelo es la capa de transición que existe entre la Litósfera y la Biósfera. Aparece como producto de la transformación de la corteza sólida terrestre debido al influjo de condiciones ambientales específicas dentro de un hábitat biológico determinado, que dan como resultado un desarrollo específico, en función de su situación geográfica. Partiendo de este concepto, el suelo es el resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie que es donde se asienta la mayor actividad biológica.

#### 4.1.3.1 Tipo de suelo

De acuerdo con la información vectorial de INEGI SERIE V, los tipos de suelo presentes en el área de estudio son

#### **Vertisol Crómico de textura fina Vc /3**

Unidad: **Vertisol (V)**

Suelos de climas templados y cálidos, especialmente en zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. Se caracterizan por su estructura masiva y alto contenido de arcillas, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamientos llamadas facetas de fricción-presión, y que se contraen en seco formando grietas en la superficies.

Son de colores comúnmente negro o gris oscuro o café rojizos. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo, por ser suelos muy fértiles pero su dureza dificultan la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña de azúcar, correarles,



hortalizas y algodón del país. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

Subunidad: **Vertisol crómico (Vc)**

Vertisol de color pardo o rojizo en algunas ocasiones amarillentos. Son de fertilidad moderada a alta y con gran capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

### **Cambisol Eútrico de textura fina Be/3**

Unidad: **Cambisol (B)**

Suelos jóvenes, poco desarrollados y que se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones o agregados que presenta vestigios del tipo de roca subyacente y que además pueden tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonatos de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima del tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos dependen de clima donde se encuentran. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Subunidad: **Cambisol Eútrico.**

Es rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K y Na) y presenta mejores condiciones para el cultivo.

Clase Textural: **Fina (3):**

Suelos de textura arcillosos, con más del 35% de arcilla, que tienen de regular a mal drenaje interno, reducida porosidad, por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y menos favorables al laboreo.

Unidad: **Acrisol (A)**

Son suelos ácidos de climas húmedos, con un subsuelo arcilloso y pobre en general, propios para explotación forestal. Aunque son pobres en nutrientes, pueden dedicarse a explotaciones agropecuarias o prátcolas con elevados costos de fertilización y encalado. Son impermeables.

Subunidad: **Acrisol ortico (Ao)**

Unidad: **Feozem**

Es de origen residual y coluvio-aluvial, derivados a partir de rocas tales como riolita, toba ácida, caliza y lutita. Cuando es de origen aluvial presentan una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutriente. Presentan color pardo oscuro y textura media, poseen pH ligeramente ácido. Se forman sobre materiales no consolidados de reacción alcalina. Son suelos más o menos profundos, aunque en la mayoría se encuentra la fase lítica como limitante a menos de 100 cm de profundidad; en algunas áreas existe alto contenido de arcillas en el horizonte subyacente. El horizonte superficial está bien desarrollado y estructurado. La humedad no llega a ser excesiva, evitándose el arrastre y la pérdida de nutrimentos debido al drenaje, por lo que su potencial agrícola es alto. Se utilizan intensivamente para la producción de granos y hortalizas, en muchas ocasiones con el auxilio del riego. Sus usos dependen del relieve y tipo de suelo, llegando a tener altos rendimientos y en ganadería pueden tener rendimientos moderados.

Subunidad: **Feozem háplico (Hh)**

Unidad: **Litosol (L)**

Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Son suelos muy someros, menores de 10 cm de profundidad, sobreyacen directamente a la roca o a una fase dura, continua y coherente, y presentan bastantes afloramientos rocosos. Son de origen residual. De color grisáceo oscuro, con textura media y pH ligeramente alcalino; por lo general se asocian con regosoles, rendzinas y feozems. Por su escasa profundidad no se recomienda ningún tipo de uso para estos suelos, sólo dejarlos para la vida silvestre

Unidad: **Solonchyiak**

Suelos que muestran propiedades hidromórficas entre los primeros 50 cm de profundidad, esto es, tienen en el subsuelo una capa en la que se estanca el agua y que puede ser gris o azulosa y al exponerse al aire se mancha de rojo; son suelos con alta salinidad y que no tienen otros horizontes de diagnóstico (a menos que se encuentren enterrados por 50 cm o más de material nuevo). Se pueden presentar en diversos climas, en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las zonas secas del país. Se caracterizan por presentar un alto contenido de sales en alguna parte del suelo, o en todo él. Su vegetación, cuando la hay, está formada por pastizales o por algunas plantas que toleran el exceso de sal. Su uso agrícola se halla limitado a cultivos muy resistentes a las sales. En algunos casos es posible eliminar o disminuir su concentración de salitre por medio del lavado, lo cual los habilita para la agricultura. Su uso pecuario depende de la vegetación que sostenga, pero de cualquier forma, sus rendimientos son bajos. Algunos de estos suelos se utilizan como salinas. Los Solonchak son suelos con poca susceptibilidad a la erosión.

Subunidad: **Solonchyiak gleyico (Zg)**

#### 4.1.4 Fisiografía y Geología

##### 4.1.4.1 Fisiografía

El área se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Centroamericana:

#### **Provincia de la Cordillera Centroamericana**

Esta provincia abarca mayor territorio en los países septentrionales de la América Central, pero tiene una importante extensión en México, principalmente en el estado de Chiapas. La parte centroamericana es predominantemente volcánica, siendo el Tacaná, sobre la frontera México-Guatemala, el último de sus volcanes hacia el norte de la cordillera. Hay dos discontinuidades fisiográficas, la Llanura del Istmo con sus grandes lagunas de litoral y la delgada Llanura costera de Chiapas en el Océano Pacífico.

La Subprovincia fisiográfica donde se ubica el proyecto es la:

#### **Subprovincia Discontinuidad Llanura del Istmo**

Se considera como discontinuidad porque geográficamente corresponde a la provincia número XV Cordillera Centroamericana, pero presenta una discontinuidad en su geología, al ser una llanura aluvial de reciente creación (Plio-Pleistocena), con suficiente tamaño como una subprovincia pero no tan grande para ser una provincia fisiográfica aparte. Se considera como llanura por ser una superficie de pendiente plana a levemente ondulada que se encuentra contigua al Golfo de Tehuantepec.

##### 4.1.4.1.1 **Topoformas**

Los sistemas de topoformas de esta discontinuidad son: Llanura costera, Playa o Barra inundable y salina, Sierra alta de cumbres escarpadas, Llanura costera salina, Llanura costera de piso rocoso o cementado y Lomerío típico.

#### 4.1.5 Geología

El área se encuentra cubierta por suelo de origen aluvial de edad Cuaternaria (Qal), producto de la deposición de sedimentos acarreados por acción del agua y escurrimientos de las elevaciones y sierras de la región.

#### 4.2 Elementos bióticos

##### 4.2.1 Uso de Suelo y vegetación

El área donde se encuentra el proyecto está inscrita en la Provincia Florística llamada Costa Pacífica, la cual se extiende en forma de una franja angosta e ininterrumpida desde

el este de Sonora y sureste de Chihuahua hasta Chiapas, prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica. A nivel del Istmo de Tehuantepec se bifurca para englobar la Depresión Central de Chiapas.

En general, corresponde a las áreas con clima cálido y húmedo a semihúmedo, que en conjunto constituyen la “tierra caliente”, presenta una flora variada y es rica en especies arbóreas y arbustivas, que son las que dominan la mayor parte del territorio de la región.

El predominio de elementos meridionales es prácticamente absoluto, presentando un número relativamente elevado de especies endémicas.

El estado de Oaxaca presenta una amplia variedad de flora y tipos de vegetación, resultado de la abrupta topografía del estado, lo que propicia el establecimiento de una infinita cantidad de hábitats. Todo esto ha dado como resultado un complejo mosaico de comunidades y una gran riqueza florística que es calculada como una de las mayores del país. De hecho, Oaxaca está considerado como el segundo estado de la República con el mayor número de especies (*Rzedowski, 1978*), comprendiendo aproximadamente la 21ª. parte del territorio del país, se calcula que alberga casi la mitad del total de especies.

Sin embargo, a pesar de ser un estado rico florísticamente, también es un estado con una población pobre, alrededor del 50% del total de la población es rural, cuyas principales actividades productivas son la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento forestal.

La vegetación potencial del área de estudio estaba conformada por una Selva Baja Caducifolia que en épocas pasadas cubría toda la región donde se pretende llevar a cabo el proyecto; sin embargo, en la actualidad esta área está dentro de la superficie que comprende el distrito de riego No 19.

Las especies características en la zona costera del Istmo y alrededores de las Lagunas Superior e Inferior son: *Ceridium praecox*, *Cephalocereus sp.*, *Pereskia lychmidiflora*, *Pithecellobium dulce*, *Prosopis juliflora*, acompañadas de *Brogniartia parviflora*, *Acacia cymbispina*, *Caesalpinia eriostachys*, *Caesalpinia exostema*, *Cienfuegosia rosei*, *Caesalpinia coriaria*, *Crescentia alata*, *Esenbeckia berlanderi*, *Haematoxylon brasiletto*, *Hibiscus spiralis*, *Mimosa eurycarpa*, *M. platyloba*, *M. tenuiflora*, *Opuntia sp.*, *Parkinsonia aculeata*, *Pithecellobium pellens*, *P. seleri*, *Tandia aculeata*, *Zizypus sp.*, *Jaquinia aurantiaca* (Flores y Manzanero 1999).

La importancia de la SBE en cuestiones económicas es mínima, debido a que la mayoría de los árboles tienen una altura máxima de 10 m y un diámetro máximo de 20 cm, son especies de nula demanda comercial por la forma en que se desarrolla el fuste, sin embargo, este tipo de vegetación representa un alto valor para el ecosistema ya que funciona como un regulador del microclima (Naranjo 2011). El valor ecológico que

representa es también dado por la presencia de especies con algún estatus de protección en la Norma Oficial Mexicana-059-2010 como la especies *Guaiaacum coulteri* (NOM-059-2010-SEMARNAT).

Actualmente en la zona no hay vegetación original ya que ha estado sometida a disturbios antrópicos por largos periodos de tiempo principalmente a la agricultura y en menor escala a la ganadería; por lo tanto se talo la vegetación original para dar paso a cultivos de temporal y de riego. Existen algunas parcelas que han sido abandonadas y con el paso del tiempo se han convertido en acahuals con vegetación secundaria en deterioro.

#### 4.2.1.1 Uso de Suelo

El uso actual del suelo en la mayor parte de los polígonos del proyecto eólico es agropecuario y se encuentra dentro del distrito de riego No 19 Tehuantepec. Este distrito ha estado abandonado y la infraestructura hidráulica es obsoleta por lo que la productividad de la zona es baja. Muchas de las parcelas y terrenos dedicados a la agricultura de maíz, frutales, sorgo, hortalizas o que fueron utilizados como agostadero han sido abandonados debido a la baja productividad y rendimiento. Actualmente son terrenos sin ningún uso productivo donde existe vegetación secundaria de sucesión, que ha dado lugar a acahuals.

#### 4.2.2 Fauna

El estado de Oaxaca ocupa el primer lugar en diversidad faunística a nivel nacional, con 1,431 especies de vertebrados. Esta riqueza biológica es el producto de los procesos evolutivos que han sucedido como consecuencia de la gran diversidad fisiográfica, climática y biótica de Oaxaca, que coincide con parte de la zona de transición de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical 1308.

*Tabla 3. Comparación de especies faunísticas*

GRUPO	OAXACA	REPÚBLICA MEXICANA
Aves	736	1,250
Mamíferos	194	491
Reptiles	245	804
Anfibios	133	361
Peces	127	2,122

## Aves

Las especies de aves del Estado representan el 58.8% del total de la avifauna nacional, de las cuales un total de 61 especies son endémicas y 14 cuasiendémicas de México, destacando las 4 especies endémicas al estado. El endemismo se concentra en las montañas del oeste y sur del estado y las zonas áridas (Navarro S. et al., 2004). En el estado de Oaxaca existen al menos 736 especies, de las cuales 320 son residentes permanentes en el Istmo de Tehuantepec y 115 especies son migratorias o residentes de invierno (Navarro et al., 2004). En cuanto a las especies migratorias, el Istmo es considerado como un importante corredor y refugio temporal para especies que se reproducen en Norteamérica y migran cada año hacia latitudes menores, aunque muchas otras especies permanecen en el sitio durante todo el invierno (Shaldach et. al. 1997). Sin embargo, no hay muchos estudios sobre la avifauna istmeña, y probablemente el más detallado sea el trabajo de Shaldach et al. (1997) quienes reportan 235 especies de aves.

La riqueza total de especies se concentra en las regiones tropicales de tierras bajas, como la selva alta perennifolia de la región atlántica y la selva caducifolia del Pacífico y el istmo, seguido de los hábitats montanos y por último los áridos (Navarro S. et al., 2004).

Para el área de estudio la Poligonal “Juchitán”, las Aves se encuentra representada por 59 especies, de estas 57 corresponden a nombres válidos, dos especies fueron determinadas sólo a nivel género (Aratinga sp. y Geothlypis sp.). Mientras que para el poligonal del “Espinal” el total de especies de aves registradas en 13 órdenes, 28 familias y 52 géneros y se encuentran representadas por 45 especies, de éstas, 44 corresponden a nombres válidos, una especie fue determinada sólo a nivel género (Aratinga sp.). Estas especies se encuentran contenidas en 13 órdenes, 21 familias y 37 géneros. (MIA-Eólica del Sur, 2014).

**Tabla 4. Lista de aves para la Poligonal “Juchitán”**

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	<i>Anas</i>	<i>Anas clypeata</i>
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	<i>Dendrocygna</i>	<i>Dendrocygna autumnales</i>
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Archilochus</i>	<i>Archilochus alexandri</i>
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Archilochus</i>	<i>Archilochus colubris</i>
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Heliomaster</i>	<i>Heliomaster Constanti</i>
<b>Caprimulgiformes</b>	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus</i>	<i>Caprimulgus carolinensis</i>
<b>Caprimulgiformes</b>	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus</i>	<i>Nyctidromus albicollis</i>
<b>Charadriiformes</b>	Burhinidae	<i>Burhinus</i>	<i>Burhinus bistriatus</i>

<b>Charadriiformes</b>	Scolopacidae	<i>Calidris</i>	<i>Calidris alba</i>
<b>Charadriiformes</b>	Charadriidae	<i>Charadrius</i>	<i>Charadrius vociferus</i>
<b>Charadriiformes</b>	Recurvirostridae	<i>Himantopus</i>	<i>Himantopus mexicanus</i>
<b>Charadriiformes</b>	Jacanidae	<i>Jacana</i>	<i>Jacana spinosa</i>
<b>Ciconiiformes</b>	Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>Ardea alba</i>
<b>Ciconiiformes</b>	Ardeidae	<i>Bubulcus</i>	<i>Bubulcus ibis</i>
<b>Ciconiiformes</b>	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Cathartes aura</i>
<b>Ciconiiformes</b>	Ciconiidae	<i>Mycteria</i>	<i>Mycteria americana</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina inca</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Leptotila</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida asiatica</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida macroura</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Geococcyx</i>	<i>Geococcyx velox</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Morococcyx</i>	<i>Morococcyx erythropygus</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Piaya</i>	<i>Piaya cayana</i>
<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>Buteo magnirostris</i>
<b>Falconiformes</b>	Falconidae	<i>Caracara</i>	<i>Caracara cheriway</i>
<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Chondrohierax</i>	<i>Chondrohierax uncinatus</i>
<b>Galliformes</b>	Odontophoridae	<i>Colinus</i>	<i>Colinus virginianus</i>
<b>Galliformes</b>	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis poliocephala</i>
<b>Passeriformes</b>	Emberizidae	<i>Aimophila</i>	<i>Aimophila ruficauda</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Cacicus</i>	<i>Cacicus melanicterus</i>
<b>Passeriformes</b>	Corvidae	<i>Calocitta</i>	<i>Calocitta formosa</i>
<b>Passeriformes</b>	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus</i>	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Contopus</i>	<i>Contopus cooperi</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Dendroica</i>	<i>Dendroica chepetia</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Dendroica</i>	<i>Dendroica magnolia</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Dendroica</i>	<i>Dendroica petechia</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Dendroica</i>	<i>Dendroica virens</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Dives</i>	<i>Dives dives</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Geothlypis</i>	<i>Geothlypis sp.</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus cucullatus</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus gularis</i>

<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus pectoralis</i>
<b>Passeriformes</b>	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>Mimus gilvus</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Myiarchus</i>	<i>Myiarchus tyrannulus</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Myiodynastes</i>	<i>Myiodynastes luteiventris</i>
<b>Passeriformes</b>	Hirundinidae	<i>Petrochelidon</i>	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Pitangus</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>
<b>Passeriformes</b>	Sylciidae	<i>Platalea</i>	<i>Platalea ajaja</i>
<b>Passeriformes</b>	Sylciidae	<i>Polioptila</i>	<i>Polioptila albiloris</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Seiurus</i>	<i>Seiurus noveboracensis</i>
<b>Passeriformes</b>	Emberizidae	<i>Sporophila</i>	<i>Sporophila minuta</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Tyrannus</i>	<i>Tyrannus forficatus</i>
<b>Pelicaniformes</b>	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax</i>	<i>Phalacrocorax auritus</i>
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Dryocopus</i>	<i>Dryocopus lineatus</i>
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>Melanerpes aurifrons</i>
<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Amazona</i>	<i>Amazona albifrons</i>
<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Aratinga</i>	<i>Aratinga sp.</i>

Tabla 5. Lista de aves para la Poligonal “El Espinal”

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	<i>Dendrocygma</i>	<i>Dendrocygma autumnales</i>
<b>Caprimulgiformes</b>	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus</i>	<i>Nyctidromus albicollis</i>
<b>Ciconiformes</b>	Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>Ardea alba</i>
<b>Ciconiformes</b>	Ardeidae	<i>Bubulcus</i>	<i>Bubulcus ibis</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina inca</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina passerina</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina talpacoti</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Leptotila</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida asiatica</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Morococcyx</i>	<i>Morococcyx erythropygus</i>
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Piaya</i>	<i>Piaya cayana</i>



<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>Buteo magnirostris</i>
<b>Galliformes</b>	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis poliocephala</i>
<b>Galliformes</b>	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis vetula</i>
<b>Grulliformes</b>	Rallidae	<i>Fulica</i>	<i>Fulica americana</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Agelaius</i>	<i>Agelaius phoenicius</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Cacicus</i>	<i>Cacicus melanicterus</i>
<b>Passeriformes</b>	Corvidae	<i>Calocitta</i>	<i>Calocitta Formosa</i>
<b>Passeriformes</b>	Troglodytidae	<i>Campylorinchus</i>	<i>Campylorinchus rufinucha</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Contopus</i>	<i>Contopus cinereus</i>
<b>Passeriformes</b>	Parulidae	<i>Dendroica</i>	<i>Dendroica petechia</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Dives</i>	<i>Dives dives</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Euphagus</i>	<i>Euphagus cyanocephalus</i>
<b>Passeriformes</b>	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	<i>Hirundo rustica</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus gularis</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus pustulatus</i>
<b>Passeriformes</b>	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>Mimus gilvus</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Pitangus</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>
<b>Passeriformes</b>	Sylciidae	<i>Polioptila</i>	<i>Polioptila albiloris</i>
<b>Passeriformes</b>	Sylciidae	<i>Polioptila</i>	<i>Polioptila caerulea</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<b>Passeriformes</b>	Hirundinidae	<i>Riparia</i>	<i>Riparia riparia</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Sayornis</i>	<i>Sayornis saya</i>
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Sturnella</i>	<i>Sturnella magna</i>
<b>Passeriformes</b>	Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus rufopalliatus</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Tyrannus</i>	<i>Tyrannus melancholicus</i>
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Tyrannus</i>	<i>Tyrannus verticalis</i>
<b>Pelicaniformes</b>	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax</i>	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Dryocopus</i>	<i>Dryocopus lineatus</i>
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>Melanerpes aurifrons</i>
<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Aratinga</i>	<i>Aratinga canicularis</i>

<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Aratinga</i>	<i>Aratinga holochlora</i>
<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Aratinga</i>	<i>Aratinga</i> sp.
<b>Strigiformes</b>	Strigidae	<i>Ciccaba</i>	<i>Ciccaba virgata</i>

Durante el monitoreo de ruido se observaron 34 especies de aves, las cuales se muestran en el siguiente listado.

**Tabla 6. Lista de aves observadas durante el monitoreo de ruido**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra
<b>Caprimulgiformes</b>	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Tapacamino tu-cuchillo
<b>Charadriiformes</b>	Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván
<b>Clconiformes</b>	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera
<b>Clconiformes</b>	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común
<b>Clconiformes</b>	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero
<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera
<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris
<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor
<b>Falconiformes</b>	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra
<b>Falconiformes</b>	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Quebrantahuesos
<b>Galliformes</b>	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común
<b>Galliformes</b>	Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz
<b>Passeriformes</b>	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca de cara blanca
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
<b>Passeriformes</b>	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero

<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano
<b>Piciformes</b>	Picidae	<i>Picuius rubiginosus</i>	Carpintero oliváceo
<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Aratinga holochlora</i>	Perico mexicano
<b>Strigiformes</b>	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza
<b>Trogoniformes</b>	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon citrino

## Mamíferos

El estado de Oaxaca cuenta con 194 especies de mamíferos, de las cuales 82 corresponden a mamíferos voladores (Navarro S. *et al.*, 2004).

Para la zona de estudio se ha reportado una riqueza de 14 especies agrupadas en 10 géneros y 5 familias, que representa el 21,53% de las especies reportadas para el Istmo de Tehuantepec (65) y el 16,09% de la quiróptero-fauna del estado de Oaxaca. (MIA-Eólica del Sur, 2014).

*Tabla 7. Lista de murciélagos potenciales para la zona*

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago de Peter
Emballonuridae	<i>Declidurus albus</i>	Murciélago blanco
Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro menor
Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i>	Murciélago narigón
Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago rayado
Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago mastín de Pallas
Molossidae	<i>Nyctinomops aurilpinosus</i>	Murciélago cola suelta
Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélago cola suelta ancha

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola suelta brasileño
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago fantasma
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyii</i>	Murciélago espalda desnuda
Mormoopidae	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo de Wagner
Mormoopidae	<i>Pteroyiohis panseuii</i>	Murciélago bigotudo
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago orejas de embudo mexicano
Noctilionidae	<i>Noctilo leporinus</i>	Murciélago pescador
Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago gorabón
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frugívoro de Allen
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frugívoro jamaicano
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante
Phyllostomidae	<i>Carollia subrufa</i>	Murciélago cola corta
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada
Phyllostomidae	<i>Chiroderma salvini</i>	Murciélago ojón de Salvin
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago ojón áspero
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo
Phyllostomidae	<i>Choeroniscus godmani</i>	Murciélago lengüetón
Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frugívoro pigmeo
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro
Phyllostomidae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro pata peluda
Phyllostomidae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	Murciélago lengüetón
Phyllostomidae	<i>Glossophaga leachii</i>	Murciélago lengüetón de Leachi
Phyllostomidae	<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago lengüetón de xiutepec
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga
Phyllostomidae	<i>Lamproncycteris brachyotis</i>	Murciélago orejón garganta amarilla
Phyllostomidae	<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago de curazao
Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejón mexicano
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón brasileño

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Murciélago lanza pálida
Phyllostomidae	<i>Stumira liliun</i>	Murciélago de charreteras
Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de charreteras mayor
Phyllostomidae	<i>Trachops cirrhosus</i>	Murciélago de labio verrugoso
Phyllostomidae	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago acampador oscuro
Phyllostomidae	<i>Uroderma magnirostrum</i>	Murciélago acampador pálido
Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago cola peluda norteño
Vespertilionidae	<i>Myotis fortidens</i>	Miotis canelo
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Miotis patas peluda
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor

## 5 METODOLOGÍA

### 5.1 Recopilación y análisis de información bibliográfica.

Recopilación de información bibliográfica existente sobre ruido ambiental en parques eólicos y su afectación a poblaciones de avifauna y murciélagos, se realizó una revisión de toda aquella información que se consideró adecuada y útil para elaborar los análisis así como el informe final.

### 5.2 Elaboración de un Sistema de Información Geográfico.

#### 5.2.1 Desarrollo de mapas predictivos.

Se realizó un análisis estructural de los datos obtenidos en el muestreo mediante el método de interpolación “*Kriging Simple*”, el cual está diseñado para remover los sesgos que presenten los datos.

En base a este modelo geoestadístico se elaboraron los mapas predictivos, estos permiten predecir los valores posibles para lugares que no han sido medidos, a partir de los resultados obtenidos en los diferentes puntos de medición.

La proyección del ruido ambiental con el proyecto en operación se generó a partir de las mediciones obtenidas en campo a las cuales se adjuntaron los puntos donde se sembraran los aerogeneradores, con un nivel de 70dB.

Estos mapas se realizaron con ArcGIS 10.2.

### 5.3 Trabajo de campo

La toma de mediciones de ruido ambiental con sonómetros dentro del polígono del parque, se realizó tomando como base el sembrado de los aerogeneradores y la infraestructura existente y tomando mediciones a aerogeneradores en funcionamiento en proyectos vecinos para tener una referencia o mediciones “Testigo”.

#### 5.3.1 Estrategia de monitoreo

Los criterios empleados para determinar la ubicación de los puntos de medición fueron los siguientes:

- Sembrado de los aerogeneradores.
- Localización de las posibles fuentes generadoras de ruido.
- Huertas
- Infraestructura carretera e hidráulica

#### 5.3.2 Equipo utilizado

Para la medición de los niveles de ruido se utilizó un equipo de lectura digital directa:

Sonómetro de ruido digital marca TES modelo TES-1352H(TM), trabaja con un rango de 30 dBA a 130 dBA, operando con un nivel de respuesta SLOW.

#### 5.3.3 Trabajo de campo

Las mediciones se realizaron de manera diurna y nocturna en ambos polígonos.

Se realizaron un total de 65 mediciones de ruido de un minuto cada una:

- 36 en el polígono de Juchitán
- 28 en el polígono de El Espinal

Con esto se garantiza más de una hora de mediciones de ruido ambiental en ambos polígonos.

Se identificaron áreas prioritarias (percha, anidación y alimentación) así como observación de especies residentes.

## 6 RESULTADOS

Se elaboraron 65 fichas con los datos de ruido monitoreado, coordenadas, datos de promedio de ruido por sitio de muestreo, descripción de los sitios y fotografía; así como, gráfica del total de datos obtenidos: ruido mínimo, máximo y total (**ver anexo 3. Gráficas**).

Los rangos de ruido ambiental registrados fueron de 42.6 dB a 94.2 dB, los más altos se registraron en zonas donde las ráfagas de aire incrementan el nivel de ruido (huertas y zonas de pastizal abierto) las carreteras y vialidades secundarias, donde fue posible observar individuos de avifauna y murciélagos.

**Tabla 8: Tabla de datos totales de ruido monitoreado en el área de proyecto y perímetro del proyecto parque eólico de Eólica del Sur**

dB Totales registrados		
Mínimo	Máximo	Promedio
42.6	94.2	63.4

Los límites máximos permisibles del nivel sonoro de acuerdo a la **NOM-081-SEMARNAT-1994 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN.**, en ponderación “A” emitido por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 7.

**Tabla 9: Límites máximos de ruido de acuerdo a la normatividad mexicana**

Horario	Límites máximos permisibles
de 6:00 a 22:00	68 dB (A)
de 22:00 a 6:00	65 dB (A)

El valor promedio del ruido ambiental del proyecto está dentro de lo establecido por la normatividad mexicana.

El mapa predictivo de ruido ambiental (**ver Anexo 2. Mapas predictivos de ruido ambiental**), para el proyecto Eólica del Sur indica una tendencia en el aumento del ruido ambiental hacia las zonas donde la elevación del terreno se incrementa, esto debido a la velocidad del viento ya que al no existir cortinas rompevientos ni obstáculos para el mismo además de la fisiografía de la zona la cual corresponde a una llanura, al chocar en las

partes más elevadas que además son zonas con mayor densidad de vegetación provoca el incremento en los niveles de ruido ambiental en la zona.

En los parques vecinos donde ya se encuentran instalados y en operación los aerogeneradores se observaron aves y murciélagos durante los muestreos diurnos y nocturnos.



**Tabla 10: Valores de ruido ambiental en aerogeneradores de parques eólicos vecinos**

<b>dB de línea comparativa de Aerogeneradores aledaños al proyecto (Muestreo 63)</b>		
<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
65.9	89	73.7

<b>dB tomados en la plataforma de un aerogenerador operando, propiedad de un parque aledaño (Muestreo 8)</b>		
<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
58.2	73.5	62.2

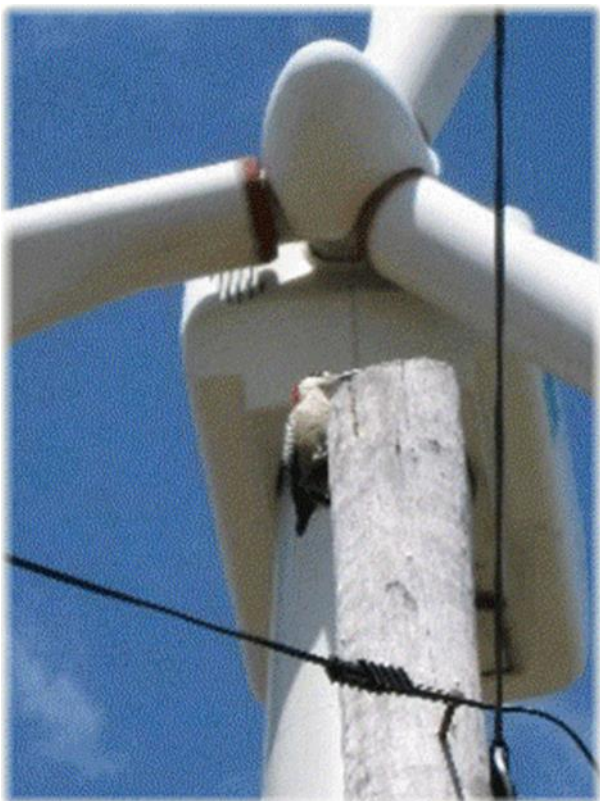
<b>dB tomados en las cercanías de una línea de aerogeneradores operativos pertenecientes a un parque vecino (Muestreo 6)</b>		
<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
46.5	69.2	52.3

En la bibliografía revisada para este trabajo en ninguno, se hace referencia a muertes por efectos del ruido; la muertes registradas en los parques Eólicos de todo el mundo es debido a que las aves y murciélagos pueden llegar a colisionar con los aerogeneradores (Asociación Mexicana de Energía Eólica).

## **7 CONCLUSIONES**

La operación de los aerogeneradores de un parque eólico no produce emisiones de ruidos que causen molestia a los pobladores de la comunidad ni a las personas que transitan en vehículos por carretera, y probablemente tampoco a la fauna de la zona, ya que es común ver aves paradas en la cerca perimetral de las máquinas y alimentándose debajo de ellas, además ganado pastando debajo de los aerogeneradores en funcionamiento. La Figura 3 muestra a un ave buscando alimentos cerca de un aerogenerador, esta es un individuo de la especie carpintero verde (*Xiphidiopicus percussus*) endémica de Cuba y no es frecuente su observación.

*Figura 3: Las visitas de los carpinteros verdes (*Xiphidiopicus percussus*), al Parque de Turiguanó (Cuba) son muy frecuentes, estén parados o girando los aerogeneradores.*



Con base a los resultados evaluados en diversos países, parques en México y mediciones realizadas en la zona, a los parques eólicos vecinos, se concluye que los aerogeneradores son equipos de bajo impacto, desde el punto de vista acústico ya que sus niveles de ruido están por debajo de la normatividad y estos niveles de ruido no representan una afectación para las poblaciones de aves y murciélagos en la zona.

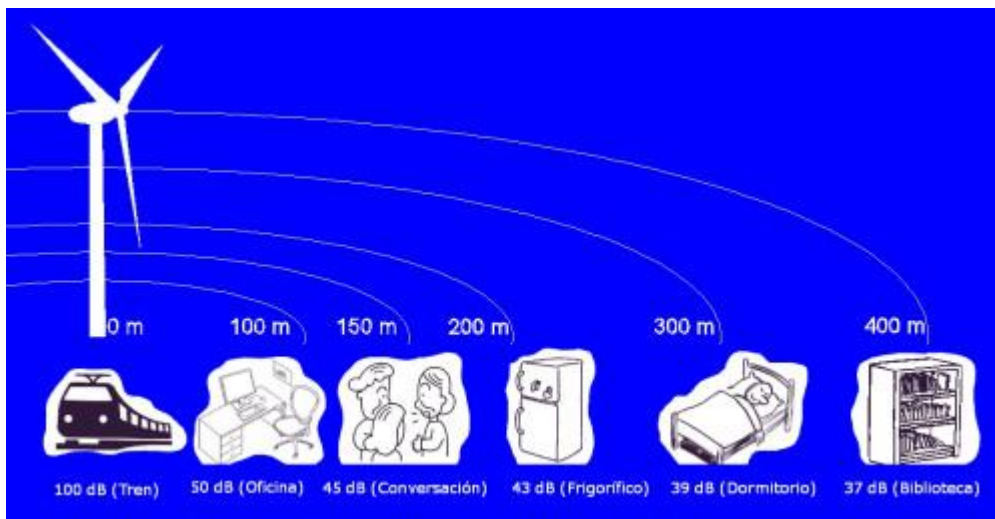
Las distancias a las que son instalados no permiten que las ondas de choque provoquen que los habitantes de las zonas rurales puedan recibir ruidos perjudiciales a su salud.

1. Con base a los resultados mostrados en el análisis de ruido se mantiene válida la hipótesis de la disminución de la intensidad sonora evaluada en estudios, en los que al alejarse de la fuente de ruido, este disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente en un campo libre.

2. De acuerdo con los registros en diferentes lugares, se puede afirmar que a distancias superiores de 150 m el ruido percibido sería similar al de una conversación normal, lo cual

no puede provocar efectos negativos en el ser humano y debido a las bajas frecuencias, no afectaría a los animales.

*Figura 4: Ruido generado por un aerogenerador en función de la distancia.*



**Fuente: Rustarazo González**

El viento al incidir sobre las palas de los aerogeneradores produce ruido. También hay otros ruidos generados por los mecanismos internos de la góndola, aunque son menos importantes.

En cualquier caso, el ruido producido no es excesivo.

El ruido generado por un aerogenerador depende de muchos factores, sin embargo los principales son los siguientes:

- La intensidad del viento reinante en ese momento.
- La distancia al aerogenerador.

Relación entre velocidad del viento y ruido generado por un aerogenerador (Fuente: Vestas)	
11 km/h	96.7 dB (A)
14 km/h	98.1 dB (A)
18 km/h	101.2 dB (A)
22 km/h	104.3 dB (A)
25 km/h	104.4 dB (A)
29 km/h	104.2 dB (A)
32 km/h	104.1dB (A)

El débil sonido que producen aunque bajo, sí es repetitivo. Se podría comparar al de las olas del mar.

La tendencia actual es fabricar aerogeneradores cada vez mayores. Estos modelos tienen mayores potencias y permiten su instalación en áreas de menor viento al girar a menor velocidad. Por lo que se puede deducir que cada vez los aerogeneradores son más silenciosos, ya que se instalan en lugares con vientos más tranquilos, y giran a menor velocidad. La mayor altura de los modernos generadores también disminuye la presión sonora generada.

Como conclusión, se identificó que los niveles sonoros registrados en el área del proyecto y su zona de influencia se ven afectados por la velocidad del viento que sopla en la región, siendo el principal factor de alteración en los niveles de ruido en la zona y en un segundo término el tráfico vehicular que circula por las carreteras que atraviesan el área del proyecto así como su zona de influencia.

Dadas las características del viento en la región es difícil distinguir el ruido que se genera por los diversos elementos físicos, bióticos o antropogénicos que interactúan en el área del proyecto o su zona de influencia con el ruido de fondo generado por el viento mismo.

Los patrones de conducta y la actividad de la avifauna y de murciélagos no se ve afectada con el ruido de fondo que se monitoreo en el presente estudio ya que los valores que se observan en los diferentes muestreos tienen una diferencia de hasta 30 dB y en estos incrementos de ruido ambiental ocasionados por incremento en la velocidad del viento (ráfagas) no se observan cambios conductuales tanto en las aves como en los murciélagos.

Como se aprecia en la Figura 4 a 300 m de un aerogenerador el ruido producido es muy reducido, por lo que la instalación y operación del proyecto Eólica del Sur no representa mayor problema ya que su operación no incide en un incremento en el ruido ambiental del área del proyecto y su zona de influencia, por lo que no afectará los patrones de

comportamiento de la avifauna y de los murciélagos; como se mencionó anteriormente, el ruido de los aerogeneradores se confunde con el ruido de fondo del viento por esta causa no hay una afectación a la avifauna ya que no diferencian el ruido de fondo con el de los aerogeneradores. En relación a los murciélagos tal como lo citan varios autores los aerogeneradores no producen ultrasonidos por lo cual no afectan sus patrones de comportamiento.

Se concluye que la operación del proyecto no representa un incremento o alguna modificación al ruido ambiental del área del mismo, así como de su zona de influencia de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio y al análisis bibliográfico de las investigaciones realizadas por diferentes autores en relación a la afectación del ruido producido por los aerogeneradores a la avifauna y a los murciélagos.

Por lo tanto se considera que no es necesario presentar anualmente un estudio de ruido del proyecto en operación, pero se deberá presentar en el Programa de Vigilancia Ambiental un reporte de tomas periódicas de ruido con lo cual se asegure que la operación del proyecto no presente desviaciones en su operación normal.

## 8 REFERENCIAS

- Ahlén, I. 2003. Wind turbines and Bats- a pilot study. Sveriges Lantbruks Universitet. 1-5.
- Amdee. 2014. Asociación Mexicana de Energía Eólica. <http://www.amdee.org/>.
- Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante, J. Valls y J. Domínguez. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid.
- Barrios, L. 1995. Incidencia de las Plantas de Aerogeneradores sobre La Avifauna en la Comarca del campo de Gibraltar. SEO/BirdLife para la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. 1-92.
- Bohigas., J. 2010. Viento, aves, ruido y estética. Versión digital. <http://www.elvigia.net>.
- Borjas, M. 2005. Prospectiva de la Tecnología de Generación Eoloeléctricas. Instituto de Investigaciones Eléctricas División de Energías Alternas Gerencia de Energías No Convencionales. Cuernavaca, Morelos.1-23.
- CENAPRED. 2014. Atlas Nacional de Riesgos. Secretaria de Gobernación. <http://www.cenapred.unam.mx>.
- CISA-GAMESA. Reporte final del estudio de aves residentes y migratorias del proyecto eólico Proyecto Eólico Bii Nee Stipa II, La Ventosa, Oaxaca. 1-67.
- Comisión Nacional del Agua. 2014. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.conagua.gob.mx/>.
- CONABIO. 2014. Lista de Aves de México. <http://avesmx.conabio.gob.mx>.
- De Lucas., M., Guyonne F.E. Janss and Miguel Ferre (Edts). 2009. Aves y parques eólicos. Valoración del riesgo y atenuantes. Versión electrónica. 1-291.
- Eólica del Sur, S.A. de C.V. 2014. "Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Eólica del Sur". Oaxaca. IV-i a IV-104.
- Gómez, R. *et al.*, 2014. Recolección y análisis de estudios realizados a nivel mundial en torno al impacto que tienen sobre la avifauna, las actividades de construcción y operación de instalaciones eoloeléctricas. Versión electrónica. 1-42.

Johnson, *et al.*, 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 2004, 32(4):1278–1288.

La Fundación Migres y el Centro Nacional de Energías Renovables iniciarán proyectos de investigación para mejorar la protección de la avifauna en el entorno de los parques eólicos. 2012. <http://www.fundacionmigres.org>.

R. Dooling, Ph.D. 2002. Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines. NREL is a U.S. Department of Energy Laboratory Operated by Midwest Research Institute. 1-86.

Rodríguez, E., Tiscornia, G. y Olivera., L. 2009. Diagnóstico de las aves y mamíferos voladores que habitan en el entorno de la sierra de los caracoles y el diseño de un plan de monitoreo. Administración de Usinas y Transmisiones eléctricas. Sierra de Caracoles, Uruguay. 1-49.

Schaub, A., J. Ostwald and B. M. Siemers. 2008. Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211. 3174-3180.

Schwartz, D.E., *et al.*, 2004. Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca. Versión electrónica. 1-48.

Servicio Meteorológico Nacional. 2014. Comisión Nacional del Agua. <http://smn.cna.gob.mx>.

Servicio Sismológico Nacional. 2014. Universidad Autónoma de México. <http://www.ssn.unam.mx>.

Villagómez -Velázquez. Y. 1995. Avance del proyecto Inversión pública y respuesta campesina: el caso del Istmo de Tehuantepec. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 1-23.

## 9 PARTICIPANTES

Dr. Rafael Romero Luna  
Ingeniero Agrónomo  
Cédula Prof. 5704763  
[rafael.romeroluna@mareterraconsultores.com](mailto:rafael.romeroluna@mareterraconsultores.com)

José Alonso Montes Ortega  
Lic. en Biología  
Cédula Prof. en trámite

Astrid Maud Sybil Rodríguez Sánchez  
Lic. en Biología

Juan Gualberto Soto Franco  
Lic. en Biología

Erika Gómez Pérez  
Pasante de Biología

Alejandra Albert Tejera  
Lic. en Ciencias Ambientales

Jorge Cosme Martínez Guerrero  
Médico Veterinario Zootecnista

Urania Contreras Rivera  
Médico Cirujano y Partero  
Cédula Profesional 3633727

Gabriela Reyes Olvera  
Lic. Ciencias de la Comunicación  
Cédula Prof. 3285592