

**CFE** *Una empresa  
de clase mundial*

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS TERMOELÉCTRICOS**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL "A", PARA EL PROYECTO  
40 CE SURESTE I FASE II**



**Responsable del proyecto  
Dr. Rafael Villegas Patraca**

**SEPTIEMBRE 2012**

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN  
COORDINACIÓN DE PROYECTOS TERMOELÉCTRICOS

**Manifestación de Impacto Ambiental,  
Modalidad Regional "A", para el Proyecto  
40 CE Sureste I Fase II**

**Coordinador del proyecto:  
Dr. Rafael Villegas Patraca**

**Créditos**

***Responsables técnicos***

Biol. Rodolfo Augusto López Polanco  
L.E. Marissa Mora Acosta  
Lic. Patricia Ortiz López  
Geog. Gerardo Domínguez Domínguez

***Responsables de Estudios***

***Vinculación con los ordenamientos jurídicos***

Lic. Patricia Ortiz López

***Área de Estudio***

L.E. Marissa Mora Acosta  
Geog. Gerardo Domínguez Domínguez

***Clima, Geología, Hidrología y Suelo***

Biol. Teófilo Edmundo Salazar Chimal  
Biol. Alexandro Medina Chena

***Fauna Terrestre***

Biol. Fernando Molina Montes  
Biol. Rafael Tepatlan Vargas  
Biol. Andrés Yankani Gómez Cime

***Avifauna***

Biol. Eduardo Ramírez Almanza  
M. de C. Sergio Arturo Cabrera Cruz  
Biol. Carlos Arturo Miranda Teva

***Quirópteros***

Biol. Fernando Medina Montes  
Biol. Andres Yankani Gómez Cime  
Biol. Rafael Tepatlan Vargas

***Vegetación Terrestre***

Biol. Victor Gómez Ortega

***Aspectos Socioeconómicos***

Lic. Patricia Ortiz López

***Diagnóstico Ambiental***

L.E. Marissa Mora Acosta

***Identificación, descripción y evaluación de  
impactos ambientales***

Biol. Rodolfo Augusto López Polanco

***Medidas preventivas y de mitigación de los  
Impactos***

***Ambientales***

Biol. Rodolfo Augusto López Polanco

***Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación  
de alternativas***

M. de C. Claudia Lorena Navarro Lamarque

***Identificación de Instrumentos metodológicos***

Biol. Alexandro Medina Chena

***Manejo de SIG y análisis espacial***

L.E. Marissa Mora Acosta  
Geog. Gerardo Domínguez Domínguez

***Edición de la MIA***

Lic. Patricia Ortiz López

***Apoyo técnico***

L.I. Ana Isabel García Solano

---

## INDICE DE CONTENIDO

<b>I</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>I-1</b>
<b>I.1</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>I-1</b>
I.1.1	Nombre del Proyecto	I-1
I.1.2	Ubicación del Proyecto	I-1
I.1.3	Duración del Proyecto	I-2
<b>I.2</b>	<b>Datos Generales del Promoviente</b>	<b>I-2</b>
I.2.1	Nombre o Razón Social	I-2
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente	I-2
I.2.3	Nombre y Cargo del Representante Legal (Se anexa copia certificada)	I-2
I.2.4	Dirección del Promoviente para Recibir u oír notificaciones	I-2
I.2.5	Nombre del consultor que elaboró el estudio	I-3
I.2.6	Registro Federal de Contribuyentes o CURP	I-3
I.2.7	Nombre del Responsable Técnico del Estudio	I-3
I.2.8	Dirección del Responsable Técnico del Estudio	I-3

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1.1 Nombre del Proyecto

Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.

### I.1.2 Ubicación del Proyecto

El proyecto 40 CE Sureste I Fase II, por sus coordenadas geográficas se ubica en el ejido Agua caliente La Mata, en el municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca. Se accesa al predio del sitio por la carretera N° 185 Matías Romero-Juchitán de Zaragoza (carretera Panamericana) y por la supercarretera Arriaga-Salina Cruz (Figura I-1) (Anexo I.1). El sitio se encuentra a 70 metros sobre el nivel del mar.

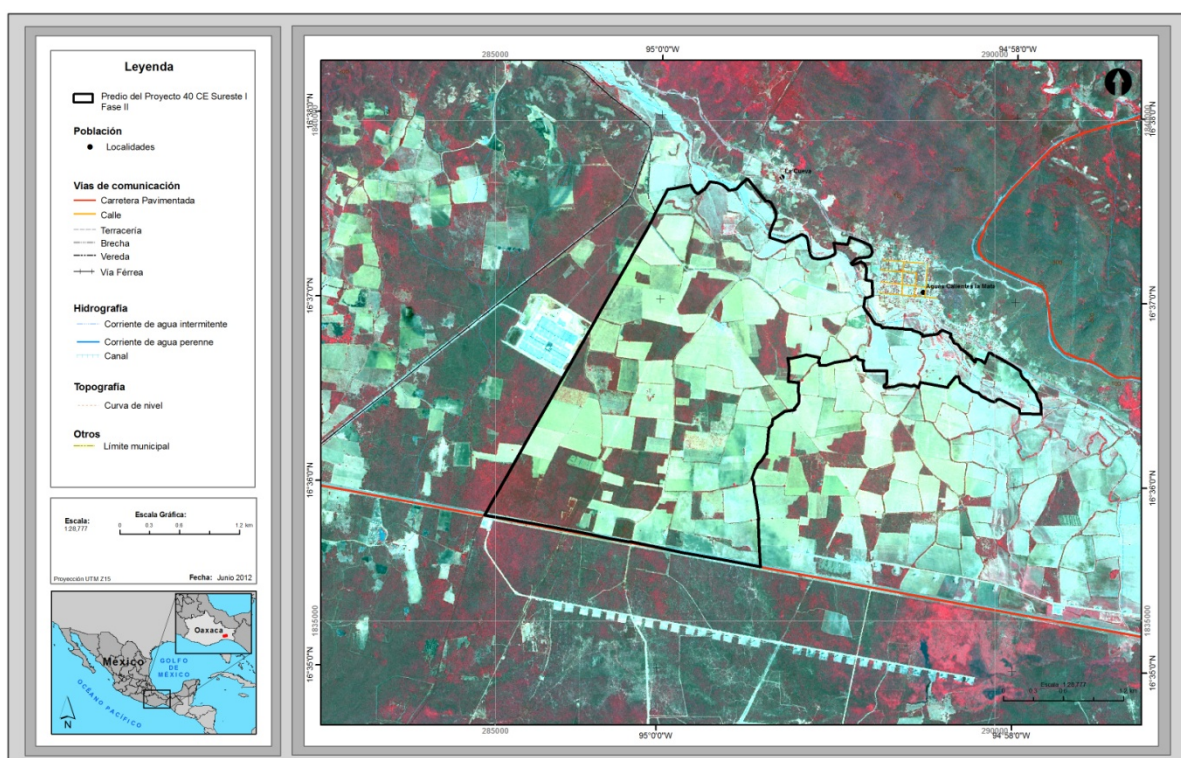


Figura I-1. Ubicación del Proyecto 40 C.E. Sureste I, Fase II.

### **I.1.3 Duración del Proyecto**

La vida útil del proyecto es de 20 años

## **I.2 Datos Generales del Promovente**

### **I.2.1 Nombre o Razón Social**

Comisión Federal de Electricidad

Por su naturaleza la Comisión Federal de Electricidad (CFE) no cuenta con acta constitutiva, la ley con la cual se creó la CFE se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el día 24 de agosto de 1937 (se anexa copia simple de la publicación) ver Anexo I.2.

### **I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal (Anexo I.3)**

Lic. Ricardo Izeta Gutiérrez

**I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio**

Instituto de Ecología, A.C.

**I.2.7 Nombre del Responsable Técnico del Estudio**

Dr. Rafael Villegas Patraca

LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL “A” DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II”, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

**PROMOVENTE:** COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

**REPRESENTANTE LEGAL:** Lic. Ricardo Izeta Gutiérrez

**PUESTO:**



LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL “A” DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II”, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

**CONSULTOR:** INSTITUTO DE ECOLOGÍA A.C.

### **RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN DEL ESTUDIO**

**NOMBRE:** DR. RAFAEL VILLEGAS PATRACA

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## CONTENIDO

<b>II</b>	<b>Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo</b>	<b>II-3</b>
<b>II.1</b>	<b>Información general del proyecto</b>	<b>II-3</b>
II.1.1	Naturaleza del proyecto	II-3
II.1.2	Justificación	II-11
	Justificación Ambiental	II-11
II.1.3	Ubicación física	II-18
II.1.4	Inversión requerida	II-22
<b>II.2</b>	<b>Características particulares del proyecto</b>	<b>II-22</b>
	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	II-39
II.2.1	Programa general de trabajo	II-41
II.2.2	Representación gráfica regional	II-43
II.2.3	Representación gráfica local	II-45
II.2.4	Preparación del sitio y construcción	II-46
II.2.5	Operación y mantenimiento	II-53
II.2.6	Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	II-57
II.2.7	Residuos	II-58

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura II-1. Distribución de los aerogeneradores en el polígono de proyecto, con relación a la vegetación afectada.</i>	II-5
<i>Figura II-2. Distribución de filas en el arreglo general del Proyecto 40 CE Sureste I fase II</i>	II-6
<i>Figura II-3. Características de los aerogeneradores AW 1500.</i>	II-7
<i>Figura II-4. Detalle de rotor y góndola de un aerogenerador</i>	II-8
<i>Figura II-5. Góndola típica de un aerogenerador y sus partes constitutivas</i>	II-9
<i>Figura II-6. Ubicación del polígono de proyecto en una perspectiva regional</i>	II-13
<i>Figura II-7. Barreras físicas en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</i>	II-14
<i>Figura II-8. Fraccionamiento parcelario en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</i>	II-15
<i>Figura II-9. Proyectos Eólicos en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.</i>	II-17
<i>Figura II-10. El proyecto se encuentra localizado en el estado de Oaxaca.</i>	II-18
<i>Figura II-11. Localización del sitio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</i>	II-19
<i>Figura II-12. Localización del sitio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</i>	II-20
<i>Figura II-13. Localización de coordenadas extremas en el polígono para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</i>	II-21
<i>Figura II-14. Con la distancia de más de 10 diámetros entre filas se evita el “efecto estela” y con esto evitar la afectación al óptimo funcionamiento de filas de aerogeneradores posteriores.</i>	II-23
<i>Figura II-15. Distancia establecida entre filas de aerogeneradores y entre aerogeneradores para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.</i>	II-23
<i>Figura II-16. El arreglo tres bolillo permite prever afectaciones de turbulencia por el “efecto estela” así como efectos sinérgicos por la caída accidental de algún aerogenerador.</i>	II-24
<i>Figura II-17. Distribución del camino principal al interior del polígono de proyecto cabe mencionar que adjunto se proyectan los colectores de energía “Buses”</i>	II-25
<i>Figura II-18. Diseño tipo del trazo de caminos y sus obras.</i>	II-27
<i>Figura II-19. Plataforma de maniobra, mostrando la superficie de la zapata en que se instala el aerogenerador.</i>	II-28
<i>Figura II-20. Longitud de la línea de Enlace Subestación Proyecto e Ixtepec Potencia.</i>	II-29
<i>Figura II-21 Trazo de la Línea de Enlace -S.E. de la CE Sureste I Fase II – Subestación Ixtepec</i>	II-31
<i>Figura II-22. Detalles de la torre que soportará la línea de enlace de S.E. Proyecto 40 CE Sureste I Fase II hacia S. E. Ixtepec- Potencia</i>	II-32
<i>Figura II-23. Detalles del poste de Transición hacia la S. E. Ixtepec Potencia</i>	II-33
<i>Figura II-24. Arreglo típico de una Subestación Eléctrica. La imagen de la estructura de “marco” para el tendido de la Línea de Enlace desde la S.E. Proyecto “40 CE Sureste I Fase II” a la S. E. de “Ixtepec Potencia” solo es ilustrativa</i>	II-34
<i>Figura II-25. Este tipo de apoyos sirven para cualquiera de las tres estructuras a utilizar Marco, Torre y Poste de transición.</i>	II-37
<i>Figura II-26. Imagen satelital con la localización del predio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.</i>	II-39
<i>Figura II-27. Imagen del predio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, en donde se observan sitios de cultivo.</i>	II-40
<i>Figura II-28. Ubicación geográfica del proyecto en el contexto regional.</i>	II-44
<i>Figura II-29. Ubicación geográfica del proyecto en el contexto local.</i>	II-45

**Figura II-30. Esquema del arreglo general de los aerogeneradores en el predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II y de la Línea de Enlace hasta Subestación Ixtepec Potencia. \_\_\_\_\_ II-46**

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro II-1. Capacidad del Proyecto y número de unidades, en función de la capacidad individual de los aerogeneradores a instalar en el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. _____</b>	<b>II-10</b>
<b>Cuadro II-2. Capacidad del Proyecto y número de unidades, en función de la capacidad individual de los aerogeneradores a instalar en el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II _____</b>	<b>II-16</b>
<b>Cuadro II-3. Coordenadas Extremas Polígono de Proyecto _____</b>	<b>II-21</b>
<b>Cuadro II-4 Características de la Línea de enlace _____</b>	<b>II-30</b>
<b>Cuadro II-5. Superficie a ocupar durante la etapa de preparación de sitio. _____</b>	<b>II-38</b>
<b>Cuadro II-6. Superficie a ocupar de manera permanente, en la etapa de operación y mantenimiento de la CE. _____</b>	<b>II-38</b>
<b>Cuadro II-7. Programa de Trabajo _____</b>	<b>II-42</b>
<b>Cuadro II-8. Equipo a utilizar en la etapa de construcción del proyecto. _____</b>	<b>II-53</b>
<b>Cuadro II-9. Actividades de mantenimiento y su periodicidad. _____</b>	<b>II-56</b>
<b>Cuadro II-10. Calendario de actividades para las obras de desmantelamiento _____</b>	<b>II-57</b>
<b>Cuadro II-11. Residuos sólidos peligrosos: etapas de preparación del sitio y construcción. _____</b>	<b>II-58</b>
<b>Cuadro II-12. Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación. _____</b>	<b>II-59</b>
<b>Cuadro II-13. Generación de residuos sólidos no peligrosos: durante las etapas de preparación del sitio y construcción. _____</b>	<b>II-59</b>
<b>Cuadro II-14. Generación de residuos sólidos durante la etapa de operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. _____</b>	<b>II-60</b>
<b>Cuadro II-15. Generación de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos durante la ejecución de la CE La Venta II. _____</b>	<b>II-60</b>
<b>Cuadro II-16. Requerimientos de maquinaria y equipo para las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. _____</b>	<b>II-65</b>
<b>Cuadro II-17. Emisiones a la atmósfera, por fuentes móviles durante la etapa de operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. _____</b>	<b>II-66</b>
<b>Cuadro II-18. Generación de ruido por el equipo y maquinaria en las diferentes etapas. _____</b>	<b>II-67</b>

## II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

Dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) 2010-2024 se considera la ejecución, del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, el cual estima la ampliación en la capacidad de generación eléctrica del tipo eólico, en la zona del Istmo de Tehuantepec, específicamente en la Zona de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca, este proyecto es integrado por un conjunto de obras y actividades.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se inscribe en el Sector Económico Secundario, (Se caracteriza por el uso predominante de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. Incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias). De acuerdo a lo que producen, sus grandes divisiones son construcción, industria manufacturera y electricidad, gas y agua.

Fuente: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=23824>,

y <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E>

El proyecto se realizará bajo el esquema de Productor Externo de Energía (PEE). La Central será construida, financiada y operada por una empresa privada con la cual se firmará un contrato de compra venta de energía eléctrica.

Uno de los sustentos que dan factibilidad técnica al proyecto es la evaluación del potencial eólico, realizada con datos horarios de velocidad y dirección del viento, parámetros que ha estado evaluando CFE en la región sur del Istmo. En 1995 la CFE, a través de la UNAM, realizó un estudio en el Istmo de Tehuantepec para conocer los fenómenos productores de viento, instalando estaciones de medición en varios sitios para tal fin; éstos abarcaron desde el Golfo de México hasta el Golfo de Tehuantepec. La evaluación de los datos medidos, velocidad y dirección del viento, indicaron que el mejor potencial eólico se localiza en la región sur del Istmo de Tehuantepec.

Otra característica que ha sido estudiada es la dirección del viento predominante que proviene del norte. Esta particularidad en la región hace posible ubicar a los aerogeneradores haciendo un uso más eficiente del terreno.

En el ejido Agua Caliente, La Mata del municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca, se tiene una superficie disponible de 894,50 hectáreas, en la cual se presenta el arreglo para el desarrollo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Es menester mencionar que el sitio para el Proyecto se ubica contiguo a la existente Subestación Ixtepec Potencia, de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con la cual se enlazarán para conducir a dicha subestación la energía eléctrica que se generará en la Central Eólica proyectada.

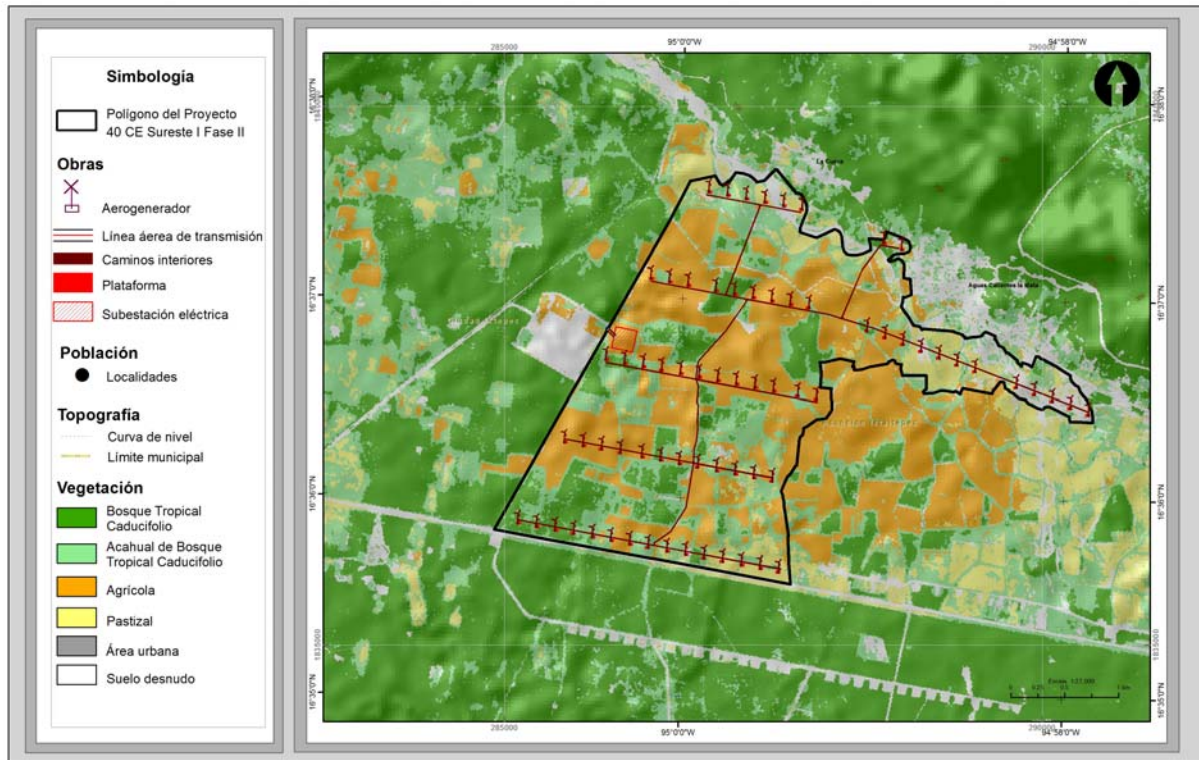
El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, contará con una capacidad nominal de 101,4 MW  $\pm$  2% y el arreglo estará integrado por 68 aerogeneradores cuya capacidad individual es de 1500 kW (1,5 MW). En el predio para el Proyecto, los aerogeneradores a instalar serán distribuidos en filas, en conjunto ocuparán una superficie muy pequeña en comparación a la superficie de terreno disponible para el arreglo. Éstos se ubicarán en su mayoría, en áreas agropecuarias, pastizales y suelo desnudo (**más del 70% del polígono del proyecto**), y en menor medida en áreas con vegetación (**Bosque Tropical Caducifolio BTC y BTC de acahual**).

El arreglo se realizó con la finalidad de afectar al mínimo la vegetación existente en el predio (**ver figura II.1**). Las filas de aerogeneradores estarán comunicadas por caminos de terracería, los cuales quedarán acondicionados con cunetas para evitar en lo posible interrumpir los escurrimientos naturales de agua del predio.

Como parte integral del Proyecto se construirá una Subestación elevadora a 230 kV y una línea de enlace, que conducirá la energía desde la subestación de la 40 CE Sureste I Fase II hasta la Subestación Ixtepec Potencia, contigua al sitio del Proyecto.

La instalación de los aerogeneradores, plataformas, zapatas, caminos, cunetas, buses, la Subestación del proyecto, la Línea de Enlace desde la Subestación propia de la Central hasta la subestación Ixtepec Potencia, y los edificios técnico-administrativos que se construirán dentro del predio forman parte integral del proyecto y en consecuencia del alcance de esta **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional "A"**.





**Figura II-1. Distribución de los aerogeneradores en el polígono de proyecto, con relación a la vegetación afectada.**

### Descripción del Proyecto.

El equipo por instalar consiste en aerogeneradores, AW1500 de velocidad variable de tres palas a barlovento, eje horizontal, regulado por un sistema de cambio de paso y con sistema de orientación activo. Cada aerogenerador tiene un rotor de aproximadamente 70 m de diámetro y utiliza un sistema especial de control capaz de adaptar al aerogenerador para operar en grandes intervalos de velocidad de rotor, que se soporta con una torre troncocónica cuya altura hasta el centro del rotor puede tener hasta 80 m; lo que con el radio de pala tiene una altura total de 115 m.

Los aerogeneradores serán Clase 1A conforme a la norma IEC-61400-1 (International Electrotechnical Commission, 3a edición 2005-08) y estarán distribuidos a lo largo de cinco filas identificadas como **A, B, C, D y E** (en la Figura II-2 del arreglo de proyecto), en forma escalonada, con una orientación E-W, perpendiculares a la dirección predominante del viento. Cada fila contará con un camino de interconexión y un camino de acceso y mantenimiento, este

camino, se orientará tangente a la base de cimentación de los aerogeneradores, al norte o al sur del eje longitudinal de la alineación, según sea factible. Los aerogeneradores se componen de: cono, rotor, palas, rodamientos de pala, carcasa, buje de pala, eje principal, multiplicadora (o sin multiplicadora) y rodamiento de eje, sistema de giro, torre y generador(es) eléctrico(s). Cada aerogenerador contará con un transformador para elevar de 690 V a 34,5 kV el voltaje, mediante buses colectores subterráneos, se conducirá la energía eléctrica producida en 34,5 kV hasta la SE de ésta central, en la cual se elevará la tensión de la energía eléctrica hasta los 230 kV..

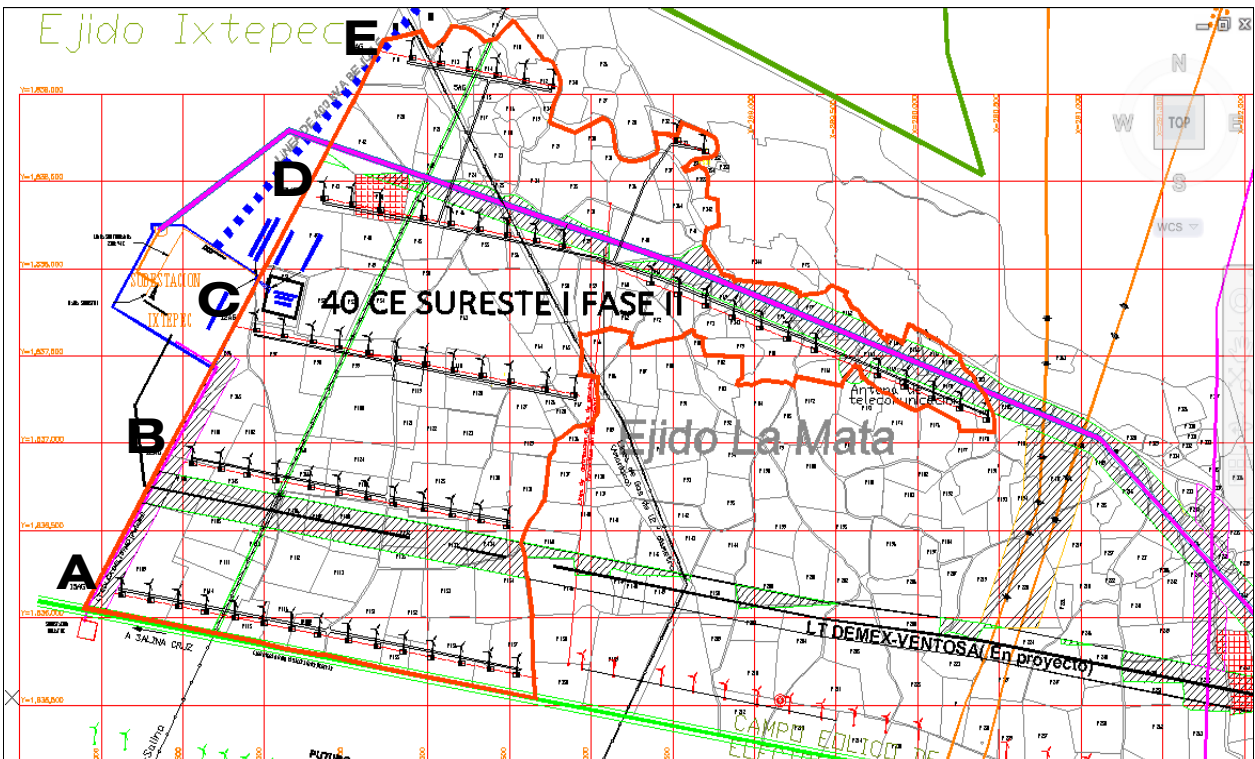
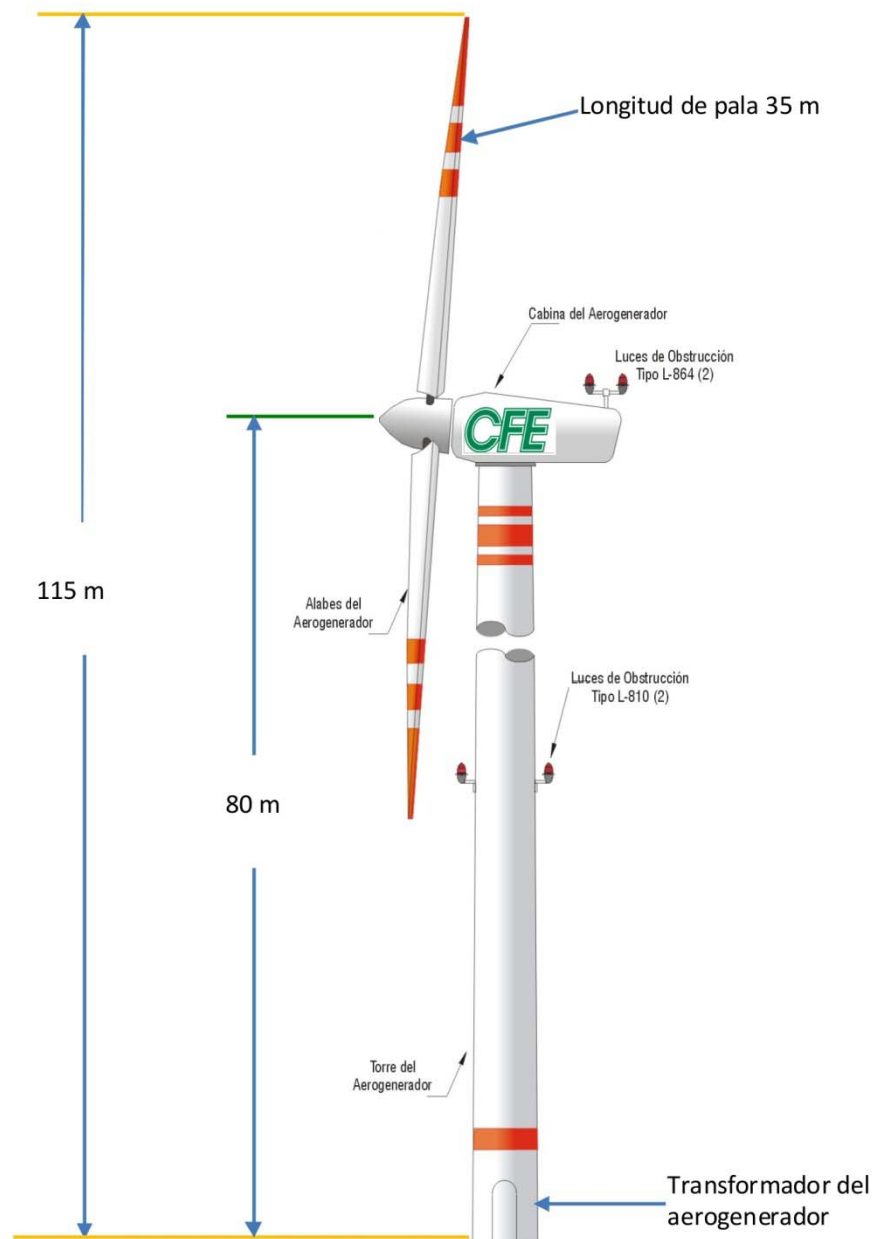


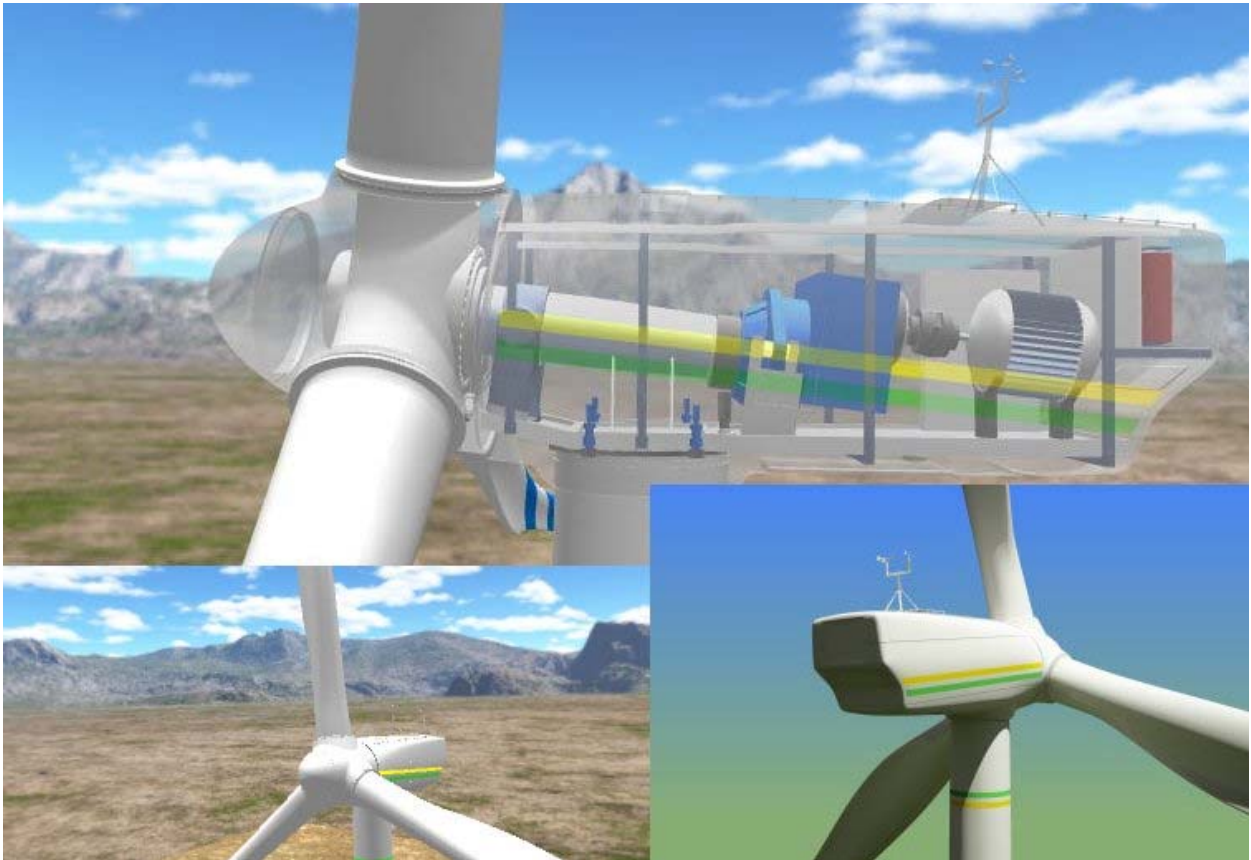
Figura II-2. Distribución de filas en el arreglo general del Proyecto 40 CE Sureste I fase II



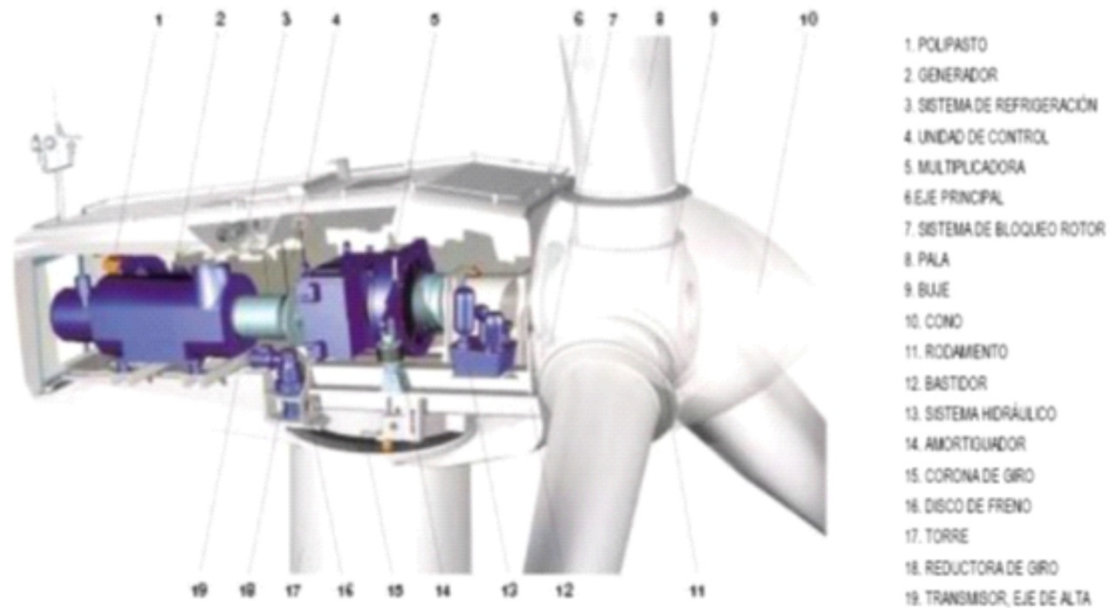
**Figura II-3. Características de los aerogeneradores AW 1500.**

También contarán con un sistema de monitoreo de las condiciones del viento, de tal manera que el control del aerogenerador lo hará girar para que el rotor esté siempre perpendicular a la dirección del viento. De ésta forma el aerogenerador podrá absorber la potencia máxima y se mantendrá generando energía dentro de los límites de velocidad del viento, recomendados por el fabricante de los aerogeneradores.

Los componentes mecánicos, eléctricos y de control para la generación eléctrica, aparte de la torre y las palas, se alojan en la góndola. Los elementos que llevan aceite lubricante son: el multiplicador (*algunas tecnologías de aerogeneradores carecen de este componente*) sistema hidráulico y el filtro de aceite. Todas las funciones del aerogenerador serán monitoreadas y controladas por un sistema de control (Unidad de Control) basado en microprocesadores, que va instalado en la góndola. Para ilustración véase las *Figura II-4 y Figura II-5*.



**Figura II-4. Detalle de rotor y góndola de un aerogenerador**



**Figura II-5. Góndola típica de un aerogenerador y sus partes constitutivas**

El sistema de control regula las revoluciones por minuto (rpm) y asegura que el aerogenerador siempre suministre una potencia eléctrica estable a la subestación y red eléctrica del proyecto y a continuación, a la red eléctrica nacional. Este sistema de control suministra, además, la energía con un factor de potencia de 95% atrasado y adelantado, para contribuir a la regulación del sistema eléctrico. El generador está protegido contra cortocircuitos y sobrecargas. Su temperatura es continuamente monitoreada mediante un instrumento denominado PT100<sup>1</sup>, en puntos del estator y de rodamientos.

El generador es capaz de trabajar simultáneamente con velocidad variable y mantener la potencia constante. El sistema de control tiene flexibilidad intrínseca respecto a la optimización de la energía, mínimo ruido durante el funcionamiento y reducción de cargas en la multiplicadora y en otros componentes.

El rotor consiste de tres palas de cambio de paso en la envergadura completa de la pala, rodamiento completo de cambio de paso y el buje en fundición nodular de hierro. Las palas son de 35 m de longitud con insertos especiales de acero en la raíz de las palas que las conectan hasta el centro del buje. Las palas están fabricadas en fibra de vidrio con resina epóxica y

<sup>1</sup> PT100 Instrumento que registra simultáneamente presión y temperatura, el cual es un componente del aerogenerador.

espuma. Cada pala, consiste de dos conchas pegadas a una viga soporte de sección tubular cerrada con geometría adaptada a la forma aerodinámica de las conchas.

El sistema de cambio de paso del rotor se equipa con un sistema que proporciona en todo momento un ajuste del ángulo de operación de la pala que aumenta la producción de potencia, reduce la emisión de ruido y protege al aerogenerador en caso de velocidades excesivas de viento.

Con respecto a la velocidad del viento se pueden establecer cuatro fases de viento:

- ***Viento bajo, con el generador desconectado de la red eléctrica.***
- ***Viento medio, con el generador conectado pudiendo llegar a generar la potencia nominal.***
- ***Viento alto, el generador produce potencia nominal, probablemente tirando energía con el sistema de cambio de paso.***
- ***Viento muy alto, el generador está desconectado y la turbina parada para protección del mismo.***

Las condiciones del clima determinan el diseño de los aerogeneradores, ya que si la velocidad es alta y la turbulencia alta, las cargas en el aerogenerador aumentan y la vida útil del equipo disminuye; si la velocidad del viento es baja y la turbulencia es también baja, no se genera electricidad; si la velocidad del viento o la turbulencia es baja, las cargas se reducirán y la vida útil del equipo aumentará.

En el Cuadro II-1 se indica de manera ilustrativa, el número de aerogeneradores para la central y su posible capacidad individual. Para el presente estudio, se considera como base el escenario compuesto por 68 aerogeneradores con capacidad individual de 1,5 MW, lo que dará una capacidad nominal total de 101,4± 2% MW para la Central.

**Cuadro II-1. Capacidad del Proyecto y número de unidades, en función de la capacidad individual de los aerogeneradores a instalar en el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Capacidad unitaria Aerogenerador, kW.	Número de Unidades (aerogeneradores)	Capacidad de la Central, MW
1500	68	101,4± 2%

En el área de transformadores dentro de la subestación, para la prevención de eventuales derrames de aceite, se construirán fosas captadoras; de las cuales el aceite colectado se enviará, por medio de un sistema de drenaje de aguas aceitosas, a un sistema separador. En este sistema se separará el aceite colectado del agua pluvial que se mezcle con ella.

### II.1.2 Justificación

Con base en el estudio de desarrollo del mercado eléctrico **2010 – 2024** se estima que la demanda máxima en el área Oriental crecerá un promedio anual de 3,5%. Por ello, en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico de la CFE (**POISE**), para el año 2010-2024 se propone el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II con 101,4MW  $\pm$  2% adicionales de capacidad nominal en el sitio y 373,096 GWh anuales, que se incorporarán a la red del área Oriental a través de la línea de enlace del proyecto con la subestación eléctrica Ixtepec Potencia

Cabe resaltar que la importancia de desarrollar este proyecto es debido a la política de CFE de aprovechamiento de fuentes renovables de energía para generación de electricidad. De conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el proyecto corresponde a un área de actividad de carácter estratégico (Artículo 28, párrafo quinto) la cual está a cargo, de manera exclusiva, del sector público (Artículo 25, párrafo cuarto). De no realizarse el proyecto, se tendría una situación crítica en el área Oriental en cuanto a suministro de electricidad. **Esto implicaría un aumento considerable en la energía no suministrada por fallas en el sistema y un incremento en el costo de explotación de CFE.**

*Fuente: Programas de Obras e inversiones del Sector Eléctrico 2010-2024*

### Justificación Ambiental

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, justifica su ejecución ambientalmente debido a:

#### **a) La Naturaleza del Proyecto.**

Es un proyecto ambientalmente “amigable” ya que debido a su naturaleza, reduce su interacción contaminante con el medio natural en la región, ya que no usa combustibles fósiles como el combustóleo, carbón o gas natural, ni es de alto riesgo, como el uso de minerales radiactivos, conservando la calidad del medio natural al no tener emisiones a la atmósfera, Por el tipo de fuente primaria de energía (*viento*) que utilizará el proyecto, se considera candidato para formar parte de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto debido a los beneficios

que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable. Asimismo dará impulso al desarrollo en la explotación de los recursos renovables del país y la región, lo que implica la sustitución de generación de energía a base de combustibles fósiles, por energía eólica, con lo cual se contribuye a:

- i) *Evitar emisiones de gases de combustión como CO (monóxido de carbono), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), NOx (óxidos de nitrógeno), SOx (óxidos de azufre) y partículas suspendidas.*
- ii) *Evitar el uso de volúmenes de agua de repuesto, dado que el diseño de este proyecto no requiere ciclos de vapor y de enfriamiento.*
- iii) *Minimizar descarga de aguas residuales y*
- iv) *Minimizar la generación de residuos peligrosos, inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales.*
- v) *Se estima que la realización del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II no producirá emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, como generaría una Central Eléctrica convencional de la misma capacidad (202 475 toneladas por año, aproximadamente).*

**b) Su ubicación regional**

El sitio en que se pretende desarrollar el proyecto, se ubica en el extremo oeste de la cuenca hidrológica de la Laguna Superior e Inferior, en la subcuenca hidrológica del Espíritu Santo en el Istmo de Tehuantepec, zona reconocida por su alto potencial Eólico. Al norte y oeste se delimita con continuación de la Sierra de Tolistoque; al este, con vías de comunicación (*carretera 185*) y una fracción del cerro bandera, de la sierra de Tolistoque, y al sur con la Super Carretera Arriaga – Salina Cruz y cuatro parques eólicos de la región, la anterior ubicación, le permite al proyecto solo tener vecindad al sur con parques eólicos, por lo que su interacción se reduce. (Figura II-6)





**Figura II-6. Ubicación del polígono de proyecto en una perspectiva regional**

El polígono se encuentra rodeado por barreras físicas, que se estima minimiza una interacción regional con impactos acumulativos dado que los impactos generados por ejecución del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II son puntuales y no tienen una interacción fuera del polígono de proyecto, previendo cualquier sinergia con proyectos en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, adicionalmente las barreras físicas identificadas auxiliarán a contener algún impacto no considerado en el análisis, lo que justifica su ubicación ya que se han considerado criterios de uso del suelo y ubicación física del polígono de proyecto minimizando su efecto regional.

***Barreras físicas identificadas en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II:*** (Figura II-7)

- *En la parte Este y norte la Carretera Federal N° 185 Matías Romero – Juchitán de Zaragoza.*
- *En la parte Oeste la Vía del Ferrocarril.*
- *En la parte Sur la Super Carretera Arriaga – Salina Cruz.*



**Figura II-7. Barreras físicas en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**

***Por el uso del suelo***

El polígono del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, destaca una alta actividad antropogénica, (agricultura y ganadería principalmente), cabe mencionar que el desarrollo de estas actividades tiene un ejercicio regional, por lo que el proyecto se desarrolla en una región que no cuenta con valores ecológicos excepcionales al tener una alta explotación del suelo, no se considera afectar ecosistemas prístinos. (Figura II-8).



**Figura II-8. Fraccionamiento parcelario en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**

Por otro lado, el Proyecto ocupará un porcentaje mínimo del total del área para distribuir los aerogeneradores, permitiendo en este caso, continuar con las actividades agropecuarias que actualmente se desarrollan en el predio donde se ubicará el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II; por lo que se considera que no se modifica la vocación actual del suelo. La experiencia obtenida en la operación de las centrales eoloelectricas *La Venta I* y *La Venta II* es una evidencia de ello.

Dado que el sitio para el proyecto no se localiza dentro de áreas naturales protegidas o en sitios de alto valor escénico y a que con la adopción de las medidas de prevención, reducción y compensación de los impactos ambientales adversos, incluidas en el Capítulo VI de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional “A”; así como las medidas que establezca la autoridad ambiental en la autorización respectiva, será posible evitar y reducir los impactos potenciales asociados al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II es una opción conveniente de generación de energía eléctrica pues no emitirá gases que contribuyan al efecto invernadero, como ocurre con los esquemas convencionales que utilizan combustibles fósiles. La experiencia obtenida por la CFE

con la operación de las Centrales La Venta I y La Venta II, es evidencia que los proyectos eoloeléctricos siguen presentando ventajas por su compatibilidad con el ambiente.

Desde el punto de vista económico y social, con la ejecución del proyecto se estima que se generará lo siguiente:

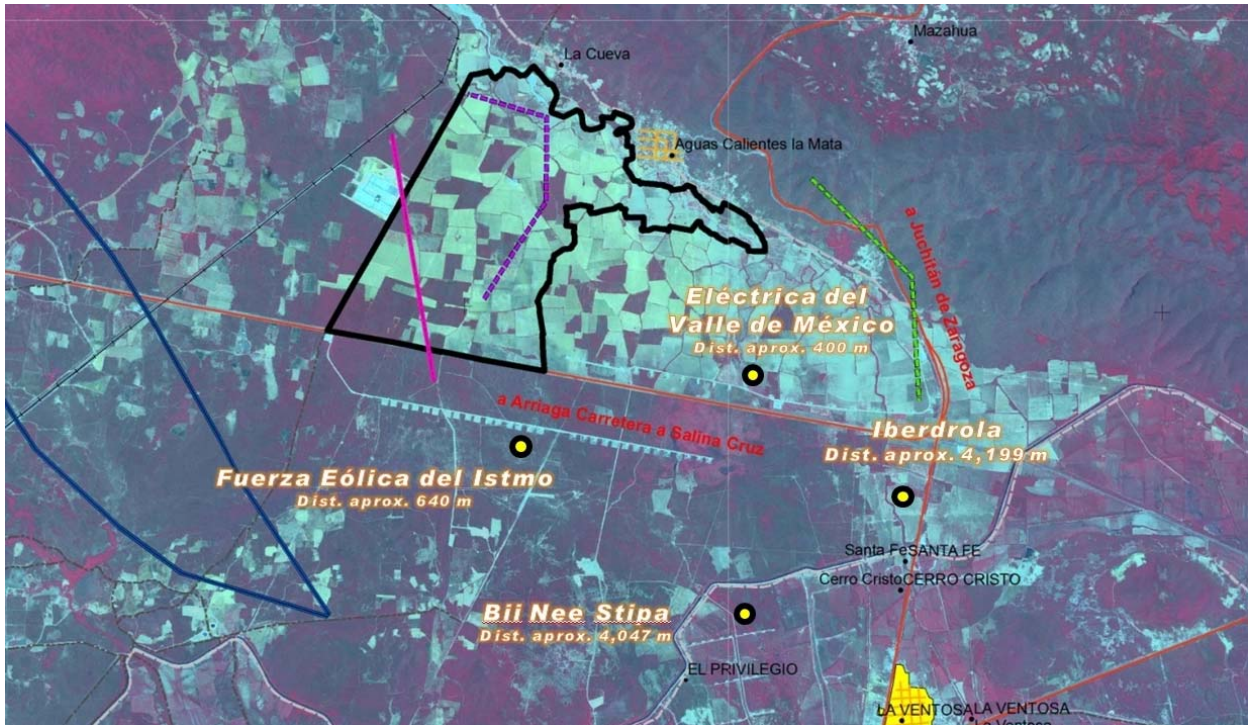
- **Ingresos permanentes para los ejidatarios propietarios de los predios que ocupará el proyecto, sin modificar sus actividades productivas actuales.**
- **Desarrollo de infraestructura local para prestación de servicios asociados con la construcción, la operación y mantenimiento del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**
- **Fuentes de empleo a nivel regional durante la construcción del proyecto.**
- **Fuentes de empleo en la etapa de operación para el mantenimiento y preservación de las instalaciones.**
- **Fomento a la inversión extranjera.**

El polígono de proyecto donde se estima se ejecutará el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II debido a la delimitación se considera una limitada interacción con otros proyectos eólicos en la zona, los más cercanos son 4 con las características que se registran en el Cuadro II-2 y se observan en la (Figura II-9).

**Cuadro II-2. Capacidad del Proyecto y número de unidades, en función de la capacidad individual de los aerogeneradores a instalar en el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**

<b>Proyectos Eoloeléctricos en torno al "Proyecto 40 CE Sureste I Fase II"</b>				
	<b>Proyecto</b>	<b>Capacidad del Proyecto</b>	<b>Número de Aerogeneradores y capacidad individual</b>	<b>Distancia más próxima al límite del polígono de proyecto</b>
1	<i>Eléctrica del Valle de México</i>	<i>67,5 MW</i>	<i>27 de 2,5 MW c/u</i>	<i>400 m</i>
2	<i>Fuerza Eólica del Istmo</i>	<i>50,0 MW</i>	<i>20 de 2,5 MW c/u</i>	<i>640 m</i>
3	<i>Bee Nee Stipa II</i>	<i>180 MW</i>	<i>225 800 KW</i>	<i>4,047 m</i>
4	<i>Iberdrola</i>	<i>102 MW</i>	<i>120 de 850 KW</i>	<i>4,199 m</i>

Fuente: 1. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular. Central Eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec. [http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=125](http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=125)  
 2. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular. Proyecto Eoloeléctrico Fuerza Eólica del Istmo. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2007/200A2007E0001.pdf>  
 3. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular. Parque Eólico Bii Nee Stipa II. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36777609>  
 4. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular. Proyecto Eólico "La Ventosa" <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2005/200A2005E0011.pdf>



**Figura II-9. Proyectos Eólicos en torno al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Como se mencionó antes difícilmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generaran impactos que salgan del polígono de proyecto, por lo que no se identifica una sinergia con proyectos contiguos en esta etapa, mientras que en la etapa de operación, con base en análisis preliminar para la distribución de la infraestructura del arreglo del proyecto, se prevé cierta interacción sobre los componentes avifauna y quirópteros a nivel regional, con base en la ubicación del proyecto como ya se explico, la condición de la vegetación del polígono de proyecto así como su vecindad inmediata, así mismo la infraestructura de los parques eólicos vecinos que es de mayor altura que los aerogeneradores a utilizar en el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se identifica existirá una interacción limitada, y en consecuencia una menor afectación en el medio natural, situación que indudablemente justifica y determina la viabilidad del proyecto.

### II.1.3 Ubicación física

La amplia planicie costera de Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec, se considera uno de los lugares en el mundo con mayor potencial eólico para la generación de electricidad; ya que la velocidad y la dirección del viento que ahí se manifiesta durante todo el año permiten el establecimiento de aerogeneradores a escala comercial con niveles altamente rentables. Esto ha sido validado con los resultados de diecisiete años de operación continua de la Central Eólica La Venta I (*desde noviembre de 1994*) y un periodo de cinco años de operación de la Central La Venta II (*desde enero de 2007*), con una capacidad instalada de 1,57 MW y 83,3 MW, respectivamente.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, por sus coordenadas geográficas se ubica en el ejido Agua caliente La Mata, en el municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca (Anexo II.2), Se accede al predio del sitio por la carretera N° 185 Matías Romero-Juchitán de Zaragoza (*carretera Panamericana*) y por la supercarretera Arriaga-Salina Cruz (*Figuras II-10, II-11 y II-12*). La ubicación geográfica del centro del polígono del proyecto es 16°36'34.4" latitud Norte y 94°59'42.76" longitud oeste (Figura II.13).

Dicho sitio se encuentra dentro del rango de elevación de 50 a 70 m sobre el nivel del mar.



**Figura II-10. El proyecto se encuentra localizado en el estado de Oaxaca.**



Figura II-11. Localización del sitio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II



Figura II-12. Localización del sitio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II



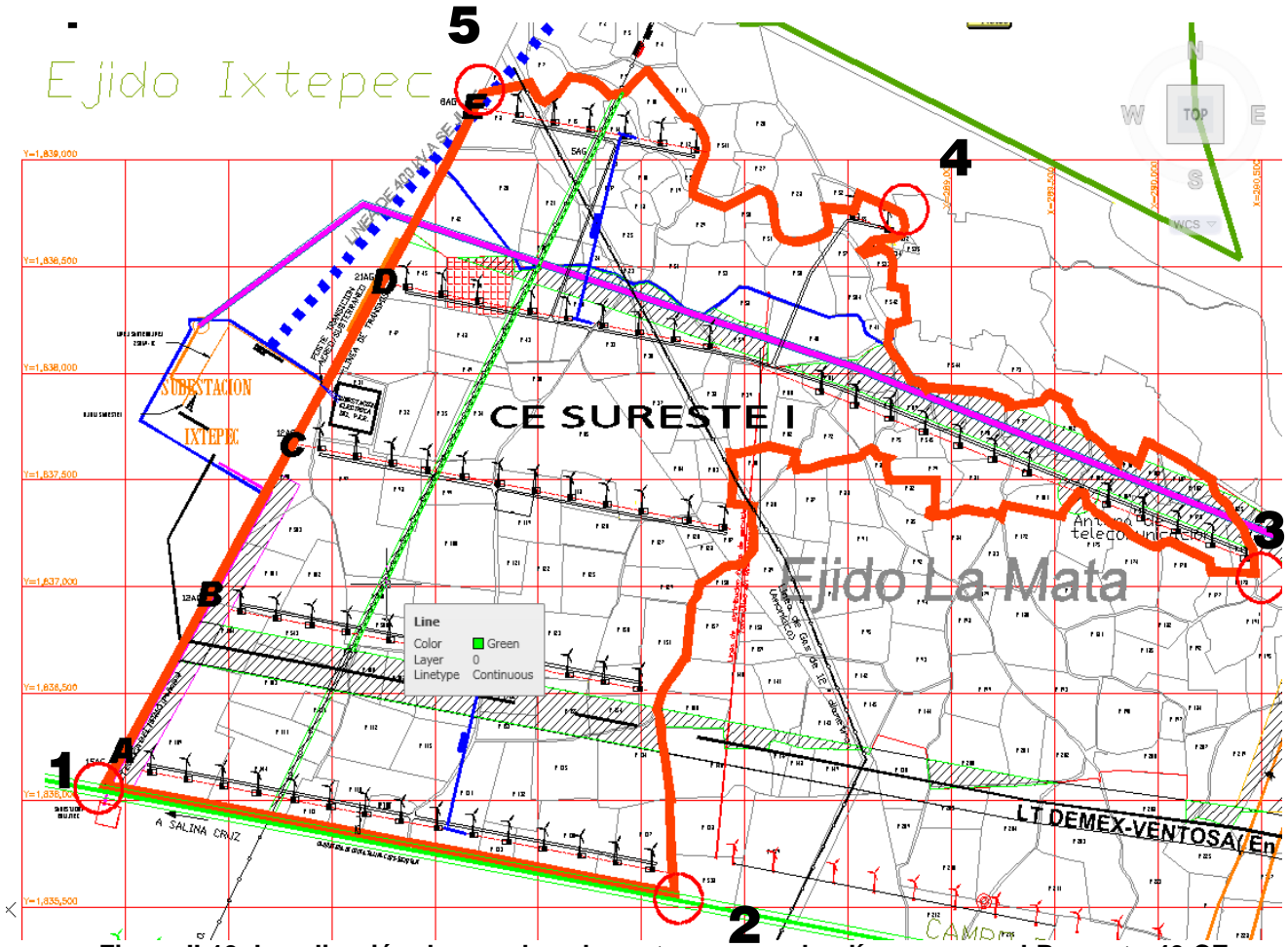


Figura II-13. Localización de coordenadas extremas en el polígono para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II

El cuadro constructivo del polígono del proyecto se encuentra en el Anexo II.1.

Cuadro II-3. Coordenadas Extremas Polígono de Proyecto

Puntos Extremo	X	Y
P1	284902.09	1836073,47
P2	287657.22	1835565.26
P3	290468.06	1837064.25
P4	288755.25	1838750.75
P5	286727.99	1839310.76

#### II.1.4 Inversión requerida

La inversión total estimada para el proyecto es de **178,128 millones USD de 2010 (ciento setenta y ocho millones ciento veintiocho mil dólares americanos)**, equivalentes a **\$ 2 280 000 000,00 (dos mil doscientos ochenta millones de pesos mexicanos)**.

Los costos estimados para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación serán aproximadamente de **\$ 43 635 055.60 (cuarenta y tres millones seis cientos treinta y cinco mil cincuenta y cinco pesos 60/100 M.N.)**.

El proyecto se realizará bajo el esquema de **Productor Externo de Energía (PEE)**. La Central será construida, financiada y operada por una empresa privada con la cual se firmará un contrato de compra venta de energía eléctrica

#### II.2 Características particulares del proyecto

Los aerogeneradores serán Clase IA, conforme a la norma internacional de la IEC (International Electrotechnical Commission) IEC-61400 Wind turbine Generator Systems. Estos se distribuirán, de sur a norte del predio, en cinco filas alineadas en forma escalonada y perpendiculares a la dirección predominante del viento; considerando el inicio de la ubicación de las líneas de sur a norte, la fila A contará con 15 aerogeneradores, la fila B contará con 12 aerogeneradores, la fila C contará con 12 aerogeneradores, la fila D contará con 21 aerogeneradores, la fila E contará con 8 aerogeneradores; cada fila de aerogeneradores cuenta con un camino de interconexión para acceso y mantenimiento, los cuales se enlazarán con un camino denominado “camino de interconexión principal” que enlazará los caminos de cada fila a la subestación del Proyecto; el camino principal de interconexión se construirá a partir del acondicionamiento de un camino interior existente (ver arreglo general). La separación entre las filas A, B, C y D será de 820 m; de la fila D a la parte oeste de la fila E será de 890,9 m y, de la fila D a la parte este de la fila E será de 820 m , lo que permitirá que cuando el viento cruce cada fila de aerogeneradores, se eviten afectaciones a la siguiente fila ya que la velocidad del viento a diferentes alturas cambia de magnitud y dirección, lo cual genera turbulencia (*efecto estela*) (*Figura II-14 y Figura II-15*).

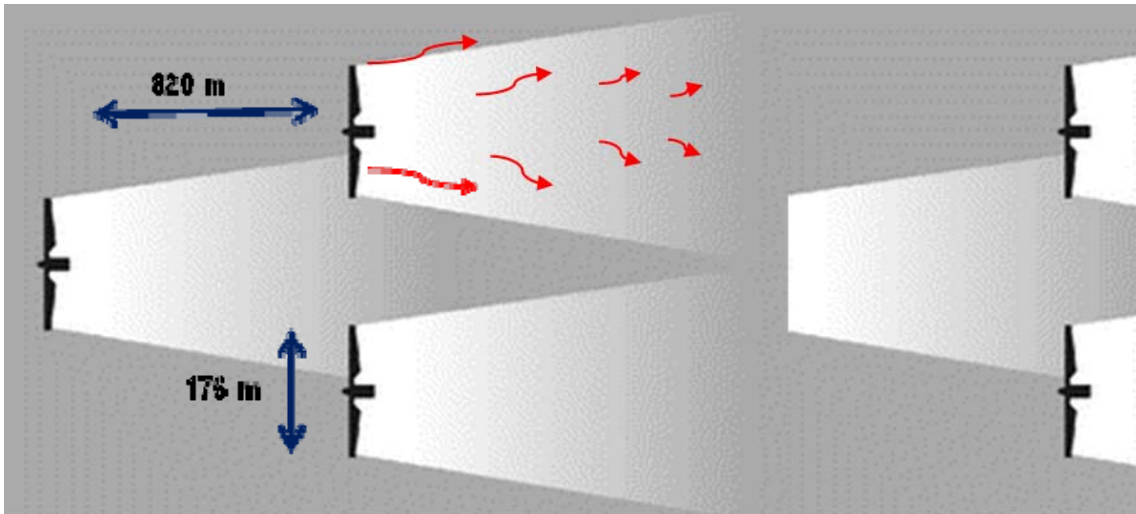


Figura II-14. Con la distancia de más de 10 diámetros entre filas se evita el “efecto estela” y con esto evitar la afectación al óptimo funcionamiento de filas de aerogeneradores posteriores.

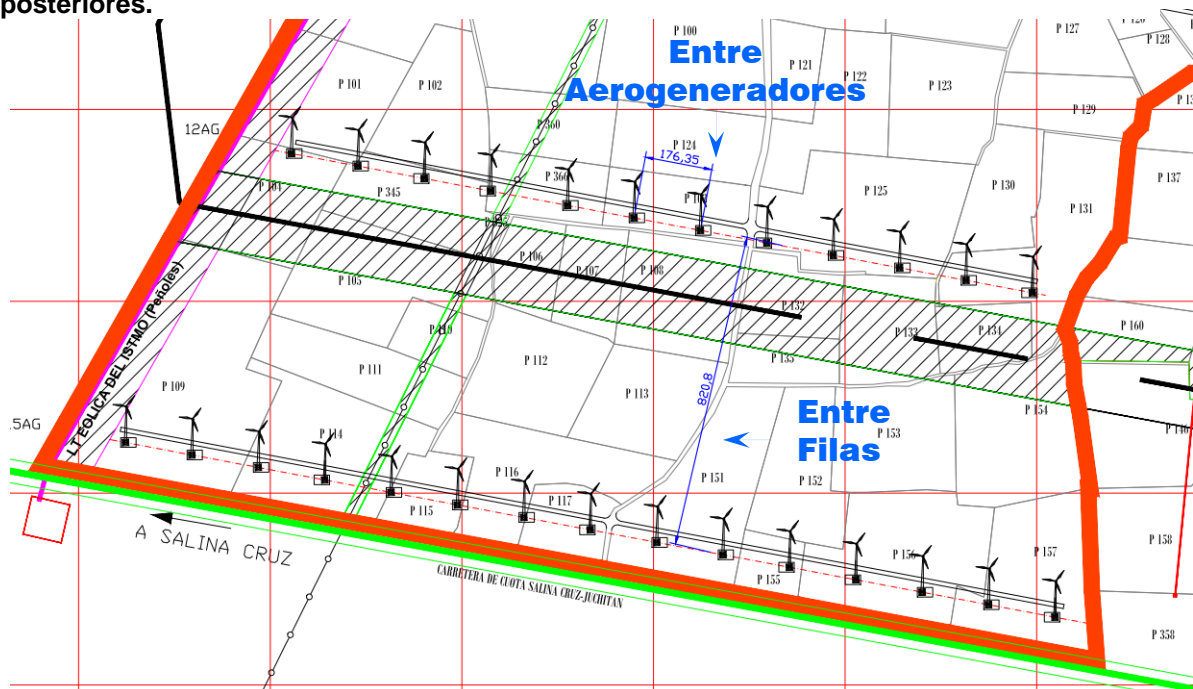
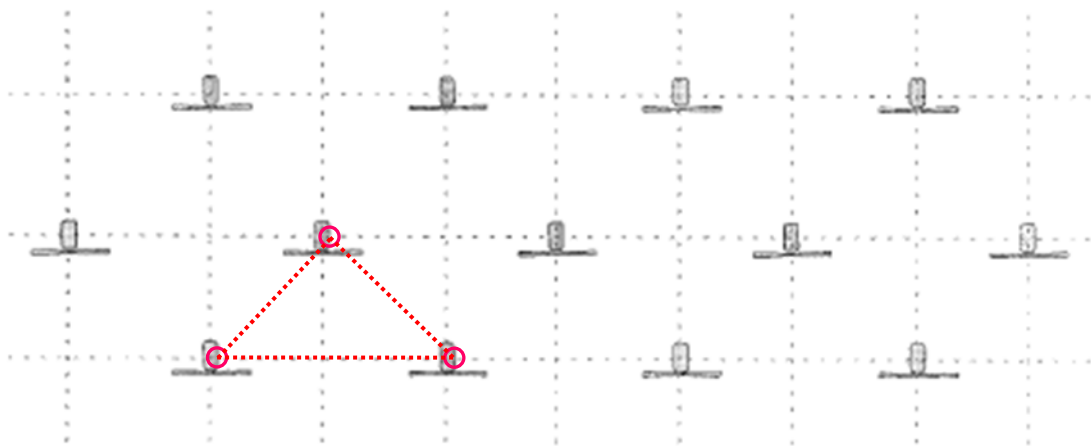


Figura II-15. Distancia establecida entre filas de aerogeneradores y entre aerogeneradores para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

Asimismo, los aerogeneradores de la misma fila tendrán una separación de aproximadamente 176 m, para evitar una posible afectación entre los equipos en caso de que alguno llegara a caer en dirección de los adyacentes.

Como se mencionó anteriormente, para evitar afectaciones operativas por el fenómeno de turbulencia (fenómeno estela), el arreglo contempla la disposición de los aerogeneradores en filas separadas entre sí aproximadamente de 820 a 890 m como se ha especificado anteriormente, en cada fila los aerogeneradores tendrán una separación de 176,0 m aproximadamente entre cada uno de ellos, dicha disposición da como resultado que no se use la mayor parte de la superficie estimada y por lo tanto que no se afecte.



**Figura II-16. El arreglo tres bolillo permite prever afectaciones de turbulencia por el “efecto estela” así como efectos sinérgicos por la caída accidental de algún aerogenerador.**

### **Caminos, cunetas y buses**

Para el desarrollo del Proyecto, con base en la disposición mencionada de los aerogeneradores, se pretenden construir 16,04 km de caminos interiores con un ancho de 5 m de superficie de rodamiento para el acceso a la central, a la subestación eléctrica y a la supervisión de los aerogeneradores, además integrar 32,08 km de cunetas de drenaje pluvial de 1,5 m de ancho a cada lado de la superficie de rodamiento y 16,08 km de buses con un ancho de 3,0 m. (Figura II-17 y Figura II-18).

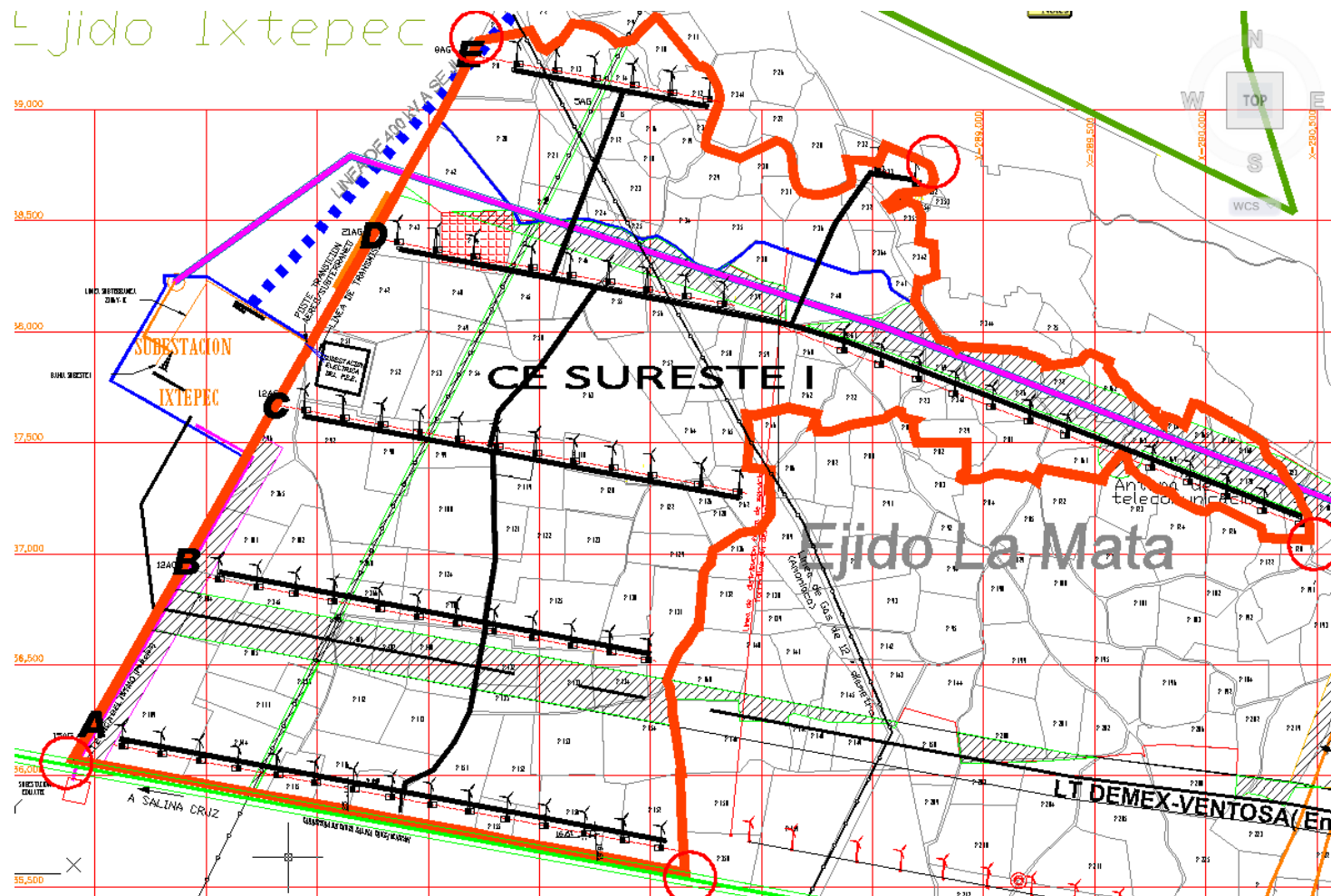
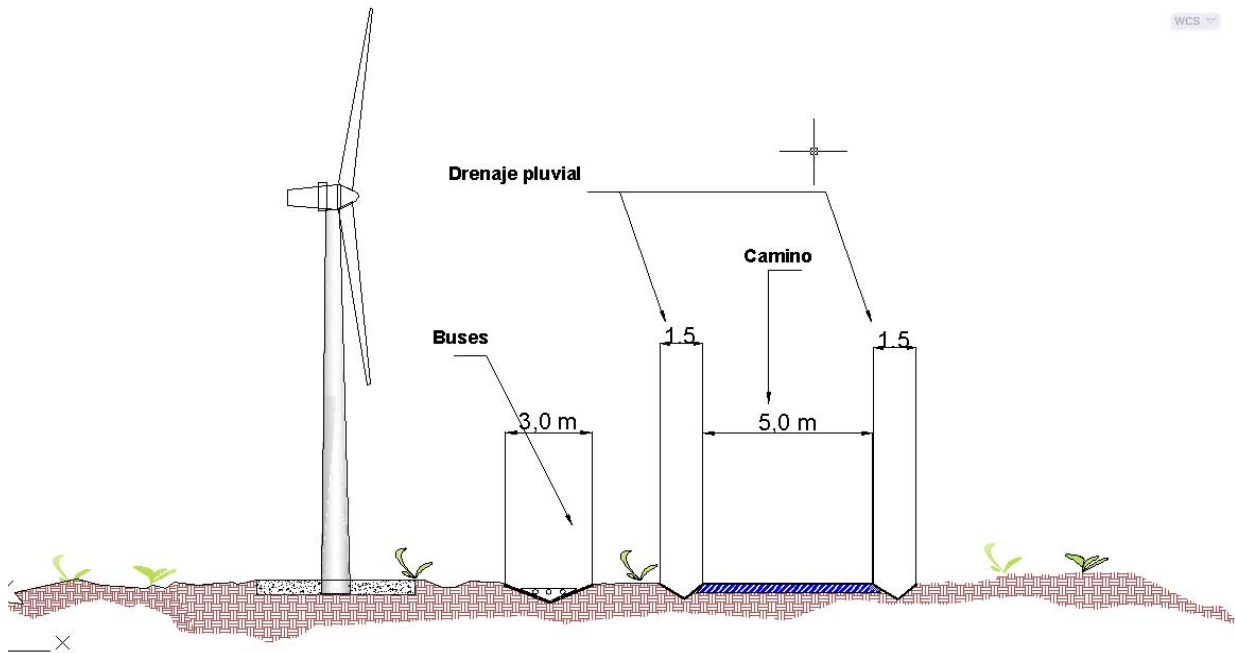


Figura II-17. Distribución del camino principal al interior del polígono de proyecto cabe mencionar que adjunto se proyectan los colectores de energía “Buses”

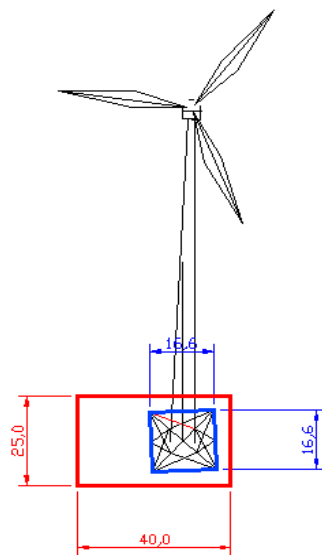
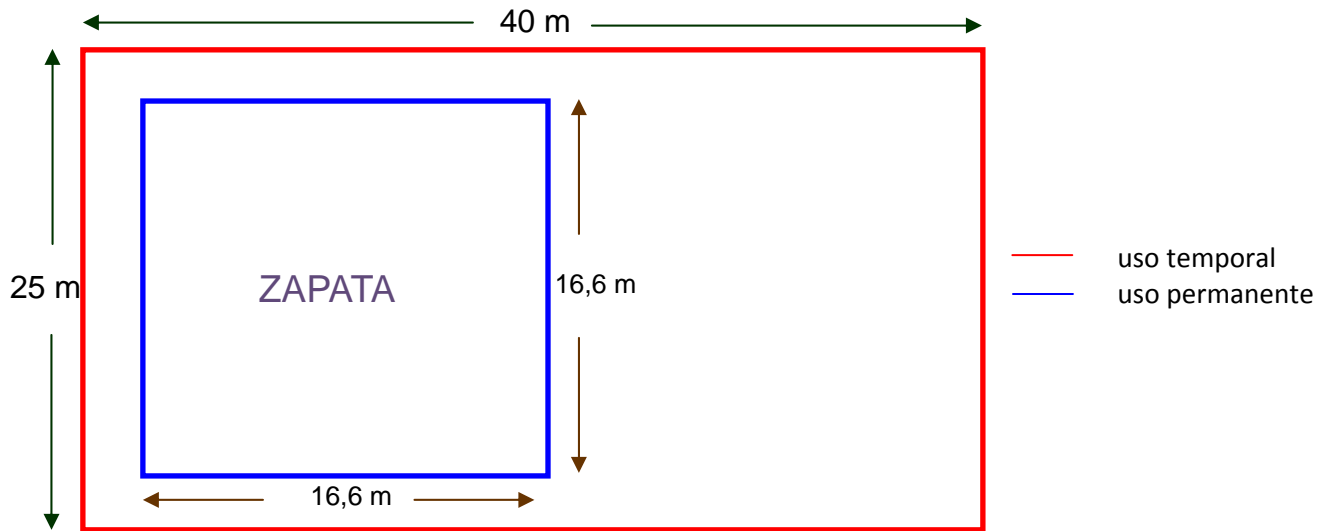
ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE



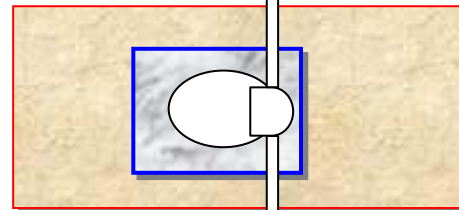
**Figura II-18. Diseño tipo del trazo de caminos y sus obras.**

### **Plataformas de maniobras y zapatas**

Para cada uno de los 68 aerogeneradores se necesita una plataforma de maniobras e instalación, cuya superficie tendrá dimensiones de 40m x 25m (1000 m<sup>2</sup>), de esta superficie se ocupará de forma permanente una superficie aproximada de 16,6m x 16,6m (Aproximadamente 275 m<sup>2</sup>) para construir la zapata sobre la cual se instalará el aerogenerador (Figura II-19).



**USO TEMPORAL**



**USO PERMANENTE**

**Figura II-19. Plataforma de maniobra, mostrando la superficie de la zapata en que se instala el aerogenerador.**



## SUBESTACIÓN ELECTRICA

En el arreglo de la Central, se tiene estimada una superficie de 200 x 200 m (4,0 ha) en la que se ubicará: una Subestación Eléctrica e instalaciones técnico administrativas con sus calles, jardines y estacionamientos; para la descarga de aguas residuales sanitarias y de servicios se construirá una fosa séptica.

## LÍNEA DE ENLACE

La línea de enlace es para conducir la Energía Eléctrica de la Subestación Eléctrica del interior de la Central Eólica (*Proyecto 40 CE Sureste I Fase II*) a la Subestación Ixtepec Potencia (Figura II-20).

La línea de enlace de Energía Eléctrica, de 230 kV, 60 Hz, tendrá una configuración diseñada para conducir los 101,4 MW  $\pm$  2% generados por la Central Eólica 40 CE Sureste I Fase II.

La construcción de la línea de enlace, se hará dentro del predio del Proyecto 40 C.E. Sureste I Fase II que se ubica en el ejido Aguas calientes La Mata, en el municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca.

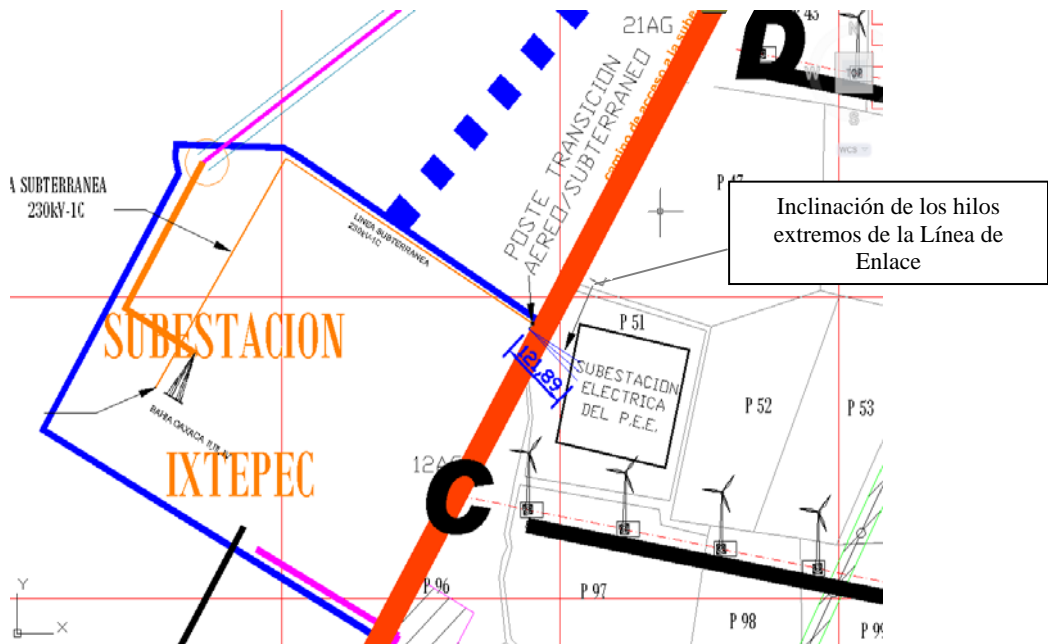


Figura II-20. Longitud de la línea de Enlace Subestación Proyecto e Ixtepec Potencia.

La línea de enlace, consta de 03 hilos, los dos hilos extremos tienen una longitud aproximada de 121.89 m, desde la subestación de la Central hasta la subestación Ixtepec Potencia (aledaña al predio del Proyecto), mientras que el hilo central tiene una longitud en el mismo trazo de 114.4 m., esta variación en longitud se debe a la inclinación que presentan los hilos extremos, así mismo se menciona que el trazo de los tres hilos queda al interior del derecho de vía considerado para la línea de enlace.

### Datos Técnicos de la Línea de enlace.

La línea de enlace encargada de la transmisión de Energía Eléctrica, trifásica a 230 kV, 60 Hz, enlazará la Subestación para la transmisión de la energía eléctrica de la Central Eólica Sureste I Fase II, a la Subestación Ixtepec Potencia. La línea de enlace, desde la subestación de la Central hasta la Subestación Ixtepec Potencia, incluye tres (3) apoyos que se dispondrán a lo largo del trazo, un apoyo lo constituye un marco de salida en la subestación de la Central y los otros dos apoyos lo integran una torre auto soportada y un poste de transición, estos últimos en la Subestación Ixtepec Potencia.

### Descripción General de la Línea de Enlace.

En el Cuadro II-4 se enumeran las principales características de la línea de enlace:

**Cuadro II-4 Características de la Línea de enlace**

<b>Trazo de la línea de enlace, SE de la CESureste I Fase II – Subestación Ixtepec, Potencia (Proyecto CE Sureste I Fase II)</b>	<b>121.89 m</b>
Tipo	Aérea en S/C circuito simple
Disposición de Fases en el Espacio	Vertical
Tensión de Servicio	230 kV
Aisladores	Porcelana o Vidrio Templado
Conductor	ACSR/AS BLUEJAY (AWG-1113.0)
Cable Apartarrayos	Cable Compuesto Tierra / F.O.(OPGW) – 36 Fibras Ópticas, Según CFE-E0000-21
Apoyos (Torres y Marco )	01- Poste de transición 02- Torre autosoportada 03- Marco

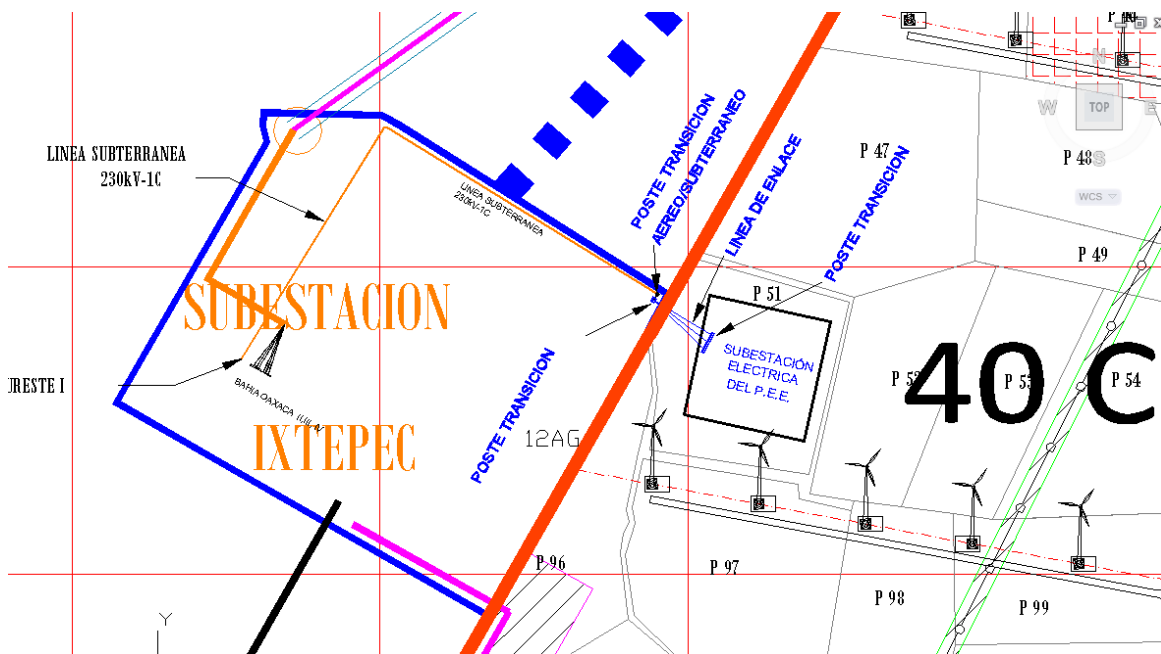
## Trazado

El trazado seleccionado para la línea de enlace se define considerando los criterios de “buena práctica de ingeniería”, sintetizándose en los siguientes puntos:

### Elementos que constituyen la línea de enlace:

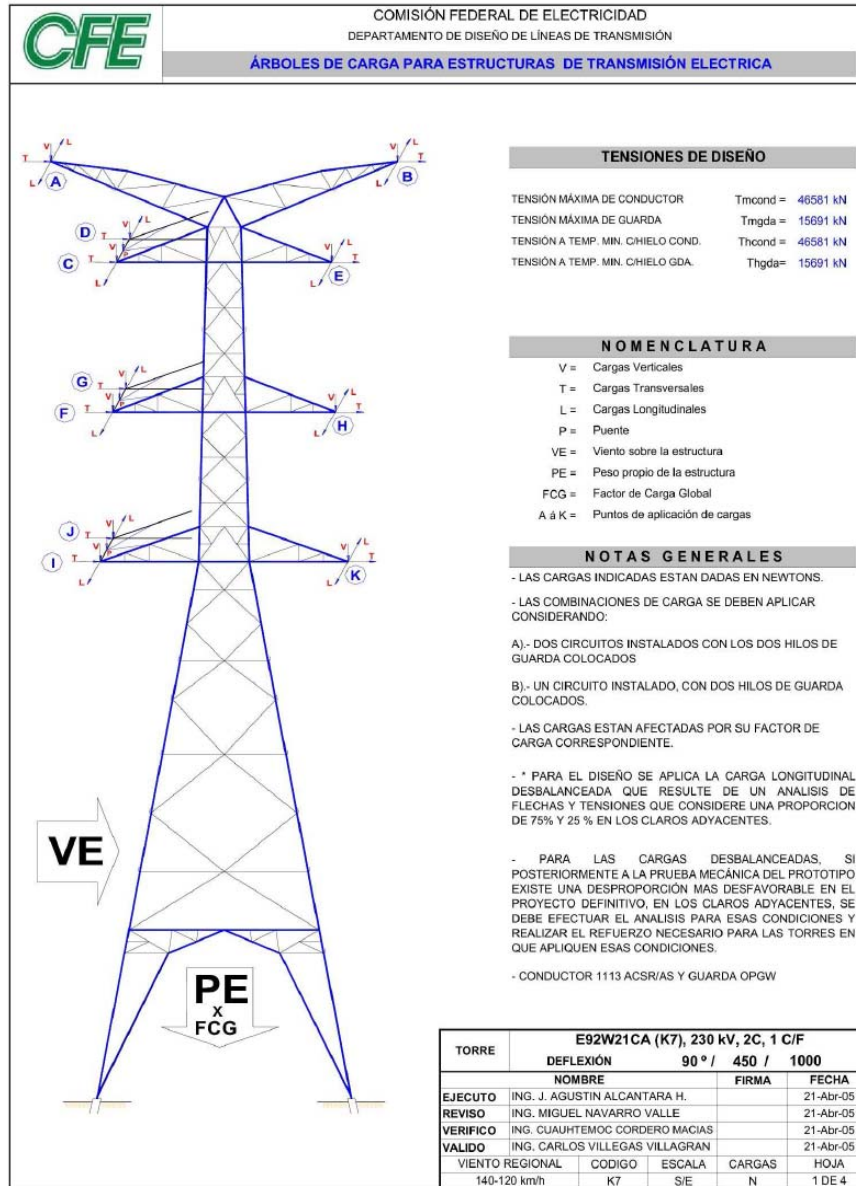
- Conductores
- Cables apartarrayos
- Aisladores
- Herrajes
- Accesorios
- Distancias de seguridad
- Apoyos

En la Figura II-21 se muestra el trazo de la Línea de Enlace (LE), desde la Subestación (punto Bahía) hasta Subestación Ixtepec.



**Figura II-21 Trazo de la Línea de Enlace -S.E. de la CE Sureste I Fase II – Subestación Ixtepec**

El Poste Troncocónico se suministrará con nivel +6. Será de tipo AR92 con función de remate de línea y dispondrá de una altura libre hasta cruceta inferior de 24,5 metros y una altura total de 37,0 metros. (Figura II-22, II-23 y II-24).



**Figura II-22. Detalles de la torre que soportará la línea de enlace de S.E. Proyecto 40 CE Sureste I Fase II hacia S. E. Ixtepec- Potencia**

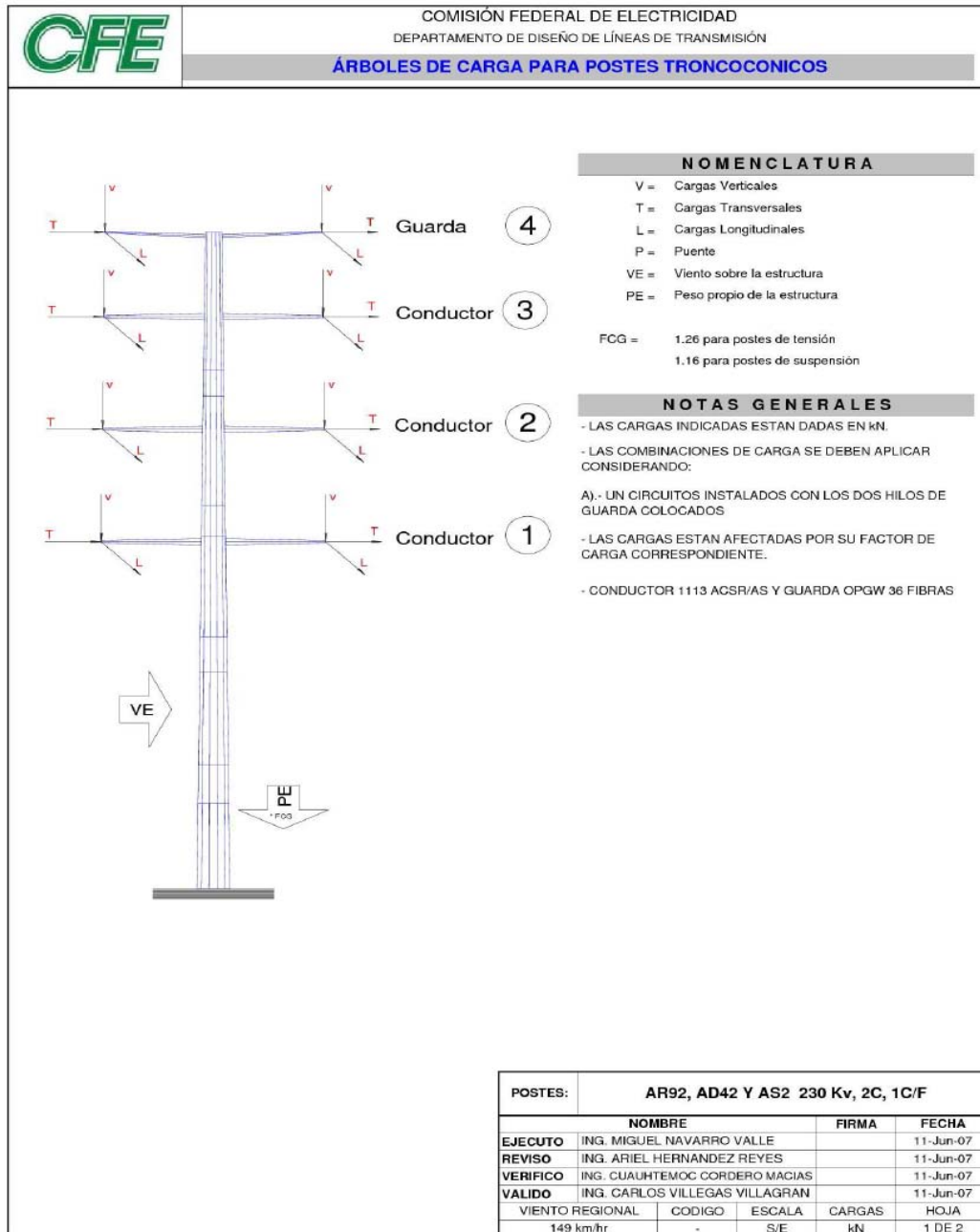


Figura II-23. Detalles del poste de Transición hacia la S. E. Ixtepec Potencia

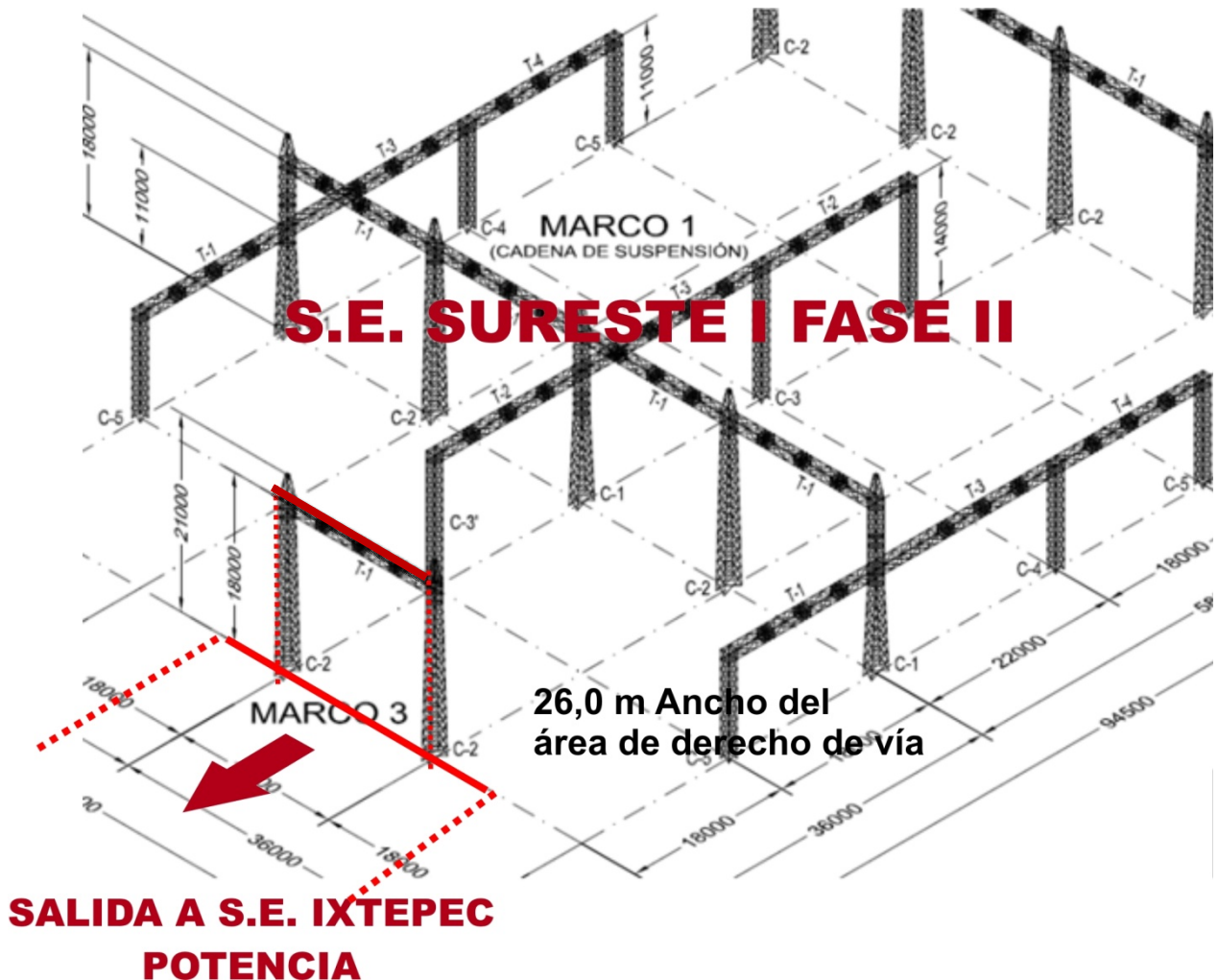


Figura II-24. Arreglo típico de una Subestación Eléctrica. La imagen de la estructura de “marco” para el tendido de la Línea de Enlace desde la S.E. Proyecto “40 CE Sureste I Fase II” a la S. E. de “Ixtepec Potencia” solo es ilustrativa

### Derecho de vía de la Línea de Enlace

Para la construcción de la línea de enlace del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, será necesario ocupar una serie de superficies, parte de ellas sólo de manera temporal, el tiempo que duren las obras de construcción, y parte de ellas de manera permanente. Estas últimas se corresponderán con las áreas ocupadas por las cimentaciones de los siete apoyos de la línea.

Las distintas afectaciones se representan en el siguiente esquema, que será explicado a continuación:

**A Derecho de vía:** se ha establecido una anchura de 26 metros. La superficie comprendida en el derecho de vía tendrá distintas funciones dependiendo de su tipo de vegetación y de la presencia de alguna infraestructura para la construcción de la línea (áreas B, C, D o E). Se estima que los tres hilos del tramo de línea de transmisión partirán de los extremos de la torre autoportada, de estos los hilos extremos se irán cerrando al llegar al marco de la subestación eléctrica del Proyecto, todo ello dentro de la superficie del derecho de vía.

**B Área de poda selectiva:** En principio las áreas nombradas como B (aquellas dentro del derecho de vía que no son necesarias para las obras de construcción) no tendrán ningún tipo de afectación por las obras, excepto en el caso mencionado anteriormente, de que tuvieran algún ejemplar arbóreo que rebasa los 6 metros de altura, en cuyo caso, y por seguridad de la línea, se realizaría la poda de estos ejemplares para que no superen los 6 metros de altura.

**C Área de acceso construcción y tendido de cable:** Se trata de un camino por el que pasará la maquinaria necesaria para el izado de los apoyos y el tendido de cable. Cuando el relieve del terreno lo permita, y no tenga vegetación arbórea, no se realizará ninguna obra, simplemente existirá la afectación a la vegetación por el paso de vehículos sobre el propio terreno.

Si fuera necesario, en las zonas C se eliminarán los ejemplares arbóreos para el paso de maquinaria, y si por características del terreno, fuera necesario para las obras, se producirá el desmonte a matarrasa y nivelado del terreno.

Al finalizar las obras, se permitirá la revegetación natural de esta zona.

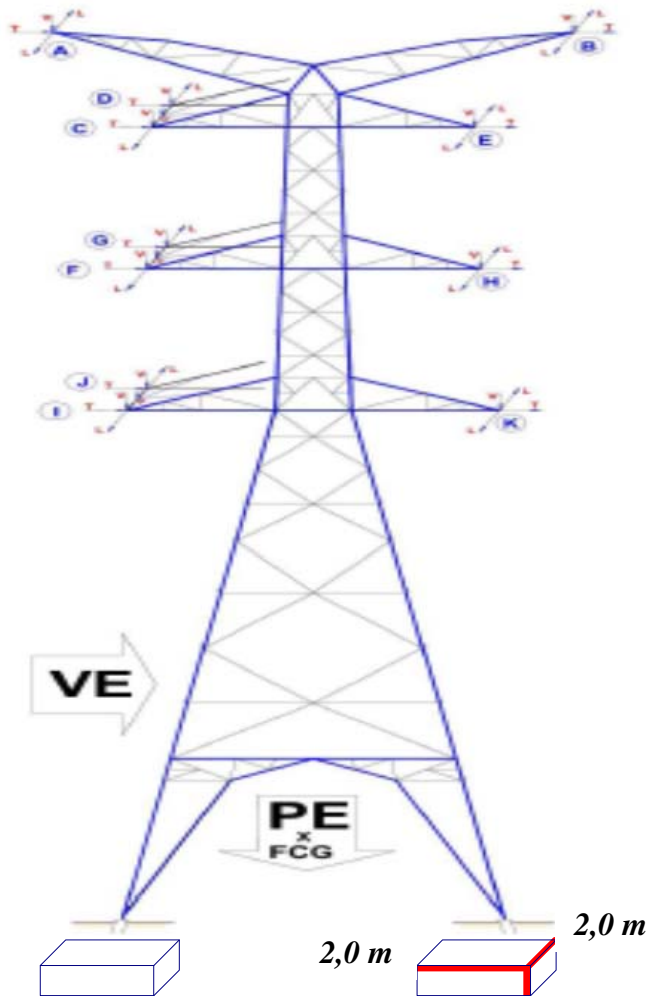
**D Área de maniobra, hincado y armado de estructuras:** La zona circundante a cada apoyo (un área cuadrada de 8 x 8) será necesaria para la instalación de las grúas que izarán los apoyos. En esta área se eliminará toda la vegetación y si fuera necesario se allanará el terreno, mientras duren las obras de construcción.

Al finalizar las obras, se permitirá la revegetación natural de esta zona.

**E Apoyos:** Se trata de la única afectación permanente de las obras que se encuentran en áreas agropecuarias. Se realizará desmonte a matarrasa y excavación de las cimentaciones. Los apoyos contarán con cuatro cimentaciones de 2 x 2 m que se dispondrán en un área cuadrada de unos 8 x 8 metros en total zona "D" (Figura II-25).







## E Apoyos

**Figura II-25.** Este tipo de apoyos sirven para cualquiera de las tres estructuras a utilizar Marco, Torre y Poste de transición.

En los Cuadro II-5 y Cuadro II-6 se señalan las superficies a ocupar de forma temporal y permanente debido a las obras y actividades propias del proyecto.

**Cuadro II-5. Superficie a ocupar durante la etapa de preparación de sitio.**

Obras	Longitud (m)	Superficie (m2)	Superficie (ha)	Porcentaje de afectación
Caminos interiores (superficie rodante de 5 m de ancho)	16 038,42	80 646,71	8,06	0,90
Subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas (200 m x 200 m)	-	40000,0	4,00	0,45
68 Plataformas de maniobras (25 m x 40 m) (Y una fracción del área de las zapatas de 3 m x 14 m, que está considerada dentro del área de plataformas).	-	68 000,0	6,80	0,76
Cunetas (ambos lados de caminos interiores de 1,5 m ancho cada uno)	16 043,32	48 130,54	4,81	0,54
5 torres anemométricas ( 50 m de altura), y ocupan un área de 70 x 70 m c/u	-	24 500,0	2,45	0,27
Línea de Enlace., Derecho vía de 26 m.		2967,64	0,29	0,03
Buses (3 m ancho)	16 083,91	48 165,69	4,82	0,54
<b>Total</b>		<b>312 410,58</b>	<b>31,23</b>	<b>3,49</b>

**Cuadro II-6. Superficie a ocupar de manera permanente, en la etapa de operación y mantenimiento de la CE.**

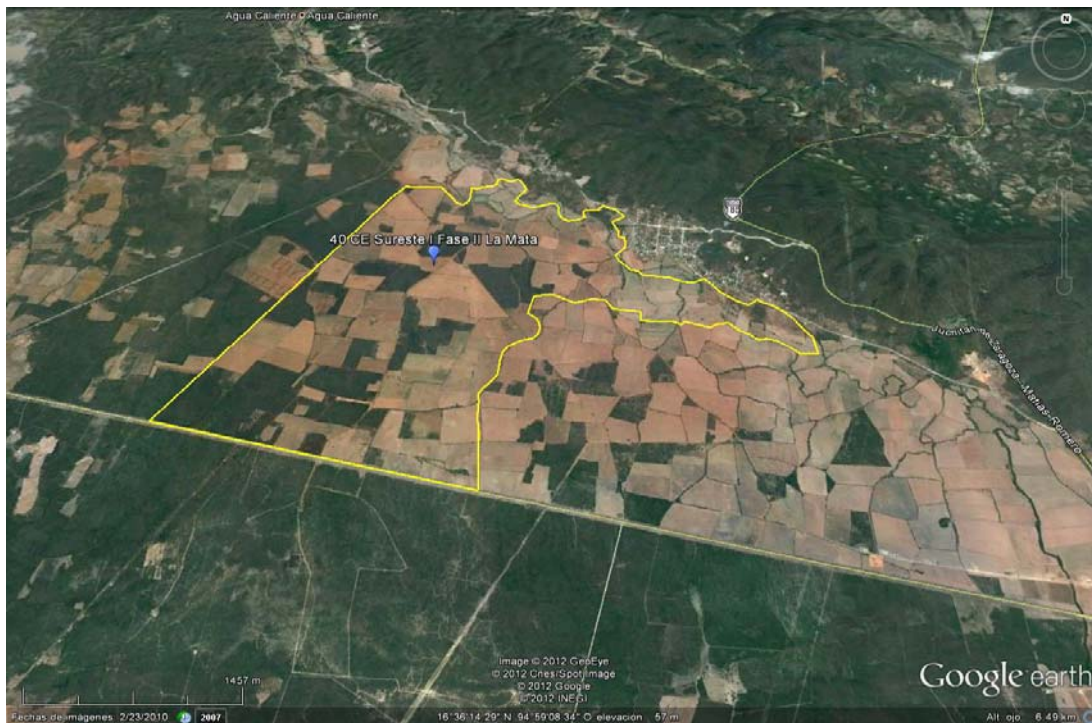
Obras	Longitud (m)	Superficie (m2)	Superficie (ha)	Porcentaje de afectación
Caminos interiores (superficie rodante de 5 m de ancho)	16 083,91	80 646,71	8,06	0,90
Subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas (200 m x 200 m)	-	40000,0	4,0	0,45
68 Zapatas (16,6 m x 16,6 m) (incluidas en las plataformas de maniobras)		18738,08	1,87	0,21
Cunetas (ambos lados de caminos interiores de 1,5 m ancho cada uno)	16 043,32	48 130,54	4,81	0,54
Apoyos TLAT (3)		48,00	0,005	0,0005
5 torres anemométricas ( 50 m de altura), y ocupan un área de 70 x 70 m c/u	-	24 500,0	2,45	0,27
<b>Total</b>		<b>212 063,40</b>	<b>21,19</b>	<b>2,37</b>

Con base en lo anterior, se puede apreciar que de las 894.50 hectáreas ha estimadas para la ejecución del Proyecto, aproximadamente el 96.51% no se usarán porque no se harán obras en ellas y por lo tanto no se intervendrán; ya que la superficie a ocupar de manera temporal es de 31.23 ha y en forma permanente, es 21.19 ha y que las actividades productivas que actualmente se desarrollan en el sitio se continuarán realizando, prevaleciendo la vocación actual del suelo. Es importante resaltar que la CFE no comprará los terrenos, sino que, efectuará contratos de usufructo con los dueños, mediante los cuales pagará una renta anual y los dueños continuarán realizando sus actividades agropecuarias que actualmente efectúan.

Cabe resaltar que los proyectos eólicos, no modifican el desarrollo de las actividades agropecuarias que se realizan actualmente en el sitio. Estas últimas actividades, son las que han producido las alteraciones de las características naturales del área, como se observa en las Figura II-26 y Figura II-27.

### Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El Proyecto Eólico 40 CE Sureste I Fase II, está previsto ser implantado en la región del Istmo de Tehuantepec, en la porción correspondiente al Estado de Oaxaca. El área que ocupará este proyecto está a 2,36 Km. al noreste de la localidad del poblado de la Mata y a 12,49 Km. aproximadamente de la localidad de Cd. Ixtepec, que pertenece al municipio Asunción Ixtaltepec. Los terrenos donde se pretenden instalar los aerogeneradores que conforman el polígono para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, pertenecen al ejido Agua Caliente La Mata, en el municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca.



**Figura II-26.** Imagen satelital con la localización del predio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.



**Figura II-27. Imagen del predio para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, en donde se observan sitios de cultivo.**

El Proyecto comprende además de los aerogeneradores, sistemas de control y monitoreo, transformadores, Subestación eléctrica, buses colectores para el transporte de la energía eléctrica desde cada aerogenerador hasta la subestación eléctrica del Proyecto, el edificio de control y Línea de Enlace en 230 kV, que va desde la subestación del Proyecto hasta la Subestación Ixtepec.

Cada aerogenerador, dentro de su torre troncocónica, contará con un transformador para elevar la tensión de generación a un nivel de tensión de 34,5 kV. Mediante buses colectores subterráneos, se conducirá la energía eléctrica producida hasta la subestación principal dentro del predio del proyecto. La subestación principal constará de uno o varios transformadores monofásicos que elevarán la tensión de 34,5 a 230 kV.

Dentro del alcance del proyecto, se instalarán cinco estaciones de medición (torres anemométricas) para el monitoreo de las variables del viento (recurso eólico), las cuales se montarán en torres tubulares retenidas y ancladas. El área que ocuparán las torres anemométricas será de 2.45 ha (70 X 70 m), teniendo dos líneas retenidas en forma perpendicular; las cuales delimitarán el área citada. La base de cimentación será metálica con

dimensiones aproximadas de 0,80 x 0,80 m. Las torres serán instaladas sobre terrenos de uso agropecuario.

El proyecto consistirá de una Central automatizada para la entrega de energía al Sistema Eléctrico Nacional. El proyecto tendrá una vida útil estimada de 20 años.

El agua para la construcción será obtenida de un pozo cercano al sitio del proyecto. Es importante resaltar que para la etapa de operación, el agua requerida será únicamente para cubrir los servicios del personal que laborará en esta etapa del proyecto. Por la naturaleza del proyecto, no requiere agua para su funcionamiento.

### **II.2.1 Programa general de trabajo**

En el programa de trabajo se precisan las actividades a realizar para la preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio, con las fechas de ejecución para cada una de ellas. La mano de obra requerida en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto es de 25 elementos en su etapa inicial, de 600 en su etapa plena y de 25 en su etapa final. En el Cuadro II-7, se presenta el programa general de trabajo para la preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio, que en total se efectuarán en un periodo de 19 meses, a partir de los cuales, inicia la operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

**Cuadro II-7. Programa de Trabajo**

ACTIVIDADES PRINCIPALES		MESES																		
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°
<b>A</b>	DESPLAZAMIENTO DE TERRENO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>B</b>	CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS PROVISIONALES DE INTERCONEXIÓN ENTRE AEROGENERADORES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>C</b>	TRAZO Y PREPARACION DE CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>D</b>	ARMADO DE VARILLAS EN CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>F</b>	COLOCACION DE TIERRAS Y DUCTOS ELECTRICOS EN CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>F</b>	COLOCACIÓN DE VIROLA DE AEROGENARADORES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>G</b>	COLADO DE CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>H</b>	INSTALACION DEL BUS DUCTO A LO LARGO DE LOS CAMINOS DE INTERCONEXIÓN					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>I</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOS REGISTROS ELECTRICOS A LO LARGO DEL BUS DEL DUCTO					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>J</b>	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CENTRAL					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>K</b>	CIMENTACIONES Y MONTAJE ELECTROMECANICO DE EQUIPOS EN LA SUBESTRACIÓN									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>L</b>	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA CENTRAL					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>M</b>	ERECCION DE TORRES DE AEROGENERADORES									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>N</b>	ERECCIÓN DE GÓNDOLA Y ROTOR DE AEROGENERADORES									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>O</b>	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS AUXILIARES					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>P</b>	CONSTRUCCIÓN DE PASOS A TRAVÉS DEL SISTEMA DE LA CENTRAL PUENTES Y ACCESOS PREDIOS DE LOS EJIDATARIOS					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Q</b>	INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL																			
<b>R</b>	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO																			

**NOTA: El mes 1 corresponde a Febrero de 2013 y el mes 19 a Agosto de 2014**

### **II.2.2 Representación gráfica regional**

En la Figura II-28 se ubica geográficamente el proyecto en donde se muestra la superficie que cubrirá éste así como la extensión de los impactos ambientales acumulativos y/o sinérgicos del sistema ambiental regional, mismos que serán identificados y valorados en el Capítulo V de la presente MIA-R.

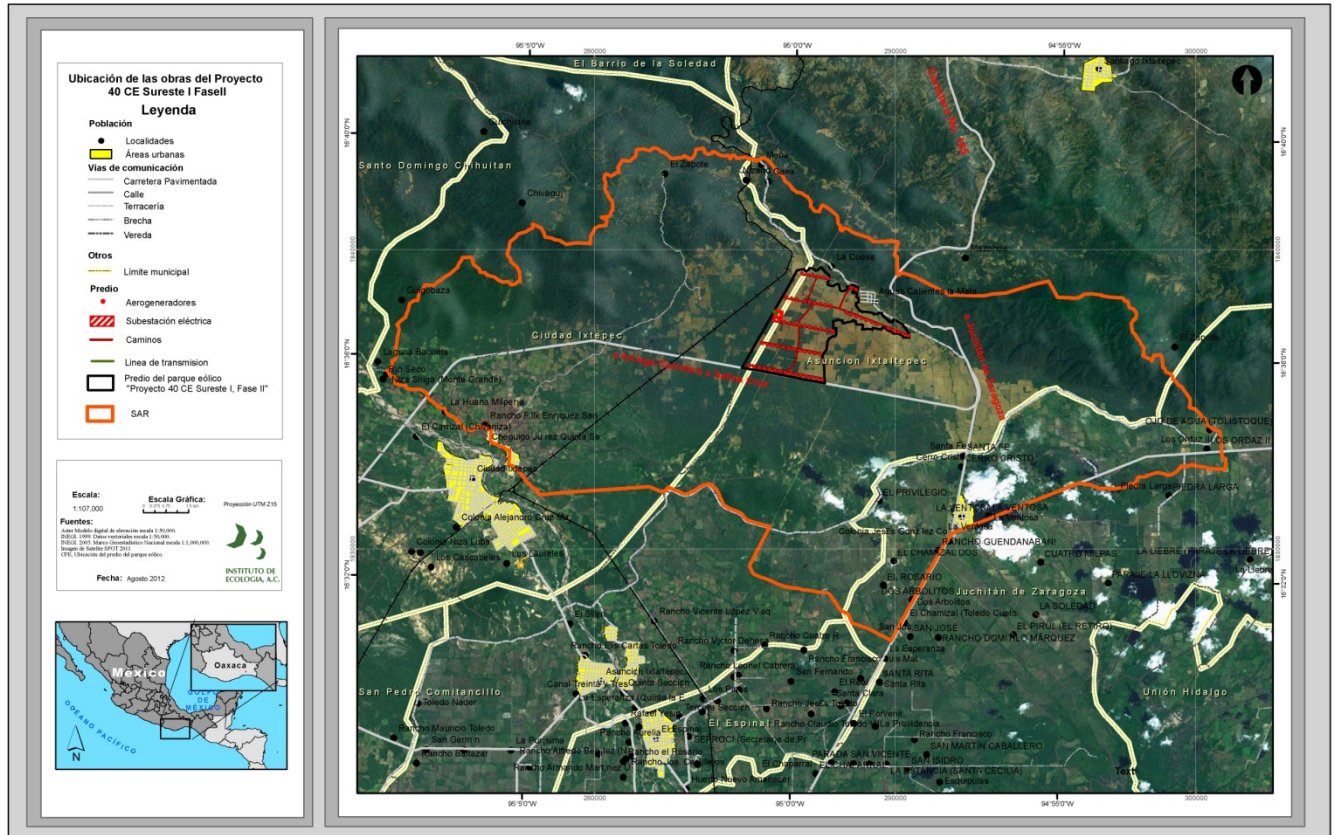


Figura II-28. Ubicación geográfica del proyecto en el contexto regional.



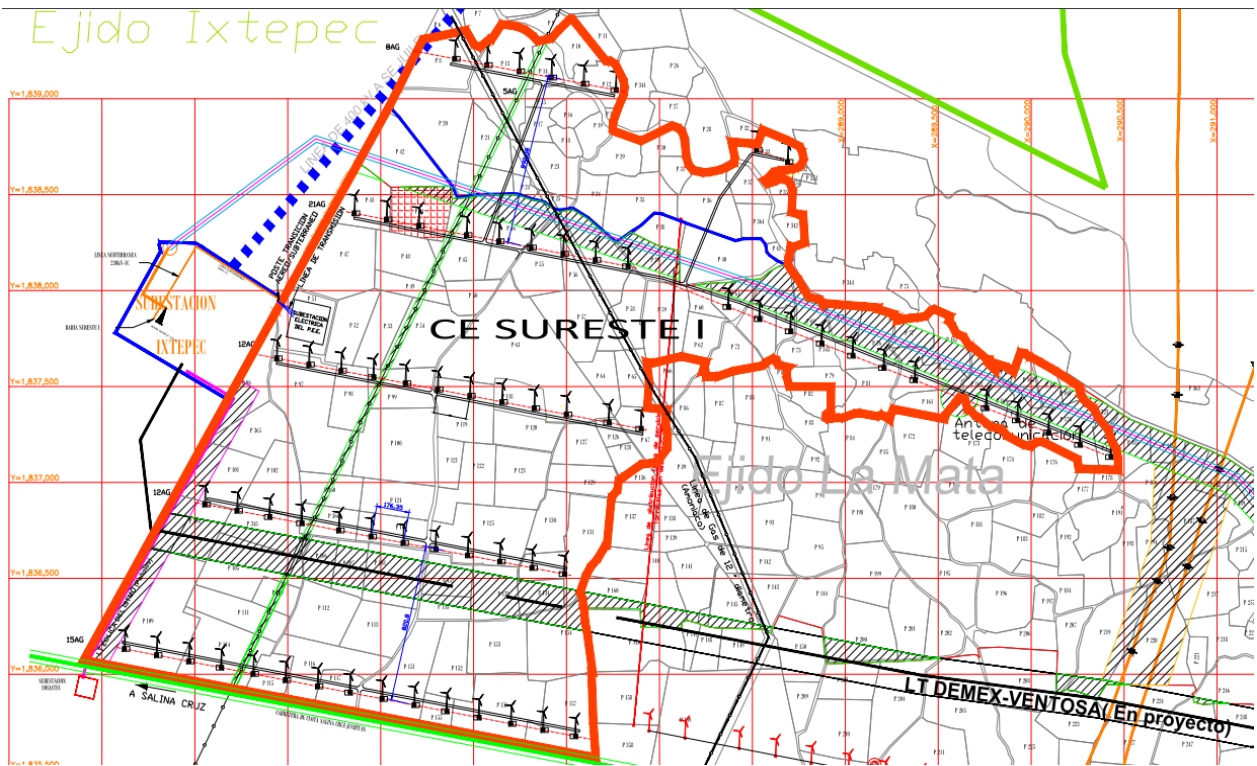
### II.2.3 Representación gráfica local

Se tiene estimada una superficie de 894,50 hectáreas para el desarrollo del proyecto, que incluye la instalación de 68 aerogeneradores (zapatas, plataformas de maniobras y equipos), cinco torres anemométricas, caminos interiores, cunetas, buses, cuarto de control, subestación eléctrica, oficinas de operación, fosa séptica y almacenes. (Figura II-29).



Figura II-29. Ubicación geográfica del proyecto en el contexto local.

Se estima que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II esté compuesto por 68 aerogeneradores, cada uno con capacidad de 1500 Kw (1,5 MW) que en conjunto generarán 101,4 ±2% MW (Figura II-30) (Anexo II.3).



**Figura II-30. Esquema del arreglo general de los aerogeneradores en el predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II y de la Línea de Enlace hasta Subestación Ixtepec Potencia.**

### II.2.4 Preparación del sitio y construcción

A continuación se presentan las diferentes actividades que se realizarán para la preparación del sitio.

#### A. Desmontes y despalmes

La realización del desmonte se hará primero en forma manual, con machetes y motosierra. El despalme se realizará utilizando motoconformadoras y/o bulldozer, implicando el arrastre de materia vegetal y horizonte superficial del suelo. El material de desmonte y despalme se colocará en lugares adyacentes, para su posterior utilización en la restauración de los terrenos para el cultivo y el pastoreo que serán temporalmente afectados durante la construcción del

proyecto. No se permite el uso de productos químicos y fuego para la realización de esta actividad.

### **B. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones**

El predio está caracterizado por presentar un relieve plano, ligeramente ondulado, muy poco inclinado, con altitudes de 50 - 70 m sobre el nivel del mar, de origen aluvial, de consistencia duro a muy duro en seco y de friable a firme en húmedo. Las técnicas que se emplearán son: excavación manual o con maquinaria de construcción (trascabo y zanjadora). Dadas las características del suelo, no se requiere de métodos especiales de excavaciones, compactaciones o nivelaciones para prevenir riesgos de erosión o para garantizar la estabilidad del terreno.

El área para las instalaciones técnico-administrativas y la subestación, se nivelará y compactará. Además se deberá hacer la excavación y nivelación para la instalación de los drenes de agua residual doméstica, dándole la pendiente adecuada hacia la fosa séptica, hacia la excavación de las fosas de captación de aceites de los transformadores, así como la correspondiente para el sistema de separación de agua y aceite.

Se excavará la geometría necesaria para las cunetas y una trinchera de 3,0 m de ancho por 2,5 m de profundidad a lo largo del trazo de los buses, además se excavará la cepa para la zapata y se compactará el terreno para la plataforma de maniobras.

### **C. Cortes**

Por tratarse de un terreno prácticamente plano y sin accidentes topográficos, los caminos interiores a los lados de los aerogeneradores tendrán eventualmente cortes insignificantes. A estos cortes se les suavizará la pendiente y se les cubrirá con suelo orgánico obtenido del despalme, para posteriormente sembrarles pasto. No habrá cortes permanentes.

### **D. Rellenos**

El material sobrante de las excavaciones antes mencionadas se utilizará como relleno en las terracerías de los caminos interiores, que servirán para la construcción y montaje electromecánico; así como la supervisión de los equipos instalados (durante su operación) evitando así generar residuos por esta actividad.

### **E. Dragados**

Por la naturaleza del proyecto no se requiere de actividades de dragado, por lo que no se afectarán cuerpos de agua.

### **F. Desviación de cauces**

A lo largo de las líneas de los aerogeneradores se establecerán canales revestidos, mediante vados de concreto, en ambos lados de los caminos de acceso. Esto permitirá el control o desfogue de los escurrimientos durante los eventos de lluvia.

En la entrada a parcela con vocación agrícola o ganadero se construirán alcantarillas en los caminos que se utilicen para el monitoreo de los aerogeneradores, permitiendo el paso vehicular.

#### ***Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto***

A continuación se describen las obras y actividades provisionales para el proyecto.

##### ***a) Campamentos y dormitorios***

No se considera necesaria la instalación de campamentos ni dormitorios, ya que la mayor parte de la mano de obra no calificada será contratada en los poblados cercanos al predio del proyecto. El personal calificado utilizará la infraestructura que se tenga (hoteles, casas de huéspedes, alquiler de casas) en las localidades urbanas.

##### ***b) Almacenes, bodegas y talleres***

Para la etapa de construcción se construirán almacenes y bodegas temporales. Éstos consisten generalmente de piezas de material multipanel, contruidos sobre piso de concreto, en los que se guardará el equipo, la herramienta y la maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y la construcción de la obra. Al término de las obras se desmantelarán las bodegas y los almacenes.

Se usará una superficie para el almacén a cielo abierto, que deberá tener áreas que separen madera del empaque de los equipos, padecería de alambre, varilla y otros materiales metálicos. No se instalarán talleres para el mantenimiento y reparación de vehículos automotores que consumen gasolina, ni de maquinaria pesada. Las reparaciones se deberán hacer en talleres existentes en los poblados cercanos.

Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos durante la etapa de construcción, el cual deberá ser construido con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**c) Oficinas**

Para la etapa de construcción se instalarán oficinas provisionales o se usarán casetas móviles, que se retirarán al concluir esta etapa. Para la etapa de operación se construirá un edificio técnico administrativo, en el cual se alojarán las oficinas definitivas.

**d) Comedores**

No existirán comedores dentro del predio.

**e) Instalaciones sanitarias**

Todas las instalaciones provisionales (oficinas) tendrán servicios sanitarios adecuadamente acondicionados. Las aguas residuales sanitarias de las oficinas provisionales serán dirigidas a fosas sépticas construidas para esta etapa. En los frentes de obra se instalarán letrinas portátiles. Para el manejo y disposición de los residuos sanitarios que se generen, se contratará a una empresa autorizada para prestar este servicio que transportará los residuos a una planta de tratamiento para cumplir con lo indicado en la normativa ambiental.

**f) Obras de abastecimiento y almacenamiento de combustible**

El abastecimiento de combustible para vehículos automotores se hará en las estaciones de servicio de los poblados cercanos. Se considera, dentro del predio, un área de 30 m<sup>2</sup> para el almacenamiento de diesel para la maquinaria pesada. El abastecimiento de diesel para la maquinaria pesada de construcción se realizará mediante tambos, a los que se les introducen bombas manuales para extraer el combustible. Durante éste proceso se colocarán en el terreno lonas cubiertas con jergas, para que absorban el diesel en caso de derrame accidental. Esta área estará ubicada en terrenos agrícolas.

**g) Construcción de vías de acceso al proyecto**

La 40 C.E. Sureste I Fase II contará con accesos, al predio del sitio por la carretera N° 185 Matías Romero-Juchitán de Zaragoza (carreta Panamericana) y por la supercarretera Arriaga-Salina Cruz.

### ***h) Bancos de material***

Para el proyecto no será necesaria la apertura de bancos de material en el sitio debido a que el producto de las excavaciones para formar la sección de desplante en las cimentaciones, es el mismo que se utilizará en el relleno y compactado de las obras. Conforme a los resultados de mecánica de suelos que se obtuvieron con el estudio geotécnico preliminar, el material examinado cumple con las propiedades físicas de compactación requeridas por CFE.

Durante la etapa de construcción, los materiales requeridos para la elaboración de los concretos serán adquiridos en bancos de materiales autorizados.

En el Anexo II.4 (Mapa II.2 SSS-AT-CE SUR I-EI-LI-00225), se muestran los bancos de material cercanos al sitio del proyecto.

### ***i) Tratamiento de aguas residuales***

Durante la construcción no se considera la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias, en su lugar se prevé la instalación de fosas sépticas y de letrinas portátiles. El manejo y disposición de los residuos sanitarios lo hará una empresa autorizada para prestar este servicio, quienes deberán enviar estos residuos a una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias.

### ***j) Sitios de disposición de residuos***

La disposición final de los residuos no peligrosos se hará en el o los sitios autorizados por la autoridad competente.

Para los residuos peligrosos se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.

## ***Etapa de construcción***

### ***a) El equipo que se instalará se describió en los párrafos del apartado II.1.1***

### ***b) Subestación e instalaciones técnico-administrativas***

Sobre las cimentaciones se procederá a la construcción de edificios auxiliares con estructuras de concreto armado (trabes, columnas y castillos) para después hacer las paredes que separarán las distintas áreas de trabajo. Los edificios contarán con instalaciones eléctricas para aire acondicionado, equipos de cómputo, iluminación, etc., así como; las áreas sanitarias, que incluyen tanto el drenaje interno del edificio como la conexión al drenaje que se dirigirá a la fosa

séptica. En la subestación eléctrica se construirán cimentaciones y soportes para los diferentes equipos.

La construcción del almacén para los residuos peligrosos se realizará cumpliendo con las condiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

### ***c) Caminos interiores para la supervisión de los equipos instalados***

Una vez desmontadas las franjas de los caminos interiores, se formarán capas con la terracería proveniente de las diferentes excavaciones y se compactarán para después colocarles los materiales adecuados para la sub-base y base de rodamiento, determinadas en el estudio geotécnico. Se utilizarán aplanadoras de rodillos lisos o rodillos vibratorios según el caso.

La franja afectada de los buses, se emparejará con suelo proveniente del despalme enriquecido con la materia vegetal triturada del desmonte, para su incorporación al suelo, contribuyendo a la restauración de la superficie.

Las actividades para la construcción de los caminos interiores son básicamente las siguientes:

**Construcción del área de rodamiento.**

**Construcción del sistema de drenaje pluvial, alcantarillas, vados de concreto y canales, cunetas de terracería con losas de concreto.**

**Construcción de accesos a las áreas parceladas.**

### ***d) Zapatas para los aerogeneradores***

Para la construcción de las zapatas una vez excavada la cepa, nivelado el piso e instalada la conexión a tierra, se construye una losa de cemento simple sobre la cual se coloca la cimbra de 16,6 m x 16,6 m dentro de la cual se construye el armado de varilla para a continuación vaciar el concreto que será elaborado en una planta que se instalará provisionalmente dentro del predio, en un área estimada de 20 m x 30 m, que se debe localizar en una zona de pastoreo o agrícola.

Una vez fraguado el concreto, se descimbra y el espacio de maniobras entre la zapata y la pared de la cepa se rellena con el mismo material de excavación, y se incorpora material proveniente del desmonte y despalme.

**e) *Instalación de los aerogeneradores***

**Excavación de la cepa, nivelación del piso y colado de la base de concreto simple.**

**Colocación de cimbra y armado de varillas.**

**Colocación del sistema a tierra de los aerogeneradores.**

**Colado de zapatas para aerogeneradores.**

**Instalación de las torres troncocónicas, góndola y palas del rotor de aerogeneradores.**

**Conexión con fibra óptica de las partes del sistema de control, góndola y piso.**

Para la instalación de los aerogeneradores, en la plataforma de maniobras se ensamblan las 2 ó 3 partes en que se suministran las torres troncocónicas, estas se colocan en el centro de la zapata mediante grúas y malacates con la capacidad y peso requeridos para la maniobra de los elementos y equipo a colocar. La góndola, con el equipo que lleva en su interior, se ensambla en la plataforma de maniobras y con la grúa se colocan sobre la punta de la torre troncocónica. También, en la viga de soporte se ensamblan las dos conchas de las palas y después los insertos especiales de acero que la conectan al rodamiento de la misma, con la ayuda de la grúa cada pala se atornilla en el sitio preciso del buje.

Para que el sistema de control registre continuamente las señales de los distintos sensores del aerogenerador, la parte que está en la góndola se une con fibra óptica con la parte de la base de la torre, que se encarga de la conexión y desconexión del generador.

**f) *Instalación de ductos eléctricos (buses)***

**Conexión de ductos eléctricos con el sistema a tierra**

**Instalación del bus ducto a lo largo de los caminos interiores, en la margen contigua de las filas de los aerogeneradores (interconexión).**

Las etapas de preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio abarcan un periodo estimado de 19 meses.

El equipo y maquinaria que se utilizará durante la construcción del proyecto se indica en el Cuadro II-8.



**Cuadro II-8. Equipo a utilizar en la etapa de construcción del proyecto.**

Equipo	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas de trabajo	Combustible
Motoconformadoras	5	5 meses	10 h/día	Diesel
Vibrocompactadores rodillo liso	4	10 meses	10 h/día	Diesel
Excavadora 320	1	10 meses	10 h/día	Diesel
Retroexcavadora	7	10 meses	10 h/día	Diesel
Pipa de agua	3	12 meses	10 h/día	Diesel
Cargador frontal	1	10 meses	10 h/día	Diesel
Camión abastecedor de combustible	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúas titán 12 toneladas	3	8 meses	10 h/día	Diesel
Compactadores manuales	5	8 meses	10 h/día	Diesel
Tractor D8	1	4 meses	10 h/día	Diesel
Camión volteo 7m3	19	12 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 350 toneladas	2	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 200 toneladas	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 160 toneladas	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 80 toneladas	2	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 70 toneladas	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Tráiler con plataforma	3	8 meses	10 h/día	Diesel
Planta dosificadora (de la planta para concreto)	2	12 meses	10 h/día	Diesel
Camiones con ollas revolvedoras	6	12 meses	10 h/día	Diesel
Bomba para concreto	1	12 meses	10 h/día	Diesel
Hiab	2	8 meses	10 h/día	Diesel
Titán	1	10 meses	10 h/día	Diesel
Vehículos	18	17 meses	10 h/día	Gasolina

### II.2.5 Operación y mantenimiento

El Proyecto 40 CE. Sureste I Fase II, operará en forma continua las 24 horas del día los 365 días del año, por tal motivo se estima que se contará con personal necesario para trabajar los 3 turnos de 8 horas. El número total de personas para la operación y mantenimiento del proyecto, se estima en 25 aproximadamente, divididos en los 3 turnos, entre técnicos y administrativos.

A continuación se citan los equipos principales con que contará este proyecto.

Aerogeneradores.- Serán de 1500 kW como mínimo de capacidad cada uno y transformarán la energía del viento en energía eléctrica.

Transformadores de aerogenerador.- Elevarán el voltaje de generación a 34.5 kV para ser transmitido a través del cable subterráneo aislado hasta el tablero de media tensión.

Circuitos colectores.- Para transmitir la energía generada por los aerogeneradores.

Tableros de media tensión.- Proporcionan el control y la protección a la energía eléctrica entregada por los aerogeneradores.

Transformador principal.- Eleva la tensión de la energía eléctrica desde 34.5 a 230 kV, para conectarse a la subestación de 230 kV de la Central.

Subestación eléctrica de 230 kV de la Central y línea de enlace. Constituye la instalación de los equipos de transformación de energía eléctrica y los circuitos alimentadores y de transmisión de enlace hasta el punto de interconexión.

Tablero de la Subestación de 230 kV de la Central.- Proporciona la protección, control y medición de la energía eléctrica entregada a la Central.

Los edificios principales con que se contará serán los siguientes:

Cuarto de control, en el cual se localizarán las computadoras de operación de la Central Eólica, así como los tableros de la Subestación y cuarto de cables.

Oficinas de operación.-integrada por una oficina del superintendente, así como de los ingenieros de operación y mantenimiento, y del personal administrativo.

Almacén de refacciones.

Almacén de sustancias peligrosas.- donde se almacenarán en contenedores las sustancias peligrosas tales como aceites, grasas, pinturas etc.

Almacén de residuos peligrosos, en donde se almacenarán de manera temporal aceites gastados, estopas impregnadas con grasas y aceites, sobrantes de soldadura, etc.

Sala de capacitación.

Taller electromecánico.

### **a) Operación de la central eólica**

Las Centrales Eoloeléctricas producen electricidad a partir de la energía del viento, esta generación de electricidad se lleva a cabo al transmitirse la energía del viento a las palas haciéndolas girar (energía de giro). Las palas hacen girar, en la góndola (nacelle), a un eje

mecánico que al estar acoplado por un lado al rotor y por el otro a una multiplicadora de velocidad, les comunica ese movimiento que a su vez lo transmiten a un generador, en el que se produce la energía eléctrica, la cual se conduce a un transformador que se encuentra montado en la parte inferior de la torre del aerogenerador, el cual eleva el voltaje a 34.5 kV.

Después del transformador, la energía se conduce por los circuitos colectores hasta el tablero de media tensión, de donde se interconecta con el banco de transformación y de este, a la subestación del proyecto de 230 kV, después, se conducirá de ésta a la Subestación Ixtepec Potencia que es hasta donde está considerado el alcance de este estudio.

En la parte superior del aerogenerador se encuentra un anemómetro y veleta para medir la velocidad y dirección del viento.

El sistema de control del aerogenerador posiciona al rotor, siempre perpendicular al viento, con el propósito de obtener del mismo la máxima cantidad de energía.

También el sistema de control tiene la característica de posicionar a las palas perpendiculares al viento para absorber la energía máxima del mismo, o bien hacerlas girar para tirar energía de manera tal que se proteja al aerogenerador de energía eólica en exceso.

En condiciones de bajo viento el aerogenerador no produce electricidad y se desconecta de la red; así mismo en condiciones de muy alta velocidad del viento, el aerogenerador debe frenar y desconectarse del sistema, debido a que es riesgoso operar el generador eléctrico a muy alta velocidad de giro.

El sistema de control del aerogenerador, al detectar una alta velocidad del viento, hace girar a las palas paralelas al viento; lo que hace que se ejecute el freno mecánico para protección del aerogenerador.

### **b) Mantenimiento de la Central**

Durante la etapa de operación del Proyecto, se programarán mantenimientos a los aerogeneradores acorde a lo indicado en el Cuadro II-9.

Verificación y revisión del estado físico de cada uno de sus componentes como son: cono de nariz, álabes, rodamiento de álabes, barras de conexión transversal, sistema de inclinación (pitch), flecha principal, sistema de barra de torsión, caja de engranes, frenos, flecha de transmisión, cople flexible, generador, unidad hidráulica, engrane de deslizamiento, rodamiento del sistema de deslizamiento, chasis, veleta, anemómetro, cubierta de barquilla, torre tubular, recubrimiento de superficie de torre, enfriador de aceite lubricante, cables de fuerza, medición,

protección y control y tierra, tablero de control superior, tablero de control inferior, transformadores de potencia, subestación e interruptor de potencia. Se realizará un mantenimiento predictivo en cada unidad, mediante el cual se revisarán los puntos clave donde se requiera cambio de lubricantes (grasas o aceites).

### **Programa de mantenimiento**

Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica y la conservación en forma adecuada de los elementos que conformarán el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es necesario contar con un programa de mantenimiento. En el Cuadro II-9 se enlistan las actividades de mantenimiento y su periodicidad.

**Cuadro II-9. Actividades de mantenimiento y su periodicidad.**

No.	Actividad	Periodicidad
1	Mantenimiento preventivo	3 meses
2	Mantenimiento correctivo	12 meses
3	Mantenimiento predictivo	6 meses
4	Inspección mayor	12 meses
5	Inspección menor	1 mes
6	Verificación de estado físico de aerogeneradores	1 mes
7	Revisión de veleta	6 meses
8	Revisión de anemómetro	3 meses
9	Revisión de torre tubular	12 meses
10	Revisión de sistema de tierras	24 meses
11	Revisión de tablero de control inferior	12 meses
12	Revisión de caja de engranes	4 meses
13	Revisión de cables de fuerza	12 meses
14	Revisión de barras de conexión transversal	12 meses
15	Revisión de álabes	12 meses

Para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, aplican los siguientes tipos de mantenimiento:

**Mantenimiento preventivo.-** Tiene como objetivo evitar las interrupciones en la operación de la central, mejorando su calidad y continuidad. Este mantenimiento es consecuencia de las inspecciones programadas.

**Mantenimiento correctivo.-** Es el que se realiza en condiciones de emergencia, de aquellas actividades que quedarán fuera del alcance del mantenimiento preventivo, buscando

**Cuadro II-14. Generación de residuos sólidos durante la etapa de operación del Proyecto 40 CESureste I Fase II.**

Nombre del residuo	Cantidad generada
Basura doméstica	4 ton/año
Reciclables: Cartón Madera Metal	Cantidad inapreciable

Los valores arriba mencionados corresponden a los esperados en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de la Central. Sin embargo la experiencia en el manejo del proyecto CE La Venta II, en un lapso de 11 meses que duraron dichas etapas, se muestra a continuación en el Cuadro II-15.

**Cuadro II-15. Generación de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos durante la ejecución de la CE La Venta II.**

Conceptos	Unidad	Cantidad
<i>Residuos No Peligrosos</i>		
Residuos Domésticos	m <sup>3</sup>	175
Plásticos, Tierra y Madera	Costal 30 kg	51
<i>Residuos Peligrosos</i>		
Aceite Quemado	l	1000
Tierra Contaminada	m <sup>3</sup>	4,51

## Manejo y disposición

### ***Etapa de preparación del sitio y construcción***

Los desechos orgánicos y el material térreo, que se generen durante el desmonte y el despalme, serán triturados y colocados temporalmente en montículos a un costado de cada área desmontada y despalmada. Esto evitará que los montículos obstruyan algún escurrimiento en el sitio. Posteriormente los desechos se emplearán en las superficies de buses y en las áreas adyacentes de las zapatas, de esta manera los terrenos tendrán una recuperación natural.

Los desechos producto de las obras de construcción, como el concreto y la pedacería de ladrillo, serán transportados para su disposición final según lo indique la autoridad correspondiente.

Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en tambos de 200 L. con tapas herméticas, etiquetados y enviados posteriormente a centros de acopio y a sitios autorizados por los municipios de Juchitán o Santo Domingo Ingenio.

tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad de la Central.

**Mantenimiento predictivo.** Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Este exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones del proyecto, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias. Las principales actividades de mantenimiento se mencionan a continuación.

**Inspección mayor.** Deberá realizarse al menos con una frecuencia de una vez por año. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento de los componentes y considerar factores externos susceptibles de ocasionar fallas en la Central tales como: zonas de inundación, vandalismo e incendios.

**Inspección menor.** Podrán realizarse con una periodicidad de un mes. Es importante mencionar que esta es una inspección visual del estado general, no a detalle, del aerogenerador.

**Descripción de obras asociadas al proyecto**

La obra asociada al proyecto, la constituye la línea de transmisión de enlace que se menciona en la página tres de este capítulo y cuya gestión ambiental se hará en el momento oportuno.

**II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

En el Cuadro II-10 se muestran las actividades para la etapa de abandono del sitio, considerando el tiempo de vida útil del proyecto de 20 años.

**Cuadro II-10. Calendario de actividades para las obras de desmantelamiento**

Actividades principales	Año 21												Año 22											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12
Desmantelamiento de equipos																								
Desarmado de estructuras de subestación																								
Demolición de edificios y cimentación de aerogeneradores																								
Limpieza y acondicionamiento del predio																								
Restauración de suelos																								
Demolición de drenajes y disposición de desechos																								

Nota: Debido a que el proyecto tendrá una vida útil de 20 años, en el Cuadro se indican las actividades para la etapa de abandono del sitio (desmantelamiento) a partir del primer mes del año 21.

El programa de abandono del sitio es tentativo y estará sujeto a modificaciones en su momento, existiendo la posibilidad de que no sea llevado a cabo debido a que la Central sea modernizada y por lo tanto se prolongue su vida útil.

Durante la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del proyecto, no será necesario el uso de explosivos.

## II.2.7 Residuos

### Generación

#### **Residuos sólidos peligrosos**

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción para el proyecto, se muestran en el Cuadro II-11.

**Cuadro II-11. Residuos sólidos peligrosos: etapas de preparación del sitio y construcción.**

Nombre del residuo	Características CRETI	Cantidad	Tipo de empaque	Sitio de disposición final
Material impregnado con grasas o aceites	I	4 400 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Colillas de soldadura	R, T	1 800 kg	Tambos etiquetados	Venta para Reciclamiento
Recipientes impregnados con pinturas	I, T	540 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
Recipientes impregnados con aceite lubricante	I, T	21 600 kg	No aplica	Confinamiento autorizado

**NOTAS.**

- 1.- Características **CRETI**: **C** = corrosividad, **R** = reactividad, **E** = explosividad, **T** = Toxicidad al ambiente, **I** = inflamabilidad.
2. Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.
3. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.
4. Las cantidades indicadas corresponden al total esperado durante todo las etapas de preparación del sitio y construcción

Todos los residuos peligrosos serán almacenados, temporalmente dentro del predio, en un almacén provisional de residuos peligrosos cuyo diseño cumpla con lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Posteriormente serán transportados a un sitio de confinamiento definitivo. El transportista y el sitio deberán contar con la autorización de las instancias ambientales correspondientes.

Los Residuos sólidos peligrosos, que se estima serán generados en la etapa de operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se muestran en el Cuadro II-12. Los residuos generados serán almacenados temporalmente en un almacén específico para residuos peligrosos, el cual será

construido de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Posteriormente los residuos serán transportados por una empresa autorizada, para su confinamiento.

**Cuadro II-12. Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación.**

Nombre del residuo	Características CRETI	Cantidad	Tipo de empaque	Sitio de disposición final
Material impregnado con grasas o aceites lubricante	I	4 800 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Solventes usados	E, I, T	0,5 m <sup>3</sup>	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	120 kg	No aplica	Venta para reciclamiento

**NOTAS**

- 1.- Características **CRETI**: **C** = corrosividad, **R** = reactividad, **E** = explosividad, **T** = Toxicidad al ambiente, **I** = inflamabilidad.
2. Las cantidades indicadas corresponden a la generación esperada durante un año de operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.
3. Ninguno de los residuos sólidos considerados durante la operación del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud
4. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.

**Residuos sólidos no peligrosos**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se generarán residuos no peligrosos, la cantidad y disposición final de éstos se muestra en el Cuadro II-13.

**Cuadro II-13. Generación de residuos sólidos no peligrosos: durante las etapas de preparación del sitio y construcción.**

Nombre del residuo	Cantidad generada
Residuos de la construcción	540 m <sup>3</sup>
Residuos provenientes del despilme	60,319m <sup>3</sup>
Basura doméstica	15 ton.
Reciclables: Cartón, madera, metal, plástico y vidrio	580 kg, 15 ton, 58 ton y 4 ton.

En la etapa de operación de la Central también se generarán residuos sólidos no peligrosos, la cantidad y disposición final de los mismos, se presenta en el Cuadro II-14. En las áreas administrativas y servicios del personal, como son sanitarios y comedores, los residuos básicamente son: papel, cartón, plásticos, vidrio y residuos alimenticios. Estos desperdicios serán recolectados diariamente a los sitios autorizados por las autoridades para su disposición final.



La basura orgánica que se genere en oficinas temporales, deberá ser colectada oportunamente y puesta en un sitio de acopio en tambos herméticamente cerrados para evitar la generación de fauna nociva, dichos residuos se enviarán a los sitios de depósito final autorizados por el municipio de Juchitán o Santo Domingo Ingenio.

Las rebabas de soldadura se colectarán en cubetas en el sitio de trabajo y se trasladarán al sitio específico dentro del almacén temporal de residuos peligrosos.

En este tipo de centrales no se requiere de áreas adicionales para maniobras, para el mantenimiento de los equipos. Para realizar el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y en general reparaciones; dado que estas actividades se llevan a cabo en el mismo lugar de los aerogeneradores, esto es dentro de las mismas cabinas. Sin embargo, se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa o solvente; también se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Los tambos con desechos peligrosos claramente identificados, serán enviados al almacén de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica.

Durante las operaciones de pintado, se tendrán latas vacías, envases y materiales impregnados con pintura, que se colocarán en recipientes herméticamente cerrados, previendo que toda la pintura residual sea dispuesta en recipientes cerrados y etiquetados, para que posteriormente sean trasladados al almacén de residuos peligrosos. Todos los residuos que se clasifiquen como peligrosos (aceites gastados, latas de pintura y material que resulte impregnado de los mismos), se almacenarán temporalmente y posteriormente serán trasladados, por una empresa debidamente registrada para su disposición final a un sitio de confinamiento autorizado.

### ***Etapa de operación***

En la etapa de operación se tendrá generación de basura doméstica y residuos reciclables en cantidades mínimas, dichos residuos serán colectados en botes etiquetados procurando su separación. Los desechos domésticos serán dispuestos en sitios autorizados aprovechando el servicio municipal de recolección; los residuos reciclables se pondrán a disposición de las autoridades municipales, ya que serán de un volumen insignificante para buscar un mecanismo de venta.

El mantenimiento de los aerogeneradores se llevará a cabo en el mismo sitio donde estarán instalados, ahí se realizarán trabajos como; cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y reparaciones generales; se tendrán tambos etiquetados en donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa, o solvente; también se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados, para almacenarlos temporalmente en la sección de almacén de residuos correspondiente, para su posterior recolección que se realizará por una empresa prestadora del servicio para su disposición final.

### ***Etapas de abandono de la Central***

Considerando la posibilidad de ejecución de esta etapa, el manejo de los residuos que pudieran generarse, se plantea de la siguiente manera.

Los desechos producto de las obras de demolición serán alojados en sitios específicos dentro del predio de la obra, para después proceder con el envío a los sitios para su disposición final, según lo indique el municipio. Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en un área destinada para tal fin, en tanto se encuentra algún interesado en su adquisición, de no haberlo deberán ser enviados a sitios autorizados por el municipio.

Todos los residuos peligrosos almacenados temporalmente dentro de las instalaciones de la obra de desmantelamiento, serán transportados a un sitio de confinamiento por una empresa especializada y autorizada. En caso de que los residuos sean factibles de reciclar, como el aceite gastado, se enviarán a una empresa especializada.

## **Generación, manejo y descarga de residuos líquidos**

### **Generación de residuos líquidos**

#### ***Etapas de preparación del sitio y construcción***

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción no habrá residuos líquidos peligrosos.

#### ***Etapas de operación***

Durante el mantenimiento de los aerogeneradores se realizarán cambios de aceite. El aceite gastado se enviará al almacén de residuos peligrosos para su posterior traslado a un sitio de confinamiento autorizado.

### ***Etapa de abandono***

Durante la etapa de abandono no habrá residuos líquidos peligrosos.

### **Manejo y Disposición final**

#### **Aguas residuales sanitarias**

##### ***Etapas de preparación del sitio y construcción***

Los residuos provenientes de los sanitarios portátiles y de las fosas sépticas serán llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final; para lo cual se contratará a una empresa autorizada, que cuente con los equipos necesarios para su manejo.

##### ***Etapa de operación***

Durante la etapa de operación, se realizan las acciones de operación y mantenimiento de los aerogeneradores. Las descargas sanitarias que se generen en esta etapa, serán recolectadas por medio de una fosa séptica, la cual será vaciada periódicamente por una empresa autorizada.

##### ***Etapa de abandono***

En esta etapa los residuos de origen sanitario que se generarán, serán llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales, a través de una empresa autorizada que cuente con el equipo necesario para su transporte y disposición final.

### **Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera**

##### ***Etapas de preparación del sitio y construcción***

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, solo se tendrán vehículos y maquinaria (fuentes móviles) que usarán gasolina o diesel como combustible.

Los vehículos automotores deberán mantener los niveles de emisiones del escape dentro de los límites permisibles de acuerdo con la normativa aplicable correspondiente, para lo cual se aplicará un programa de mantenimiento de vehículos. Asimismo quedará prohibido realizar actividades de reparación y mantenimiento a los vehículos y maquinaria dentro del predio, se

hará mantenimiento de la maquinaria pesada pero tomando las previsiones necesarias para evitar contaminación del suelo.

En el Cuadro II-16 se indican los requerimientos de maquinaria y equipo en las etapas de preparación del sitio y construcción de la CE. Se enfatiza en el número de equipos, el tiempo que se empleará y la tasa de emisión de contaminantes esperada.

Dado que el nivel de emisiones a la atmósfera no es significativo en esta etapa y a que las que hay provienen principalmente de fuentes móviles; además de que el sitio es una zona de vientos predominantes, no se considera necesario llevar a cabo un estudio de dispersión de contaminantes hacia la atmósfera.

**Cuadro II-16. Requerimientos de maquinaria y equipo para las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Equipo	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas trab.	Emisiones a la atmósfera (g/milla) (2)		Tipo de combustible
				HC CO NOx		
Vehículos	18	17 meses	10h/día	HC CO NOx	0,41 7,0 2,0	Gasolina
Tractores D8	1	4 meses	10h/día	HC CO NOx	0,8 10,0 2,3	Diesel
Camiones de volteo 7m <sup>3</sup>	19	12 meses	10h/día	HC CO NOx	0,8 10,0 2,3	Diesel
Pipas de agua	3	12 meses	10h/día	HC CO NOx	0,8 10,0 2,3	Diesel
Motoconformadora	5	5 meses	10h/día	(3)		Diesel
Cargadores de neumáticos	2	13 meses	10h/día	(3)		Diesel
Cargadores de orugas	1	12 meses	10h/día	(3)		Diesel
Retroexcavadoras	7	10 meses	10h/día	(3)		Diesel
Hiab de 5 toneladas	2	8 meses	10h/día	(3)		Diesel
Vibrocompactadores rodillo liso	4	10 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Excavadora 320	1	10 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Cargador frontal	1	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Camión abastecedor de combustible	1	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Grúas titán 12 toneladas	3	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Compactadores manuales	5	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Grúa de 350 toneladas	2	3 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Grúa de 200 toneladas	1	3 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Grúa de 160 toneladas	1	3 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Grúa de 80 toneladas	2	3 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Grúa de 70 toneladas	1	3 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Tráiler con plataforma	3	3 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Planta dosificadora (de la planta para concreto)	2	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Camiones con ollas revolvedoras	6	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Bomba para concreto	1	6 meses	10 h/día	(3)		Diesel
Titán	1	5 meses	10 h/día	(3)		Diesel

(2) Datos obtenidos de "Environmental Engineering Handbook".

(3).- Información no disponible.

### ***Etapas de operación***

Durante las pruebas y puesta en servicio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

En esta etapa sólo se requerirán alrededor de ocho vehículos (fuentes móviles) para transporte de personal y en cuanto a maquinaria alrededor de tres montacargas. En el Cuadro II-17 se presentan las emisiones estimadas por el uso de esos vehículos.

Este sistema eólico (aerogeneradores) no produce contaminantes a la atmósfera, ya que su única fuente de energía es el viento.

**Cuadro II-17. Emisiones a la atmósfera, por fuentes móviles durante la etapa de operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Equipo	Cantidad	Horas de trabajo diario	Emisiones a la atmósfera (g/milla) <sup>1</sup>		Tipo de combustible
Vehículos	8	8 h/día	HC	0,41	Gasolina
			CO	7,0	
			NOx	2,0	
Montacargas	3	12h/día	HC	0,41	Gasolina
			CO	7,0	
			NOx	2,0	

<sup>1</sup> Datos obtenidos de "Environmental Engineering Handbook", Rowe, Tchobanogluos

En la etapa de operación, los equipos existentes que pueden producir ruido son los aerogeneradores sin embargo; sus niveles son muy bajos de acuerdo a la normativa existente (NOM-081-SEMARNAT-1994). Por la ubicación de los aerogeneradores y la separación que existirá entre ellos, se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB en el perímetro del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

### ***Etapa de Abandono***

Para el caso de la etapa de abandono se considera el empleo del mismo tipo de maquinaria y equipo, pero al 50% en cuanto a cantidad y tiempo requerido durante la obra. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permisibles aplicables a vehículos, estos se someterán al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Las áreas de demolición estarán alejadas del perímetro de la Central (Proyecto 40 CE Sureste I Fase II), por lo que se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB, con lo cual se atenderá los requerimientos de la norma NOM-080-SEMARNAT-1994.

En el Cuadro II-18, se presenta un estimado de la generación de ruido por la maquinaria en las diferentes etapas del proyecto. Durante la etapa de abandono, no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

**Cuadro II-18. Generación de ruido por el equipo y maquinaria en las diferentes etapas.**

Equipo	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos
Vehículos	18	15 meses	12h/día	No mayor a 86dB
Tractores D8	2	5 meses	12h/día	No mayor a 86dB
Camiones de volteo	36	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Pipas de agua	3	14 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Motoconformadora	2	14 meses	6h/día	(1)
Cargadores de neumáticos	2	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Cargadores de orugas	1	12 meses	12h/día	No mayor a 99dB
Retroexcavadoras	2	8 meses	12h/día	(2)
Grúa de 500 toneladas	3	9 meses	12h/día	No mayor a 99dB
Hiab de 5 toneladas	4	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Grúa de 50 toneladas	4	4 meses	12h/día	No mayor a 99dB

1. Nivel de ruido medido a 1 m del equipo.

2. Su nivel de ruido es alto por el trabajo que efectúan, siendo empleado en la obra en un lapso corto.

### ***Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos***

Los residuos vegetales producto de los desmontes, serán triturados y esparcidos en los alrededores donde fueron generados para su posterior uso en las superficies de buses y en las áreas adyacentes de las zapatas. Esto permitirá que los terrenos tengan una recuperación natural con la reincorporación de esta materia orgánica.

El manejo y disposición de los residuos líquidos sanitarios que se generen durante la etapa de construcción del proyecto, lo hará una empresa autorizada. Se prevé la instalación de fosas sépticas y letrinas portátiles. Se deberán enviar estos residuos a un sitio autorizado, preferentemente a una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias ya existente.

## CONTENIDO

### **III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO \_\_\_\_\_ III-1**

#### **III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo \_\_\_\_\_ III-1**

III.1.1	Plan de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) _____	III-2
III.1.2	Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 _____	III-2
III.1.3	Programa Sectorial de Energía 2007-2012 _____	III-5
III.1.4	Prospectiva del Sector eléctrico (2011-2025) _____	III-6
III.1.5	Programa de Obras del Sector Eléctrico 2010-2024 (POISE CFE) _____	III-9
III.1.6	Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016 _____	III-10
III.1.7	Plan de Desarrollo Municipal Sustentable de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca, 2011-2013 _____	III-12
III.1.8	Áreas Naturales Protegidas y otras áreas de atención prioritaria para la conservación. _____	III-13

#### **III.2 Marco Jurídico Normativo \_\_\_\_\_ III-20**

III.2.1	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos _____	III-20
III.2.2	Convenios Internacionales _____	III-21
III.2.3	Otros compromisos Internacionales _____	III-22
III.2.4	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. _____	III-23
III.2.4.1	Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas. _____	III-26
III.2.5	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, _____	III-26
III.2.6	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento _____	III-27
III.2.7	Ley General de Vida Silvestre y su reglamento, _____	III-27
III.2.8	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica _____	III-27
III.2.9	Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento _____	III-28
III.2.10	Normas Oficiales Mexicanas _____	III-30

#### **III.3 Discusión y conclusiones \_\_\_\_\_ III-35**



### **INDICE DE FIGURAS**

*Figura III-1. Ubicación de la zona de uso común del río verde del cerro tolistoque, respecto al predio del proyecto.* \_\_\_\_\_ III-17

*Figura III-2. Ubicación de las Areas destinadas voluntariamente a la Conservación, en el sistema ambiental regional.* \_\_\_\_\_ III-19

### **INDICE DE CUADROS**

*Cuadro III-1. Cuadro resumen de políticas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-3

*Cuadro III-2. Cuadro resumen de políticas, estrategias y líneas de acción que se vinculan con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-5

*Cuadro III-3. Estrategias planteadas en las megatendencias vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-11

*Cuadro III-4. Cuadro resumen de políticas y estrategias planteadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca vinculadas al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-12

*Cuadro III-5. Cuadro resumen de políticas, planteadas en el Plan Municipal vinculadas al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II* \_\_\_\_\_ III-13

*Cuadro III-6. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADV), cercanas al predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-14

*Cuadro III-7. Disposiciones reglamentarias vinculantes con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-21

*Cuadro III-8. Convenios Internacionales vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II* \_\_\_\_\_ III-22

*Cuadro III-9. Disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA, vinculantes al Proyecto* \_\_\_\_\_ III-23

*Cuadro III-10. Análisis técnico, jurídico y/o administrativo del Artículo 5 del REIA y su vinculación con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-25

*Cuadro III-11. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto* \_\_\_\_\_ III-27

*Cuadro III-12. Disposiciones reglamentarias contenidas en la Ley vinculantes al Proyecto* \_\_\_\_\_ III-28

*Cuadro III-13. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.* \_\_\_\_\_ III-29

*Cuadro III-14. Vinculación del proyecto con la normatividad aplicable a su desarrollo.* \_\_\_\_\_ III-30

### III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO

Dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) 2010-2024, se considera la ampliación en la capacidad de generación eléctrica del tipo eólico en la zona del Istmo de Tehuantepec, específicamente en la Zona de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca, con la ejecución del Proyecto CE 40 CE Sureste I Fase II.

En el ejido Agua Caliente, La Mata del municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca se cuenta con una superficie disponible de 894,50 hectáreas, en la cual se pretende efectuar el arreglo para el desarrollo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Es menester mencionar que el sitio para el Proyecto se ubica contiguo a la existente Subestación Ixtepec Potencia, de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Cabe mencionar que el Proyecto cuenta con **Anuencia de Factibilidad del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**, emitida en fecha 22 de junio de 2012 por el H. Ayuntamiento de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca. (Anexo III).

La Central eoloeléctrica contará con una capacidad de generación de energía aproximada de 101.4 MW  $\pm$  2%, como parte de la capacidad disponible por CFE en la Red de Temporada Abierta (RTA).

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, contará con una capacidad nominal de 101,4 MW  $\pm$  2% y el arreglo estará integrado por 68 aerogeneradores cuya capacidad individual es de 1500 kW (1.5 MW).

Los proyectos de generación de energía eléctrica a través de fuentes alternas forman parte de la política de CFE en cuanto al aprovechamiento de fuentes renovables de energía para la generación de electricidad.

#### III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo

En el presente capítulo se describe la relación del proyecto con respecto a las políticas estatales de desarrollo social, económico y ecológico, contempladas en los instrumentos de planeación y programas de desarrollo en los ámbitos federal, estatal y municipal.

Para determinar la congruencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II con los instrumentos de planeación aplicables en el sitio donde se tiene proyectado la construcción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, se realizó una revisión de los planes, programas de

Desarrollo Urbano, Estatales, Municipales, o en su caso, de Centros de Población y ordenamientos legales que guardan relación con el proyecto.

### **III.1.1 Plan de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)**

El ordenamiento ecológico (OE) se define jurídicamente como:

"El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos". (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Art.3 fracción XXIII).

En el estado de Oaxaca actualmente no existe ningún ordenamiento ecológico decretado oficialmente. Se tienen registrados cuatro ordenamientos ecológicos terminados técnicamente, dos en la modalidad de regional y dos locales, sin embargo ninguno de éstos ha sido decretado. Por lo que se confirma que no existe un Plan de Ordenamiento Ecológico que regule y/o se vincule al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

### **III.1.2 Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012**

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la presente administración deberán regir la acción del gobierno.

Los objetivos nacionales son: Alcanzar un crecimiento económico sostenido más acelerado y generar los empleos formales que permitan a los mexicanos, tener una mejor calidad de vida; tener una economía competitiva que ofrezca bienes y servicios de calidad, mediante el aumento de la productividad, y la inversión en infraestructura; y asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país; sin comprometer el patrimonio natural y calidad de vida de las generaciones futuras. El Cuadro III-1 presenta un resumen de las políticas del Plan Nacional, vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

**Cuadro III-1. Cuadro resumen de políticas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO		ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<b>EJE 2. ECONOMÍA COMPETITIVA Y GENERADORA DE EMPLEOS.</b>	<p><b>Objetivo</b> Lograr un crecimiento sostenido más acelerado y generar empleos formales que permitan mejorar la calidad de vida de los mexicanos.</p> <p>Es prioritario contar con una economía que se encuentre, en 2012, entre las 30 más competitivas del mundo de acuerdo al Foro Económico Mundial, con mayor crecimiento y capacidad para generar empleos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en capital físico, lo cual se traducirá en crecimiento económico y creación de empleos. Para ello mediante la creación de políticas orientadas a aumentar la rentabilidad de los proyectos, reducir costos de producción y promover la inversión en infraestructura.</li> <li>• Capacidades de las personas y crecimiento elevado de la productividad: requiere mayor competencia económica y condiciones propicias para la adopción y el desarrollo tecnológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ejecución del <b>Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</b> se encuentra contemplado dentro de los lineamientos establecidos en el Plan, ya que es congruente con las políticas de desarrollo sustentable establecidas en los Ejes con los que se vincula.</li> <li>• El proyecto contribuirá a satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica en corto plazo. Por ello se considera que el proyecto no se contrapone con los objetivos y estrategias establecidos en el plan ya que su construcción:</li> <li>• Coadyuvará a fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, tratando de promover inversiones que impulsen el potencial del país.</li> </ul>
	<p><b>2.11 Energía, Electricidad e Hidrocarburos</b></p> <p><b>Objetivo 15</b> Asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar infraestructura requerida para la prestación del servicio de energía eléctrica con alto nivel de confiabilidad, realizando inversiones e impulsando el desarrollo de proyectos.</li> <li>• Fortalecer a las empresas del sector, adoptando modelos y prácticas a nivel internacional en industria eléctrica, mejorando procesos con tecnología de punta</li> <li>• Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades remotas utilizando energías renovables</li> <li>• Modernizar las fuentes primarias de generación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumple con las estrategias establecidas en el Plan en cuanto a protección ambiental, ya que esta tecnología permitirá disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales.</li> <li>• Permitirá promover el uso eficiente de la energía para que el país se desarrolle de manera sustentable, a través de la adopción de tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia energética.</li> <li>• Incrementará los servicios de energía eléctrica en el ámbito regional.</li> </ul>

	<p><b>Sector Eléctrico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el uso eficiente de la energía a través de la adopción de tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia energética</li> <li>• Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y promover inversiones que impulsen el potencial que tiene el país en la materia.</li> <li>• Aprovechar las actividades de investigación del sector energético, orientando sus programas, hacia el desarrollo de fuentes renovables y eficiencia energética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aumento en los servicios de energía eléctrica favorecerá una mejor calidad de vida para los habitantes de la región.</li> <li>• Permitirá la generación de empleos temporales en la zona.</li> <li>• Se utiliza la energía del viento para la generación de energía eléctrica</li> <li>• Coadyuvará a mantener la dinámica del crecimiento económico regional, ya que permitirá generar flujos de electricidad eficaces y suficientes, que permitirán cubrir la demanda requerida.</li> </ul>
<p><b>EJE 4. SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL</b></p>	<p><b>4.6 Cambio Climático</b></p> <p><b>Objetivo 10.</b> Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)</p> <p>Se estima que en 2002 México generó el equivalente a 643,183 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, situándolo dentro de los 15 principales países emisores. Las fuentes responsables de emisiones, el 61% pertenece al sector energético. En particular, la generación de electricidad representa 24% de las emisiones; por el uso de combustibles fósiles la industria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar en Proyectos de infraestructura y sector productivo, consideraciones de impacto y riesgo ambiental, y que sean compatibles con la protección del ambiente</li> <li>• Ejecutar acciones tendientes a disminuir los efectos del cambio climático fomentando la eficiencia en la generación y uso de energía, incluyendo las energías renovables</li> <li>• Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias para la generación de energía. Para lograrlo, es indispensable el impulso de energías bajas en intensidad de carbono como la energía eólica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La construcción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, contribuirá a la reducción de GEI, coadyuvando en un 4,04% al cumplimiento de la meta de contar en el año 2012 con 2,500 MW de capacidad instalada de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec, además a través del MDL este proyecto podría participar en el mercado de reducción de emisiones contribuyendo al desarrollo sustentable de México.</li> <li>• Además su ejecución coadyuvará a cumplir con los compromisos adquiridos en la Conferencia de Bonn sobre Energías Renovables de lograr en el año 2014 un total de 4000 MW instalados en la zona del Istmo</li> </ul>

### III.1.3 Programa Sectorial de Energía 2007-2012

El Programa Sectorial de Energía 2007-2012, establece compromisos, estrategias y líneas de acción del gobierno federal en materia energética. El objetivo consiste en Promover el desarrollo integral y sustentable del país, manteniendo el horizonte de largo plazo que se encuentra plasmado en la Visión 2030, donde exista un sector energético que permita contar con una oferta diversificada, de alta calidad a precios competitivos, asegurando un desarrollo sostenible en términos económicos, sociales y ambientales. En el Cuadro III-2, se muestra un resumen del vínculo del proyecto con el Programa Sectorial de Energía.

**Cuadro III-2. Cuadro resumen de políticas, estrategias y líneas de acción que se vinculan con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA		ESTRATEGIAS Y LINEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
II. SECTOR ELÉCTRICO	<b>Objetivo II.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer la confianza y seguridad energética para el suministro de electricidad en el país, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación como el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero”.</li> <li>Impulsar proyectos en las modalidades previstas por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y que puedan ser implementados por los sectores social y privado, y que impliquen la utilización de fuentes renovables de energía.</li> </ul>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es vinculante con el Programa Sectorial de Energía, al tratarse de un proyecto de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables; el cual contribuye a la diversificación de tecnologías y fuentes primarias al tratarse de un proyecto de generación de energía eléctrica utilizando energía eólica que es técnica, económica, ambiental y socialmente viable</p> <p>El proyecto es congruente con las estrategias trazadas en el programa ya que atiende a la política de realizar proyectos en las modalidades previstas por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, al excluir como servicio público, entre otros; la generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad. Asimismo contribuirá a disminuir el aumento de emisiones de GEI al remplazar a los combustibles fósiles, con energías renovables,</p>
	Equilibrar el portafolio de fuentes primarias de energía		
III. EFICIENCIA ENERGÉTICA, ENERGÍAS RENOVABLES Y BIOCOMBUSTIBLES	<b>Objetivo III.2</b> Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomentar el uso de energías renovables en instalaciones del sector público</li> <li>Promover la creación y fortalecimiento de empresas dedicadas al aprovechamiento de energías renovables</li> <li>Impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de energía.</li> <li>Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades remotas utilizando energías renovables</li> </ul>	

<b>IV. MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<p><b>Objetivo IV.1</b></p> <p>Mitigar el incremento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir las emisiones de GEI a la atmósfera, mediante patrones de generación y consumo de energía cada vez más eficientes y que dependan menos de la quema de combustibles fósiles.</li> <li>• Fomentar la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía y tecnologías bajas en intensidad de carbono.</li> </ul>	<p>reduciendo la presión y contaminación sobre los recursos naturales, como la causada por combustibles fósiles.</p> <p>De esta manera se reduce el impacto ambiental; y aumenta el valor agregado de las actividades económicas.</p> <p>Por lo cual se infiere que el Proyecto es congruente con las estrategias y líneas de acción que se señalan en el Programa Sectorial de Energía.</p>
--	---	---	--

### III.1.4 Prospectiva del Sector eléctrico (2011-2025)

La prospectiva del sector eléctrico indica que el consumo nacional de energía eléctrica registró un repunte de 3.7% durante 2010. Actualmente, 76,6% de la capacidad instalada en el sector eléctrico corresponde a tecnologías que utilizan combustibles fósiles como gas natural, combustóleo, carbón y diesel, mientras que el 23,4% restante corresponde a fuentes alternas.

Una de las premisas básicas para la elaboración del programa de expansión radica en considerar la **diversificación de las fuentes de generación, con orientación hacia las fuentes renovables**. Por ello, los esfuerzos de la presente administración están enfocados al desarrollo de energías renovables como la **eólica**, entre otras; con lo que se espera disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los procesos de generación y uso de energía constituyen el principal emisor de gases de efecto invernadero (GEI). En México, esto se da como resultado principalmente de la composición del parque de generación, en la que los combustibles fósiles aportan más de 75% de la generación de electricidad para servicio público.

Para reducir las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica, dentro del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012, se han establecido diferentes acciones entre las que se encuentran la de desarrollar proyectos para implantar una mayor eficiencia energética, el uso de fuentes renovables de energía, el secuestro y almacenamiento geológico de carbono, así como un mayor uso de la energía nuclear.

Tales acciones están delineadas sobre los siguientes ejes:

- Fomentar la generación de electricidad con tecnologías bajas en carbono en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN);
- Desarrollar proyectos de eficiencia energética que reduzcan emisiones de GEI en el SEN;
- **Incrementar la generación de electricidad con fuentes de energía eólica** geotérmica, hidráulica y solar, que sean técnica, económica, ambiental y socialmente viables;
- Fomentar la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y
- Fortalecer las capacidades nacionales para la eventual aplicación de tecnologías de captura y almacenamiento geológico del CO<sub>2</sub> generado por la industria energética del país.

Durante el periodo 2010-2025, el programa de expansión del servicio público requerirá adiciones de capacidad bruta por 37,655 MW, de los cuales 5,218 MW corresponden a capacidad en construcción o licitación, 32,041 MW a capacidad adicional en proyectos que aún no se han licitado y 396 MW en proyectos de rehabilitación y modernización. Además, se estima una capacidad adicional neta de autoabastecimiento remoto y cogeneración de 4,968 MW, considerando los proyectos del sector privado al igual que el proyecto de cogeneración en Nuevo Pemex con 260 MW de capacidad para porteo, así como proyectos eólicos del Istmo de Tehuantepec y un paquete de 3,000 MW de capacidad programada para el aprovechamiento de energías renovables a partir de 2015.

La capacidad estimada que se podría instalar asciende en total a 3,000 MW durante el periodo 2015-2025. Con la incorporación de esta capacidad y las adiciones programadas para el servicio público durante todo el periodo 2010-2025, será posible alcanzar, hacia el final del mismo, las metas de participación de fuentes renovables de energía y generación limpia planteadas en la Estrategia Nacional de Energía. En el caso del bloque de capacidad eoloeléctrica, ésta pudiera instalarse principalmente en la región del Istmo de Tehuantepec

La capacidad terminada, en construcción o licitación considerada en esta prospectiva asciende a 5,218 MW, que consiste en centrales programadas para iniciar operaciones durante el periodo 2010-2013. Este programa está integrado por 2,616 MW de tecnología de ciclo combinado, la central Carboeléctrica del Pacífico con 678 MW que inició operaciones en 2010,



las centrales eólicas La Venta III y Oaxaca I-IV que en conjunto adicionan 507 MW, 54 MW de capacidad geotermoeléctrica correspondiente a las fases A y B de la central Humeros, programadas para iniciar operaciones en 2011 y 2012, respectivamente y la central hidroeléctrica La Yesca con 750 MW que iniciará operaciones en 2012

En lo que se refiere a la capacidad adicional para licitación futura, el último ejercicio de planeación hacia 2025 publicado por SENER, considera la instalación de 32,041 MW durante el periodo 2012-2025. Dentro de las cual se contempla el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

En lo que se refiere a las tecnologías consideradas en los requerimientos de capacidad adicional, los ciclos combinados representan 63.2% del total por instalarse durante 2012-2025, con 20,243 MW, la capacidad que se identifica como nueva generación limpia 21.5% con 6,899 MW, hidroeléctrica 8.2% con 2,641 MW, **eoloeléctrica 4.7% con 1,516 MW**, entre otros.

Recientemente (2011) en el Istmo de Tehuantepec, se construyeron las centrales eólicas La Venta III, Oaxaca I y Oaxaca II-IV, que contribuirán a diversificar el parque de generación en nuestro país al aportar 507 MW de capacidad de energía renovable. En lo que se refiere a la capacidad adicional para licitación futura, el último ejercicio de planeación hacia 2025 publicado por SENER, considera la instalación de 32,041 MW durante el periodo 2012-2025, entre las que destacan los proyectos eoloeléctricos **Sureste I** y II con 608 MW, programados para iniciar operaciones en 2013.

Para el cumplimiento de los objetivos y metas trazadas en la prospectiva, el gobierno se apoyará en recursos financieros previstos por las convenciones y tratados de los que México sea parte, así como de los programas internacionales de financiamiento, como el mecanismo de desarrollo limpio (MDL). Por tanto este tipo de proyectos que por su naturaleza contribuye a la reducción de emisiones de GEI a la atmósfera, es factible para buscar obtener los recursos provenientes de la comercialización de dichas reducciones en el mercado internacional de carbono, a fin de que sean económicamente viables.

Se prevé que en 2012 la participación de la capacidad con recursos renovables se incrementará a 7.6%, lo cual será superior a la meta establecida en el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables. Entre los proyectos que aprovecharán fuentes renovables se contemplan los proyectos Sureste I y II. Con ello se espera que para el año 2024 se cuente con una capacidad instalada de 1,808 MW con la tecnología eólica.

De acuerdo a la información presentada, el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, forma parte del programa de expansión en el periodo proyectado de 2012-2025. El proyecto es congruente con los objetivos y lineamientos de política energética y desarrollo sustentable establecidos en la prospectiva, ya que impulsará la generación de energía por medio del mecanismo de desarrollo limpio (MDL) y contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera con lo cual ayudará a depender menos de los combustibles fósiles y reducirá el impacto ambiental.

### III.1.5 Programa de Obras del Sector Eléctrico 2010-2024 (POISE CFE)

Dentro del programa de obras se menciona que para satisfacer la demanda del servicio público en 2011-2025 se requerirán 37,655 MW de capacidad adicional para el servicio público; de los cuales 5,776 MW serán generados en plantas hidroeléctricas, geotermoeléctricas y **eoloeléctricas** y solares; 678 MW en carboeléctricas; 1,047 MW en unidades de turbogas y de combustión interna; 16,144 MW en centrales de ciclo combinado a gas natural, así como 6,899 MW con nuevas tecnologías de generación limpia y 6,715 MW con nuevas tecnologías de generación eficiente o generación distribuida, 5,218 MW se encuentran terminados y en proceso de construcción o licitación y 32,041 MW corresponden a proyectos futuros.

El programa de obras contempla que en cuanto a la capacidad adicional requerida, para los próximos quince años, se puede obtener combinando diversas tecnologías disponibles. La mezcla óptima es la que permite satisfacer la demanda prevista a costo global mínimo, con nivel de confiabilidad establecido por la CFE y cumpliendo con los lineamientos de política energética nacional y la normativa ambiental.

El programa de obras menciona que las tecnologías de turbinas para el aprovechamiento eólico han logrado avances importantes en eficiencias, ubicándose los principales aprovechamientos eoloeléctricos en el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca.

Como parte del Programa de Energías Renovables a Gran Escala (PERGE), la Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico de la SENER, solicito a CFE en abril de 2005, incluir en el plan de expansión de la generación, cinco proyectos eoloeléctricos de 101.4 MW cada uno.

Entre estos proyectos eoloeléctricos que contempla el PRC (Programa de Requerimiento de Capacidad) considera como centrales de este tipo: La Venta III, y Oaxaca I II, III y IV con una

capacidad total de 507 MW, por ubicarse en el Istmo de Tehuantepec en la región de La Ventosa en 2010-2011. Todos estos proyectos se encuentran actualmente en construcción.

Para este tipo de proyectos, en la evaluación económica se han considerado incentivos económicos del fondo verde del Banco Mundial (BM); que son administrados por la SENER hasta por un monto máximo de 1.09 centavos de dólar/KWh durante los primeros cinco años de operación de la central; posterior a estos se consideran beneficios por venta de bonos de carbono. Respecto a tales incentivos, durante 2008 la SENER informó que sólo la central La Venta III recibirá incentivos económicos de PERGE, debido a que el Banco Mundial redujo su aportación.

Los proyectos Sureste I, II, III y IV con una capacidad total de 1,216 MW se mantienen en el periodo 2013-2016.

De 2011 a 2014 entrarán en operación comercial los proyectos La Venta III con 101 MW así como la Temporada Abierta (TA) con 1,925 MW (autoabastecedores con 1,521 MW y los proyectos PIE Oaxaca II, III y IV y Sureste I (primera fase) con 404 MW).

También se tiene prevista la adición de 1,115 MW con los proyectos Sureste I (segunda fase), II, III y IV para el servicio público entre 2013 y 2016. Para los proyectos Sureste I (segunda fase) y Sureste II con una capacidad total de 507 MW, se espera utilizar la capacidad de transmisión disponible en la red de Temporada Abierta.

De acuerdo a la información presentada, el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II forma parte del programa de obras e inversiones del sector eléctrico, en el periodo proyectado de 2011-2025, por lo que su instalación, construcción y operación contribuirán a cubrir parte de la demanda de energía proyectada. La instalación de las centrales eólicas es congruente con los objetivos y lineamientos de política energética y desarrollo sustentable establecidos en el programa de obras e inversiones del sector.

### **III.1.6 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016**

El Plan ha establecido cuatro políticas transversales: Derechos Humanos, Equidad de Género, Pueblos Indígenas y Sustentabilidad. A su vez, dichas políticas se consideran de forma específica dentro de los cuatro ejes principales que agrupan los esfuerzos y señalan los grandes objetivos del Gobierno: Estado de Derecho, Gobernabilidad y Seguridad; Crecimiento Económico, Competitividad y Empleo; Desarrollo Social y Humano; y Gobierno Honesto y de Resultados. Finalmente, el Plan hace un énfasis especial en el Desarrollo Regional Equilibrado.

En la búsqueda de un Desarrollo Regional Equilibrado el Plan presenta las principales características y áreas de oportunidad identificadas en cada una de las ocho regiones que conforma la entidad, con el propósito de perfilar la estrategia general que el Gobierno del Estado seguirá para impulsar políticas públicas promotoras y compensatorias con un enfoque territorial. A continuación se presenta un breve análisis de las megatendencias que son más relevantes en términos de su capacidad de afectar de forma positiva o negativa el desarrollo futuro de Oaxaca, y que son vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. (Cuadro III-3).

**Cuadro III-3. Estrategias planteadas en las megatendencias vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

2. Visión Gobierno	Estrategias	Vinculación con el proyecto
<p><b>2.2 Megatendencias</b></p> <p>La premisa de las megatendencias es que identificando los elementos que sostienen e impulsan su avance se puede construir el futuro.</p> <p>Esta identificación de megatendencias permite identificar áreas de oportunidad para apuntalar el crecimiento de ciertos sectores de la economía a partir de las ventajas comparativas y competitivas con las que cuenta el territorio oaxaqueño.</p>	<p><b>2.2.5 Energías renovables</b></p> <p>Consiste en la aplicación de nuevas formas de conversión de la energía empleando recursos naturales renovables para sustituir recursos tradicionales no renovables (combustibles fósiles). Entre estas formas de energía se encuentran la eólica. Oaxaca tiene un alto potencial para el desarrollo de la energía eólica.</p> <p>La Comisión Federal de Electricidad (CFE) estima que se pueden producir hasta 2,900 MW en las zonas con alta intensidad de viento, cifra que de alcanzarse representaría casi el 6% de la capacidad instalada actualmente en el país. Los generadores eólicos de Oaxaca, actualmente, producen sólo 85 MW, lo cual representa un 0.17% del total de la capacidad instalada con la que cuenta México. Dado que en La Ventosa se presentan condiciones óptimas para las pruebas, también es posible que, además de instalar los generadores, sea posible avanzar en su mejoramiento debido a que el costo de estos es todavía alto y su generación es baja.</p>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es congruente con las estrategias planteadas en las megatendencias en tema de energías renovables ya que el proyecto consiste en la aplicación de nuevas formas de conversión de energía mediante el uso de recursos naturales renovables como es el viento, para sustituir los combustibles fósiles.</p> <p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, contribuirá con el 3.51% de los 2,900 MW que CFE tiene estimado que se pueden producir en las zonas con alta intensidad del viento. Aunado a lo anterior, el proyecto se identifica como un área de oportunidad que permitirá un mayor crecimiento del sector energético; ya que el territorio oaxaqueño, principalmente en la zona de la Ventosa, cuenta con ventajas competitivas y presenta las condiciones óptimas para la generación de energía eólica, por la intensidad de los fuertes vientos.</p>

En el Cuadro III-4 se presenta un resumen de las políticas, objetivos y estrategias contenidas en el Plan Estatal de Desarrollo y vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

**Cuadro III-4. Cuadro resumen de políticas y estrategias planteadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca vinculadas al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

3.5 Política transversal de Sustentabilidad	Estrategias	Vinculación con el proyecto
<p>La política ambiental para el estado, hoy en día, se centra en el concepto de sustentabilidad y promueve el impulso de una estrategia de protección ambiental que integre a los programas de desarrollo el cuidado del medio ambiente, el agua, la tierra y el aire, asegurando la biodiversidad y considerando que todo programa económico atienda a los criterios esenciales de desarrollo sustentable.</p> <p>Promoverá el crecimiento económico a partir de la sustentabilidad ambiental, social e institucional.</p>	<p><b>Estrategia 1.5</b> Incentivo a la adopción de nuevas tecnologías que permitan aprovechar, de una manera más eficiente, los recursos renovables y no renovables, como las energías basadas en recursos renovables; y a reducción de gases de efecto invernadero en las actividades productivas</p> <p><b>Estrategia 1.6</b> Rescate de ecosistemas mediante acciones correctivas como la reforestación y el monitoreo a los ecosistemas, así como preventivas enfocadas a la educación de la población en materia de cuidado al medio ambiente,</p>	<p>Por el tipo de fuente primaria de energía (viento) que utilizará el proyecto, se considera candidato para formar parte de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto debido a los beneficios que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable. Asimismo dará impulso al desarrollo en la explotación de los recursos renovables del país, lo que implicará sustituir la generación de energía a base de combustibles fósiles, por energía eólica, con lo cual se estará contribuyendo a: evitar emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>Se contribuirá al crecimiento económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los predios que ocupará el proyecto, por el arrendamiento de sus tierras, sin contravenir sus actividades productivas, se crearán fuentes de empleo a nivel regional creando oportunidades de desarrollo, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona.</p> <p>E proyecto contempla acciones correctivas por los probables impactos que pudiera causar la ejecución del proyecto como programas de reforestación y monitoreo de ecosistemas a fin de prevenir y/o reducir al mínimo los efectos negativos.</p>

**III.1.7 Plan de Desarrollo Municipal Sustentable de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca, 2011-2013**

El plan propone el esquema y programa de trabajo basados en el análisis de la situación del municipio en cinco sectores o ejes de desarrollo: Ambiental, Social, humano, Economía Competitiva y, Transparencia y Buen Gobierno.

El eje ambiental, no establece aspectos directamente vinculados al desarrollo eoloeléctrico de la región, sin embargo a continuación se presenta un resumen de las políticas contenidas en el plan municipal vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. En el Cuadro III-5, se presenta un resumen de las políticas, que tienen un mayor grado de concordancia en relación al proyecto.

**Cuadro III-5. Cuadro resumen de políticas, planteadas en el Plan Municipal vinculadas al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**

POLÍTICAS	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	VINCULACION CON EL PROYECTO
<b>EJE AMBIENTAL</b>	Promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo, con miras a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, recuperando y mejorando la calidad ambiental, en una calidad compatible con la salud de las personas y de los ecosistemas.	Con el desarrollo del Proyecto CE Sureste I Fase II, se contribuye a la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo de la región, al emplear nuevas tecnologías para la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, con lo cual se garantiza una mejor calidad de vida para los ciudadanos de la región al reducir la emisión de contaminantes a la atmosfera y sin contravenir a sus actividades productivas. En este sentido el proyecto es congruente con dicho objetivo ya que el desarrollo del proyecto no
<b>EJE ECONOMÍA COMPETITIVA</b>	Realizar acciones para que los habitantes del municipio alcancen un mayor poder adquisitivo a través del desarrollo económico de la comunidad, crear y fortalecer cadenas de valor agregado, la generación de más empleos mejor remunerados y de oportunidades de crecimiento para todos.	Con la ejecución del proyecto se contribuirá al desarrollo económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los predios que ocupará el proyecto, por el arrendamiento de sus tierras y sin contravenir sus actividades productivas. Además se crearán fuentes de empleo a nivel regional creando oportunidades de desarrollo, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona.

**III.1.8 Áreas Naturales Protegidas y otras áreas de atención prioritaria para la conservación.**

El 16 de mayo de 2008 se publicó en Diario Oficial de la Federación una reforma a la LGEEPA reformando y adicionando diversas disposiciones para fortalecer la certificación voluntaria de predios; adicionando con ello la fracción XI al Artículo 46.

A partir de la publicación de dicha reforma las “Zonas de Uso Común” que se enlistan en el Cuadro III-6 se encuentran contempladas dentro del marco de la Ley conforme a lo dispuesto en la fracción XI del Artículo 46 de la LGEEPA en donde se consideran Áreas Naturales Protegidas las siguientes:

**XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.** *Fracción adicionada DOF 16-05-2008*

El mismo Artículo establece que las áreas naturales protegidas comprendidas en las fracciones I a VIII y XI son competencia de la federación.

De la revisión a las declaratorias de ANP existentes en el sistema ambiental regional donde se pretende construir el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II; se pudo corroborar que en la parte noroeste del predio del proyecto se encuentran tres Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) las cuales se muestran el (Cuadro III-6).

**Cuadro III-6. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC), cercanas al predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Áreas destinadas voluntariamente a la conservación	Propietarios	Fecha de Certificación	Superficie (ha)	Distancia aproximada más cercana al predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.
Zona de Uso Común en Río Verde del Cerro de Tolistoque.	Ejido Mena Nizanda	28/07/2004	724.55	620 m
Zona 1 y 2 del Área de Uso Común	Ejido La Ventosa	05/06/2005	2178.31	1.1 km
Zona de Uso Común en Cerro Bandera de la Sierra Tolistoque	Ejido Mazahua	26/11/2004	327.83	1 km

Respecto a las ADVC, cabe señalar que el 16 de mayo de 2008 se publicó en Diario Oficial de la Federación una reforma a la LGEEPA reformando y adicionando diversas disposiciones para fortalecer la certificación voluntaria de predios; **adicionando** con ello **la fracción XI al Artículo 46.**

A partir de la publicación de dicha reforma las “Áreas destinadas voluntariamente a la conservación” se encuentran contempladas dentro del marco de la Ley conforme a lo dispuesto en el Artículo 46 de la LGEEPA en donde se consideran Áreas Naturales Protegidas las siguientes:

...

**XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.** *Fracción adicionada DOF 16-05-2008*

El mismo Artículo establece que las áreas naturales protegidas comprendidas en las fracciones I a VIII y XI antes señaladas son competencia de la federación.

En este sentido el **Artículo 48 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas** señala que: las declaratorias para el establecimiento de las ANP’S cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en áreas naturales protegidas se

llevarán a cabo a través de las siguientes zonas y sus respectivas subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo:

**I. Las Zonas Núcleo**, que tendrán como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo, y que podrán estar conformadas por las siguientes subzonas:

**De protección:** Aquellas superficies dentro del área natural protegida, que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo, y

**De uso restringido:** Aquellas superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requieran, y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.

II. Las Zonas de Amortiguamiento, **tienen como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, y que se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las siguientes subzonas:**

**De uso tradicional:** Aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida;

**De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales:** Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable;

**De aprovechamiento sustentable de agroecosistemas:** Aquellas superficies con usos agrícolas y pecuarios actuales;

**De aprovechamiento especial:** Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo



social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman;

**De uso público:** Aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas;

**De asentamientos humanos:** En aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida, y

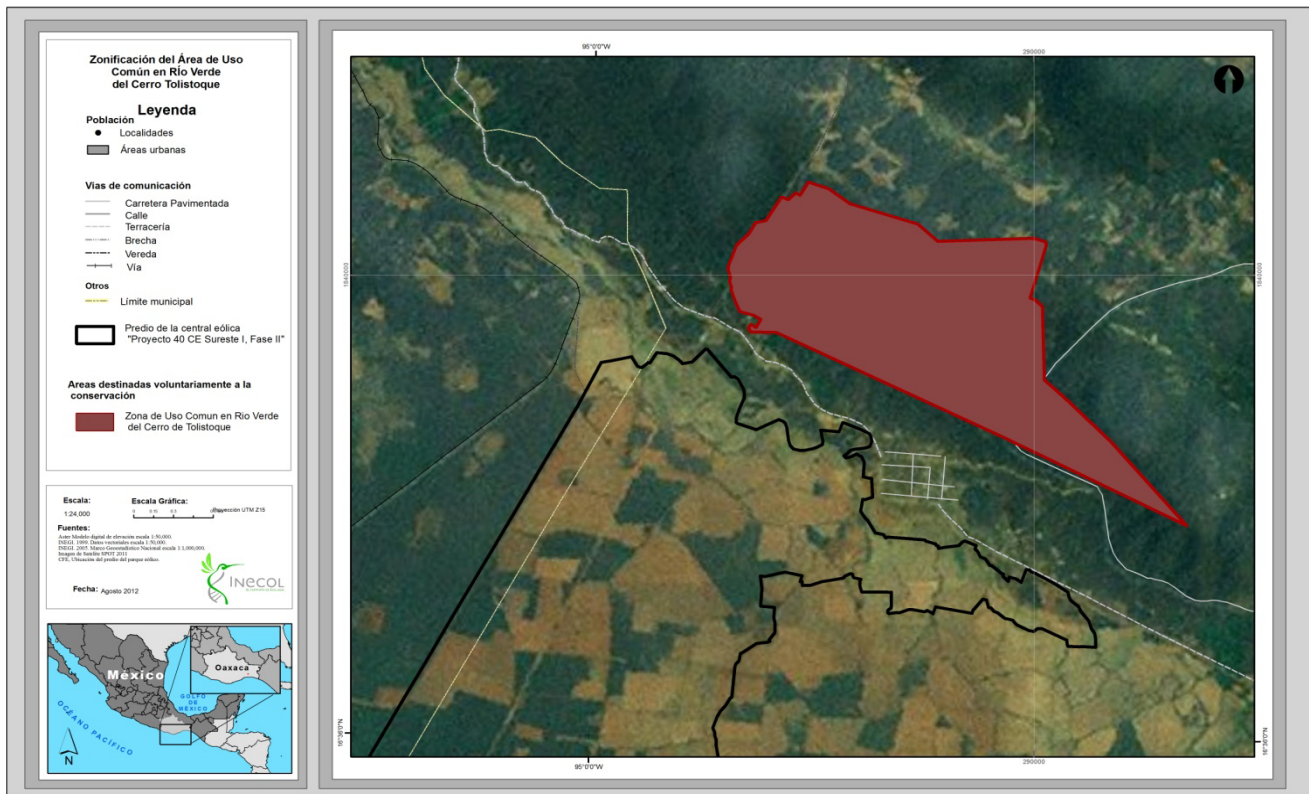
**De recuperación:** Aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación.

El Artículo 88 del mismo reglamento señala que se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades: “Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del Artículo 28 de la LGEEPA”. En este sentido se da cumplimiento a dicho precepto legal con la presentación de ésta Manifestación de Impacto Ambiental, en su Modalidad Regional “A”.

*Es importante destacar que dichas áreas se citan con la finalidad de evidenciar su existencia, haciendo hincapié que el proyecto no cae dentro de la poligonal de alguna de estas.* La zona mas cercana al predio del proyecto es la **Zona de uso común en Río Verde del Cerro de Tolistoque**, que de acuerdo al Certificado CONANP-08/2004, se destinaron voluntariamente a la conservación 724.55 ha, terrenos de uso común a acciones de conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como de educación ambiental y ecoturismo.

Dicha área se localiza en el Municipio de Asunción Ixtaltepec, Oaxaca; entre las coordenadas geográficas 16°44´y 16° 37´ de Latitud Norte y los 95° 57´de Longitud Oeste, ocupando las estribaciones de la Sierra de Tolistoque. Colinda con el Ejido Chivela y áreas parceladas de mena Nizanda hacia el norte con el Ejido. Como se mencionó anteriormente

cuenta con una superficie de 724.55 Hectáreas. Esta Zona de uso común en Río Verde del Cerro de Tolistoque, se encuentra a una distancia del límite predio del proyecto de 620 m aproximadamente. (Figura III-1).



**Figura III-1. Ubicación de la zona de uso común del río verde del cerro tolistoque, respecto al predio del proyecto.**

Esta área se localiza a una distancia del límite predio del proyecto de 620 m aproximadamente; por lo que el proyecto no contravendrá a las políticas de uso de suelo y de conservación plasmadas en el programa de manejo, toda vez que dentro de dichas áreas conservación no se realizarán ningún tipo de obra que contravenga en las políticas establecidas en el programa de manejo.

### **Zona de uso común en Cerro Bandera de la Sierra Tolistoque**

De acuerdo a lo indicado en el Certificado CONANP-12-/2004, se destinaron voluntariamente a la conservación 327.83 ha de terrenos de uso común, ubicados en el

Municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca, a acciones de conservación de ecosistemas y su biodiversidad, así como de educación ambiental y ecoturismo.

### **Zona 1 y 2 del área de uso común en cerro bandera de la Sierra Tolistoque**

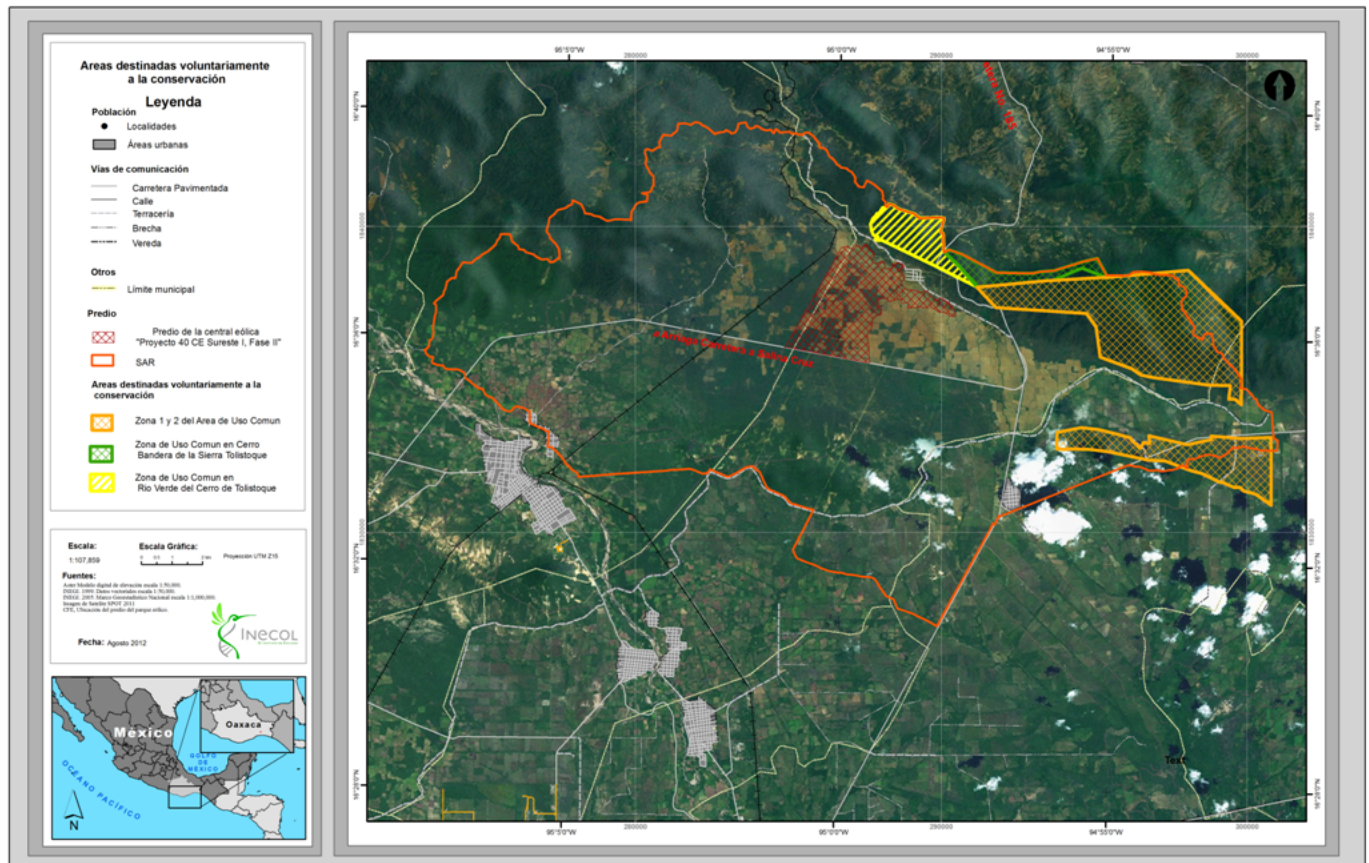
De acuerdo a lo indicado en el Certificado CONANP-20-/2005, a favor del Ejido La Ventosa se destinaron voluntariamente a la conservación 2178.31 ha de terrenos de uso común, ubicados en el Municipio de Juchitán de Zaragoza, Estado de Oaxaca, a acciones de conservación de ecosistemas y su biodiversidad, así como de educación ambiental y ecoturismo.

### ***Análisis de las Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación en el contexto regional.***

Como se mencionó en el Capítulo II de esta manifestación, el sistema ambiental regional abarca una superficie de 23,032.61 ha, dentro de la cual se encuentra inmerso el predio de una superficie de 894.5 ha para el establecimiento de la central eólica. Figura II-3.

Como se puede observar, el predio del proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna de estas ADVC, por lo que el desarrollo del mismo no contravendrá a las políticas de uso de suelo destinadas en dichas áreas.

En virtud de lo anterior como se observa en la Figura III-2 en estas superficies ***NO se realizará ningún tipo de obra o actividad relacionada con el establecimiento de la central eólica*** a fin de no contravenir a lo dispuesto por el artículo 49 de la LGEEPA, y las políticas contenidas en el programa de manejo.



**Figura III-2. Ubicación de las Áreas destinadas voluntariamente a la Conservación, en el sistema ambiental regional.**

En ese contexto de la Ley el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II es congruente con la legislación y la política de desarrollo sustentable ya que se utilizará la energía del viento para la generación de energía eléctrica utilizando energía eólica que es técnica, económica, ambiental y socialmente viable. Con ello se contribuye a la diversificación de tecnologías y fuentes primarias. Además contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica a corto plazo y a disminuir el aumento de emisiones de GEI al remplazar a los combustibles fósiles, con energías renovables, reduciendo la presión y contaminación sobre los recursos naturales, como la causada por combustibles fósiles; reduciendo el impacto ambiental; aumentando el valor agregado de las actividades económicas.

Entre otras ventajas que trae consigo el establecimiento de la central eólica es: la generación de fuentes de empleo a nivel regional representando nuevas y mejores oportunidades de desarrollo y crecimiento económico para los dueños de los predios por el

arrendamiento de sus tierras traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona y contribuyendo con ello al desarrollo sustentable.

Por lo anterior se infiere que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II es congruente con las disposiciones legales en materia de ANP's así como con las políticas de uso de suelo contenidas en el programa de manejo.

Por otro lado, el sitio del proyecto NO se localiza dentro de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), ni en Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), ni existen Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) para el área. El AICA más cercana se localiza aproximadamente a 37 km al NE con respecto al sitio del proyecto, siendo el AICA-SE-11-Selva Zoque (Chimalapas-Ocote-Uxpanapa).

### **III.2 Marco Jurídico Normativo**

De acuerdo a las características del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, se identificaron los instrumentos normativos aplicables a proyecto de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables. El proyecto forma parte de la dinámica de desarrollo estatal, ya que se encuentra incluido en los instrumentos de planeación aplicables y contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica en la zona.

Se revisó el marco jurídico Constitucional, Convenios Leyes y Reglamentos de carácter federal, estatal y municipal así como normas existentes aplicables a este tipo de proyectos para determinar su congruencia con dichos instrumentos normativos.

#### **III.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

En el Cuadro III-7 se presenta un resumen de las disposiciones constitucionales que son vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

**Cuadro III-7. Disposiciones reglamentarias vinculantes con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

	<b>Artículos</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<b>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</b>	<p><b>Artículo 25</b> Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Al desarrollo económico nacional concurrirán, el sector público, social y privado. El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el Artículo 28,</p> <p><b>Artículo 27</b> Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.</p> <p><b>Artículo 28</b> Señala como áreas estratégicas a la electricidad entre otras; y señala que el Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con los sectores social y privado.</p>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, corresponde a un área de actividad económica de carácter estratégico ya que se trata de la generación de electricidad, la cual cumple con el 27 constitucional</p>

### III.2.2 Convenios Internacionales

El artículo 133 Constitucional dicta que los instrumentos internacionales se integran al Derecho mexicano y establece que “todos los tratados que estén de acuerdo con la misma Constitución, celebrados por el Presidente de la República y con aprobación del Senado, serán Ley Suprema de toda la Unión”. Sin embargo como se mencionó anteriormente la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) ratificó que los tratados internacionales, jerárquicamente, están por debajo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, pero arriba de las leyes federales, estatales y municipales.

Los tratados y/o Convenios Internacionales aprobados por el Senado y los cuales son jurídicamente vinculantes con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se muestran en el Cuadro III-8.

**Cuadro III-8. Convenios Internacionales vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**

Convenio	Objetivo	Vinculación
<p><b>CONVENCIÓN MARCO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel donde las acciones del hombre no perjudiquen el sistema climático, permitiendo que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio meteorológico y asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible". (Artículo 2).</li> </ul>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II es jurídicamente vinculante con la Convención y el Protocolo de Kyoto ya que con la implementación de proyectos de generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como la energía eólica; se reduce la dependencia de combustibles fósiles en la producción de electricidad y al mismo tiempo es una medida preventiva que reduce los impactos ambientales por las emisiones de gases de efecto invernadero, protegiendo de esta manera el sistema climático.</p>
<p><b>PROTOCOLO DE KIOTO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero obligatorias para países desarrollados con economías en transición que sean partes y que estén incluidos en el Anexo I.</li> <li>• Obligación de países Anexo 1 de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012".</li> <li>• Fomentar la eficiencia energética, desarrollo y aumento del uso de nuevas fuentes renovables de generación de energía, de tecnologías de captura de carbono y de tecnologías más modernas y ecológicamente racionales.</li> </ul>	<p>La construcción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, contribuirá a la reducción de GEI, coadyuvando en un 4,05% al cumplimiento de la meta de contar en el año 2012 con 2500 MW de capacidad instalada de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec, además a través del MDL este proyecto podría participar en el mercado de reducción de emisiones contribuyendo al desarrollo sustentable de México.</p>
<p><b>MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL) (ART.12)</b></p>	<p>Su propósito es ayudar a las partes no incluidas en el Anexo I, a lograr un desarrollo sustentable y ayudar a las partes incluidas en Anexo I a cumplir con sus compromisos sobre limitación y reducción de emisiones de GEI.</p> <p>Los países <b>NO</b> Anexo I, como México, a través del MDL permiten desarrollar proyectos que tengan como resultado Reducciones Certificadas de Emisiones y de esta manera contribuir al desarrollo sustentable.</p>	<p>Actualmente dentro de los proyectos de energía eólica del MDL con cartas de aprobación se encuentran ocho proyectos registrados entre los cuales se encuentra La Venta II, con una reducción estimada de emisiones de 193 (Ktons de CO2 equivalente/año).</p>

**III.2.3 Otros compromisos Internacionales**

Con el objeto de ir más allá del cumplimiento de la normatividad vigente en materia de protección ambiental; la ejecución del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II también contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales contraídos por México en materia de energías renovables; como los adquiridos en la Conferencia Internacional de Energías Renovables celebrada en Bonn, Alemania. En el marco de esta conferencia México estableció como objetivo, incrementar el uso de energías renovables, el fomento al consumo de energías verdes,

adquiriendo como compromiso incrementar en un 40% (4 000 MW) la capacidad instalada de energías renovables para el año 2014.

**III.2.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) tiene por objeto; propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; la preservación, la restauración, el mejoramiento del ambiente y el aprovechamiento sustentable.

En el Cuadro III-9 se muestra un resumen de las disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA y que guardan relación con el proyecto.

**De conformidad con la Fracción X del Artículo 5 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente son facultades de la federación, entre otras *la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 la misma ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.***

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, corresponde a una obra de la industria eléctrica y se enmarca dentro de la fracción II del Artículo 28 de la LGEEPA; por lo tanto el proyecto es competencia de la federación y se encuentra regulado por la presente Ley. (Cuadro III-9)

**Cuadro III-9. Disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA, vinculantes al Proyecto**

Artículos	Vinculación con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II
<p><b>Artículo 28</b> La Evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual, la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las</p>	<p>El artículo 28, contiene el fundamento legal para que todo proyecto que se encuentre dentro de los supuestos de requerir una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se sujete a las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.</p>



<p>disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p><b>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;</b></p> <p><b>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</b></p>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es jurídicamente vinculante con la fracción II del precepto legal, al tratarse de una obra de la industria eléctrica. En este contexto, para llevar a cabo las actividades relacionadas con el Proyecto se requiere contar previamente con la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría.</p> <p>En este sentido y para dar cumplimiento a las disposiciones legales contenidas en la presente ley se elaboró el presente estudio de Impacto Ambiental, a fin de obtener la autorización por parte de la Secretaría.</p> <p>Por otro lado y considerando que dentro del polígono de construcción del proyecto se localizaron áreas cubiertas por vegetación natural correspondientes a bosque tropical caducifolio y acahuales de este tipo de bosque, se realizó el <i>Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales</i> a fin de obtener la autorización en materia de cambio de uso de suelo conforme a lo dispuesto en la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA y con lo cual se da estricto cumplimiento a dicho precepto legal.</p>
<p><b>Artículo 30</b> Presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>Se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 30 de la ley ya; que el presente documento en su Capítulo V contiene descripciones de posibles efectos sobre los ecosistemas que pudieran verse afectados por las obras. En el Capítulo VI se presenta una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).**

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

En este sentido el presente ordenamiento jurídico contiene disposiciones vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. El Cuadro III-10 presenta el análisis técnico, jurídico y/o administrativo del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

**Cuadro III-10. Análisis técnico, jurídico y/o administrativo del Artículo 5 del REIA y su vinculación con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Artículos	Análisis técnico, jurídico y administrativo
<p><b>Artículo 5.-</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p><b>Inciso K) Industria Eléctrica</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelétricas, <b>eoloeléctricas</b> o termoelétricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;</li> <li>2. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;</li> <li>3. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica,</li> </ol> <p><b>Inciso O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</b></p> <p><b>I.- Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, ...</b></p>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II consiste en la construcción de una central eoloeléctrica compuesta por 68 aerogeneradores. Además se construirá una Subestación Eléctrica y un tramo de línea aérea de transmisión, que llevará la energía desde la subestación eléctrica de la 40 CE Sureste I Fase II hasta la Subestación eléctrica Ixtepec Potencia, aledaña al sitio del proyecto. Por lo anterior el proyecto es jurídicamente vinculante con el precepto legal en comento, ya que cae dentro de los supuestos enmarcados en las fracciones I, II y III del inciso K del Artículo 5 antes citado, por lo que para su ejecución se deberá contar con la correspondiente autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.</p> <p>En este sentido y en cumplimiento a lo dispuesto por la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental, se elaboró la manifestación de impacto ambiental del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II a fin de exponer los componentes del proyecto que permitan a la Secretaría otorgar la autorización correspondiente.</p> <p>En este sentido y para dar cumplimiento a lo estipulado en el inciso O); se está realizando el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para el cambio de Uso del Suelo en los terrenos Forestales (ETJ), el cual será sometido a evaluación por parte de la autoridad forestal (DGGFS) a fin de obtener la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental; toda vez que dentro del polígono de construcción del proyecto se localizaron áreas cubiertas por vegetación natural correspondientes a bosque tropical caducifolio y acahuales de este tipo de bosque.</p> <p>Con lo cual se da cumplimiento al inciso O) del Artículo 5, del presente reglamento.</p>

<p><b>Artículo 11.-</b> Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>...</p> <p><b>III.</b> <i>Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</i></p>	<p>Considerando que el proyecto eoloeléctrico 40 CE Sureste I Fase II es un tipo de Proyecto que está contemplado en el artículo 5 inciso k), fracción I del REIA, y que integralmente incluye en su alcance la construcción de diferentes obras, cuya ubicación se encuentra dentro de una misma región con proyectos de características similares e interacciones ecológicas comunes, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional por contemplarse dentro del supuesto IV del precepto legal en comento.</p>
---	---

#### III.2.4.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.

El presente reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

El análisis de las disposiciones legales contenidas en el presente reglamento se presentan en el apartado: **III.1.8** Áreas Naturales Protegidas y otras áreas de atención prioritaria para la conservación.

Igualmente se dará cumplimiento a lo establecido en el **Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera**, y la originada por Emisión de Ruido, durante la etapa de construcción y operación.

#### III.2.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento,

Debido a que durante las actividades de preparación del sitio, se requiere de la eliminación de cobertura vegetal, el proyecto se apega a lo contemplado en el Artículo 117 de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en los Artículos 119, 120 y 121 de su Reglamento. Por lo que se está realizando el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para el cambio de Uso del Suelo en los terrenos Forestales (ETJ), el cual será sometido a evaluación por parte de la autoridad forestal (DGGFS).

### III.2.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En el Cuadro III-11 se muestran las disposiciones legales vinculantes al desarrollo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

**Cuadro III-11. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto**

Artículos	Vinculación con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II
18, 19, 20 y 21 de la Ley  Artículos: 35, 36, 37, 38, 39 40 y 41 del Reglamento, de la Ley, y observar los artículos 42, 43, 44, 45, 46, 47 para determinar la categoría de generador de residuos peligrosos.	Con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos durante la etapa de construcción, la cual será construida con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.  Para los residuos peligrosos se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.  CFE como lo ha realizado en otros proyectos y siendo congruente con su política ambiental, dará cumplimiento a lo establecido en la Ley y su reglamento realizando un manejo adecuado de los residuos que se generen.

### III.2.7 Ley General de Vida Silvestre y su reglamento,

Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Durante los muestreos se dio cumplimiento a las disposiciones en materia de vida silvestre y su hábitat para garantizar la conservación mediante la protección, a fin de mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, en este sentido, el arreglo general del proyecto se realizó tratando de contribuir a su conservación.

### III.2.8 Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

En el Cuadro III-12 se muestra un resumen de las disposiciones legales contenidas en la Ley del Servicio Público de Energía y su vinculación con el proyecto.

**Cuadro III-12. Disposiciones reglamentarias contenidas en la Ley vinculantes al Proyecto**

Artículos	Vinculación con el Proyecto
<p><b>Artículo 1.-</b> Corresponde exclusivamente a la nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.</p>	<p>Las disposiciones contenidas en la presente Ley son vinculantes con el proyecto ya que el estado, a través de la Comisión Federal de Electricidad, tiene la facultad de aprovechar los bienes y recursos naturales que se requieran para la generación de energía eléctrica.</p>
<p><b>Artículo 3,</b> señala que no se considera servicio público:                      I.- La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;                      II.- La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;                      III.- La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción;</p> <p><b>Artículo 36 Fracción III.</b> De producción independiente para generar energía eléctrica destinada a su venta a la Comisión Federal de Electricidad, quedando ésta legalmente obligada a adquirirla en los términos y condiciones económicas que se convengan.</p>	<p>Considerando que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se realizará bajo el esquema de Productor Externo de Energía y que la Central será construida, financiada y operada por una empresa privada la cual venderá la energía producida a CFE; se considera que el proyecto cumple con lo estipulado en el artículo 3 fracción II y 36 Fracción III, al permitir la Ley la participación del sector privado y excluir como servicio público, la generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad.</p> <p>En este sentido el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, cumple con la legislación vigente en materia de generación de energía eléctrica.</p>

### III.2.9 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

En su Artículo 2º, señala que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. En el Cuadro III-13 se muestra un resumen de las disposiciones legales contenidas en la presente Ley vinculantes con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

**Cuadro III-13. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Artículos	Vinculación con el Proyecto
<p><b>Artículo 1º.</b> Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional e instrumentos para el financiamiento de la transición energética.</p> <p><b>Artículo 2º.</b> El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.</p> <p><b>Artículo 3o.</b> Señala como fuentes de energías renovables, aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneren naturalmente, y que se encuentren disponibles de forma continua o periódica entre las cuales contempla: a) El viento.</p> <p><b>Artículo 21.-</b> Estipula que los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con capacidad mayor a 2.5 MW, deberán asegurar la participación de las comunidades locales y regionales y, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable.</p>	<p>El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es acorde con las disposiciones contenidas en la presente Ley, al tratarse un proyecto de generación de energía eléctrica mediante el uso de tecnologías limpias y mediante el aprovechamiento de fuentes renovables de energía cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza como es el caso del viento.</p> <p>Con ello se reduce la dependencia de México hacia los hidrocarburos como fuente primaria de energía, ya que hoy en día un 90% de la energía que se consume proviene de recursos naturales no renovables. Asimismo de esta manera se promueve el desarrollo social en la comunidad, atendiendo en todo momento a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.</p>

En este sentido se considera que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es congruente con los objetivos establecidos en el presente reglamento y su ley dado lo siguiente:

- Favorece la seguridad energética del país, al diversificar las fuentes de energía para la generación eléctrica;
- Se fomenta en el desarrollo social de las comunidades donde se utilizan o se llevan a cabo los proyectos; impulsando el desarrollo regional, industrial y tecnológico, así como la creación de empleos;
- Disminución de impactos ambientales causados por el uso de combustibles de origen fósil;
- Contribuye a la sustentabilidad ambiental mediante el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y tecnologías limpias;

- Favorece la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en la generación de electricidad, mediante el uso de Energías renovables;

Los instrumentos normativos de carácter estatal aplicables a la zona de estudio, son:

- Ley de Planificación y Urbanización del Estado de Oaxaca.
- Ley de Planeación del Estado de Oaxaca (actualizada al 2004).
- Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.

Se considera que los objetivos y alcances establecidos en las diferentes etapas del proyecto son congruentes con la Legislación Estatal en materia ambiental. Dada la naturaleza del proyecto, se concluye que se tiene contemplado cumplir con las especificaciones indicadas en las Leyes y Reglamentos mencionados y las Normas Oficiales aplicables, en las diferentes etapas del Proyecto, ya que es un compromiso de CFE cumplir con lo establecido en los diferentes instrumentos normativos aplicables.

### III.2.10 Normas Oficiales Mexicanas

Con relación a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), se revisó la normatividad aplicable al proyecto y se elaboró la lista de NOM's que aplican en las diferentes etapas del proyecto y su vinculación.

En el Cuadro III-14 se presenta un análisis de la manera en que el proyecto cumple con las Normas Oficiales Mexicanas.

**Cuadro III-14. Vinculación del proyecto con la normatividad aplicable a su desarrollo.**

NOM'S	CAMPO DE APLICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-041-SEMARNAT-2006.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible.	La norma es vinculante con el proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción. Debido a que se tiene previsto la utilización de vehículos que serán utilizados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto; se prevé la elaboración de un programa de mantenimiento de vehículos así como cumplir con las verificaciones vehiculares pertinentes de los vehículos que empleen gasolina. Durante la etapa de operación se prevé el empleo de vehículos que usarán gasolina; por lo que se deberá observar que durante las distintas etapas del proyecto los vehículos estén en buenas condiciones y dentro de los límites permisibles que establece la norma.

<p><b>NOM-042-SEMARNAT-2003.</b></p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tendrán vehículos y maquinaria que utilizarán como combustible diesel y gasolina. Por lo que se contempla mantener los niveles de emisiones del escape dentro de los límites permisibles de acuerdo a la norma. Por lo que se aplicará un programa de mantenimiento de vehículos y se tendrá prohibido realizar actividades de reparación y mantenimiento de vehículos dentro del predio. En el cuadro II-16 del capítulo II de la Manifestación de impacto se describe el equipo y maquinaria que será utilizado durante las etapas de preparación del sitio y construcción así como las emisiones a la atmósfera que serán generados.</p>
<p><b>NOM-045-SEMARNAT-2006.</b></p>	<p>Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.</p>	<p>Debido a que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se usarán vehículos que emplearán el uso de diesel como combustible, deberán contar con su verificación vehicular que corresponda de acuerdo al año, modelo de la unidad y su peso bruto vehicular. En caso de que en la región no exista Programa de Verificación Vehicular, se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y en su caso acciones correctivas de vehículos con el fin de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permisibles conforme a las tablas 1 y 2 de la presente norma.</p>
<p><b>NOM-050-SEMARNAT-1993</b></p>	<p>Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.</p>	<p>Se contempla la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y en su caso acciones correctivas del parque vehicular con motores de diesel, a fin de evitar la emisión de humos por encima de los niveles máximos permisibles estipulados en esta norma.</p>



<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005.</b></p>	<p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Debido a que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán residuos peligrosos; se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos donde se depositarán de manera temporal en tambos etiquetados aceites gastados, estopas impregnadas con grasas y aceites, pinturas, sobrantes de soldadura, etc. El almacén temporal será construido con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado. Todos los residuos peligrosos serán transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplan con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.</p>
<p><b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b></p>	<p>Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.</p>	<p>A fin de evitar reacciones violentas y negativas que puedan provocar efectos dañinos en el medio ambiente por la mezcla de dos o más residuos peligrosos, y a fin de evitar alguna contingencia ambiental el almacén temporal de residuos peligrosos se cumplirán con las disposiciones contenidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos. Posteriormente se contratará a una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.</p>
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b></p>	<p>Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.</p>	<p>Durante los recorridos se registraron especies que se encuentran dentro de alguna categoría de protección, por lo cual, se dará atención especial para que todas las obras y acciones durante las diferentes etapas del proyecto eviten afectar a sus poblaciones.</p>

<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b></p>	<p>Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>Se considera que en las distintas etapas del proyecto en las que se generen emisiones de ruido, no serán superiores a los límites máximos permisibles enlistados en la Tabla 1 de la NOM y que a continuación se presenta:</p> <table border="1" data-bbox="805 464 1411 684"> <thead> <tr> <th>PESO BRUTO VEHICULAR (KG)</th> <th>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 3,000</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Más de 10,000</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table> <p>Con base en los límites máximos permitidos, se infiere que no rebasarán el límite permitido con lo cual se atiende a los requerimientos de la presente norma.</p>	PESO BRUTO VEHICULAR (KG)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)	Hasta 3,000	86	Más de 3,000 y hasta 10,000	92	Más de 10,000	99
PESO BRUTO VEHICULAR (KG)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)									
Hasta 3,000	86									
Más de 3,000 y hasta 10,000	92									
Más de 10,000	99									
<p><b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b></p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>En la etapa de operación, los equipos existentes que pueden producir ruido son los aerogeneradores sin embargo, sus niveles son muy bajos de acuerdo a la presente norma; ya que por la ubicación de éstos y la separación que existirá entre ellos, se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB en el perímetro del proyecto, lo cual se verificará mediante el monitoreo de la central , (ver capítulo VI Medidas de mitigación del presente informe).</p>								
<p><b>NOM-011-STPS-2001</b></p>	<p>Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.</p>	<p>Se deberá observar que los trabajadores expuestos a ruido durante el ejercicio de sus labores no se expongan a ruidos intensos por periodos mayores de 8 horas conforme a la tabla A.1 del Apéndice A de ésta norma. Considerando que el proyecto operará en forma continua 24 horas los 365 días del año, se contará con personal necesario para trabajar 3 turnos de 8 horas con el fin de evitar exposiciones que rebasen lo permitido en la presente norma.</p>								
<p><b>NOM-017-STPS-2008.</b></p>	<p>Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.</p>	<p>Durante la preparación, construcción y operación del Proyecto se proveerá del equipo de protección personal con el fin de evitar accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados durante la realización de sus actividades de trabajo.</p>								

<p><b>NOM-002-SCT/2003</b></p>	<p>Listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.</p>	<p>Para las sustancias y materiales peligrosos que se generarán durante las distintas etapas del proyecto se construirá un almacén temporal para ser depositados y se contratará una empresa especializada y autorizada que cumpla con las disposiciones legales para su transporte y método de envase y embalaje para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.</p>
<p><b>PROY-NOM-015-SCT3-1995</b></p>	<p>Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos.</p>	<p>Se tomará en consideración una vez publicada en el Diario Oficial de la Federación.</p>

### III.3 Discusión y conclusiones

Después de realizar un análisis de los planes y programas de desarrollo así como de los ordenamientos legales aplicables al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, se concluye que el proyecto corresponde a un área de actividad económica de carácter estratégico el cual no contraviene a las políticas contenidas en los planes y programas de desarrollo a nivel Federal, Estatal y Municipal; ya que la generación de energía eléctrica mediante el uso de fuentes renovables de energía y tecnologías bajas en intensidad de carbono como la eólica, se encuentran contemplados dentro de las estrategias de desarrollo en los diferentes planes y programas que fueron analizados.

Por otro lado el establecimiento de parques eólicos requieren de una gran cantidad de mano de obra, representando una fuente de trabajo importante para las comunidades contribuyendo al crecimiento económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los predios que ocupará el proyecto por el arrendamiento de sus tierras, sin contravenir a sus actividades productivas. Además se generarán fuentes de empleo a nivel regional representando nuevas oportunidades de desarrollo, traducándose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II es congruente con la legislación y la política de desarrollo sustentable ya que se utilizará la energía del viento para la generación de energía eléctrica utilizando energía eólica que es técnica, económica, ambiental y socialmente viable. Con ello se contribuye a la diversificación de tecnologías y fuentes primarias. Además contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica a corto plazo y a disminuir el aumento de emisiones de GEI al remplazar a los combustibles fósiles, con energías renovables, reduciendo la presión y contaminación sobre los recursos naturales, como la causada por combustibles fósiles; reduciendo el impacto ambiental; aumentando el valor agregado de las actividades económicas.

En relación a las Áreas destinadas voluntariamente a la conservación como se menciona en el programa de manejo que... *el establecimiento de parques eólicos requieren de una gran cantidad de mano de obra, representando una fuente de trabajo importante para las comunidades constituyendo ventajas como contribuir al crecimiento económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los predios que*

*ocupará el proyecto, por el arrendamiento de sus tierras, sin contravenir a sus actividades productivas. Se generarán fuentes de empleo a nivel regional representando nuevas oportunidades de desarrollo, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona.*

En este sentido se infiere que el proyecto es congruente con las disposiciones en materia de áreas naturales protegidas ya que como lo señala la ley las actividades que se realicen en las zonas de amortiguamiento deberán contribuir al desarrollo sustentable.

Por otro lado el predio no se encuentra inmerso dentro de un ordenamiento ecológico, ni un AICA para la zona, por lo que no afectará áreas de alto valor escénico. Se considera que el proyecto es congruente con las políticas ambientales expuestas en los instrumentos analizados.

Parte de la política de CFE consiste en el aprovechamiento de fuentes renovables de energía para generación de electricidad, y considera la protección al ambiente como un asunto de alta prioridad, teniendo conciencia del beneficio de la protección del ambiente para lograr un desarrollo sustentable y alcanzar así un desarrollo integral del país.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II es una opción para generar energía eléctrica en la región del Istmo de Tehuantepec, ya que no usa combustibles fósiles como el combustóleo, carbón o gas natural, ni es de alto riesgo, como el uso de minerales radiactivos. Por otro lado, las centrales eólicas ocupan un porcentaje mínimo del total del área que se dispone, en la que se distribuyen los aerogeneradores, permitiendo en este caso, preservar las áreas con cobertura vegetal y continuar con las actividades agropecuarias que actualmente se desarrollan en el predio donde se ubicará el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, por lo que se considera que no se modifica la vocación actual del suelo.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, se inscribe en el Programa Nacional de Infraestructura por lo que su construcción contribuirá a cumplir una de las metas planteadas en dicho programa, la de lograr para el año 2012 que las fuentes renovables representen el 25% de la capacidad efectiva de generación. Así mismo el proyecto es congruente con los objetivos, acciones y metas contenidas en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.

Considerando que dicho proyecto empleará como fuente primaria de energía el viento, este proyecto es candidato para formar parte de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto, debido a los beneficios que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable, y por

el impulso que dará al desarrollo en la explotación de los recursos renovables, haciendo uso de tecnologías limpias; sustituyendo la generación de energía a base de combustibles fósiles, por energía eólica, con lo cual contribuirá a evitar emisiones de gases de combustión como CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y partículas suspendidas, evitar el uso de volúmenes de agua de repuesto, dado que el diseño de este proyecto no requiere ciclos de vapor y de enfriamiento, minimizar descarga de aguas residuales y minimizar la generación de residuos peligrosos, inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales. Por otro lado no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

Por lo anterior la inserción del proyecto trae consigo ventajas por su compatibilidad con el medio ambiente, ya que con este tipo de proyectos se contribuye a la seguridad energética y a la diversificación de fuentes primarias. De esta manera se reduce el impacto ambiental al disminuir la dependencia de combustibles fósiles en la producción de electricidad, evitando la emisión de aproximadamente 202 475 toneladas anuales aproximadamente de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que es lo que generaría una Central eléctrica convencional. Entre otras ventajas en el ámbito socioeconómico el proyecto traerá consigo la generación de fuentes de empleo e ingresos adicionales para los ejidatarios dueños de los predios donde se instalará la central, por el arrendamiento de sus tierras redundando en una mejor calidad de vida para los habitantes de la comunidad.

Con la ejecución del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II permitirá avanzar hacia el cumplimiento de los compromisos internacionales que México ha adquirido en materia de energías renovables en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kyoto, así como en el marco de la Conferencia Internacional de Energías Renovables de Bonn 2004, al emplear energías renovables para la generación de energía eléctrica mediante la tecnología eólica. Considerando que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II contará con una capacidad total de generación de energía aproximada de 101,4 MW, contribuirá en un 2,52% al cumplimiento del objetivo adquirido en Bonn de lograr en 2014 un total de 4 000 MW instalados en la zona. Al mismo tiempo coadyuvará en un 4,04% a cumplir con la meta de la presente administración de contar en el año 2012 con 2, 500 MW de capacidad instalada en el Istmo de Tehuantepec.

Finalmente, es importante destacar que de conformidad con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y Artículo 12 del Reglamento de esta



Ley en materia de impacto ambiental; se tiene contemplada la aplicación de medidas de mitigación para atenuar los impactos ambientales ocasionados por la inserción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, que podrían resultar por las diferentes actividades realizadas durante la construcción, operación y mantenimiento.

**IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. \_\_\_\_\_ IV-1**

IV.1	DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO _____	IV-1
IV.1.1	<i>Ubicación Geográfica</i> .....	IV-1
IV.1.2	<i>Criterios para la delimitación del SAR.</i> .....	IV-1
IV.1.3	<i>Área de Influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II</i> .....	IV-19
IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) _____	IV-21
IV.2.1	<i>Aspectos abióticos</i> .....	IV-21
IV.2.1.1	Clima _____	IV-21
	Tipo de clima _____	IV-21
	Radiación solar _____	IV-22
	Temperatura _____	IV-24
	Precipitación _____	IV-26
	Balance hídrico _____	IV-27
	Vientos _____	IV-28
	Eventos extremos _____	IV-32
	Probabilidad de afectación por ciclones tropicales _____	IV-37
	Calidad del Aire _____	IV-38
IV.2.1.2	Geología y Geomorfología _____	IV-39
	Fisiografía _____	IV-39
	Geología _____	IV-41
	Presencia de fallas y fracturamientos _____	IV-44
	Susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos _____	IV-47
IV.2.1.3	Suelo _____	IV-52
	Metodología _____	IV-54
	Resultados _____	IV-56
IV.2.1.4	Hidrología superficial y subterránea _____	IV-72
	Metodología _____	IV-72
	Recursos hidrológicos _____	IV-72
	Hidrología superficial _____	IV-74
	Hidrología subterránea _____	IV-77
	Hidrología en el Área de Influencia _____	IV-78
IV.2.2	<i>Aspectos bióticos</i> .....	IV-80
IV.2.2.1	Vegetación terrestre _____	IV-82
	Método _____	IV-82
	Resultados _____	IV-90
IV.2.2.2	Fauna _____	IV-128
	Método _____	IV-128
IV.2.3	<i>Medio socioeconómico</i> .....	IV-246
IV.2.3.1	Contexto Regional _____	IV-246
	Aspectos sociales _____	IV-251
	Aspectos culturales y estéticos _____	IV-264
	Percepción social hacia el proyecto _____	IV-267
	Aspectos económicos _____	IV-269
	Tenencia de la tierra _____	IV-273
	Utilización de los recursos naturales _____	IV-273



<i>IV.2.4 Paisaje</i> .....	IV-274
IV.2.4.1 Método .....	IV-274
Unidades de paisaje .....	IV-277
<i>IV.2.5 Integración de indicadores ambientales y establecimiento de su línea base</i> .....	IV-289
<i>IV.2.6 Diagnóstico Ambiental</i> .....	IV-293
IV.2.5.1 Consideraciones previas .....	IV-293
IV.2.5.2 Descripción breve del sistema ambiental .....	IV-294
IV.2.5.3 Delimitación de las unidades ambientales .....	IV-298
Evaluación de la criticalidad de las unidades ambientales en función de los servicios ambientales y los intereses sociales para la conservación .....	IV-301
Resultados .....	IV-307
Conclusión .....	IV-316

**INDICE DE FIGURAS**

FIGURA IV-1. UBICACIÓN DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II RESPECTO A LAS REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS. .... IV-3

FIGURA IV-2. UBICACIÓN DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II RESPECTO A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES. .... IV-5

FIGURA IV-3. UBICACIÓN DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II RESPECTO A LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. .... IV-7

FIGURA IV-4. UBICACIÓN DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II RESPECTO A LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS. .... IV-9

FIGURA IV-5. UBICACIÓN DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II RESPECTO A LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS. .... IV-11

FIGURA IV-6. UBICACIÓN DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II RESPECTO A LAS SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS. .... IV-13

FIGURA IV-7. MICROCUENCAS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL PARA EL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-15

FIGURA IV-8. DELIMITACIÓN DEL SAR DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-17

FIGURA IV-9. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL PARA EL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-18

FIGURA IV-10. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-20

FIGURA IV-11. PROYECCIÓN SOBRE EL PLANO DEL HORIZONTE DE LAS TRAYECTORIAS SOLARES PARA LOS 16º DE LATITUD NORTE (TOMADO DE HERNÁNDEZ *ET AL*; 1991). .... IV-23

FIGURA IV-12. IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL HORARIA EN OAXACA, DERIVADA DEL SATÉLITE GOES. .... IV-24

FIGURA IV-13. CLIMOGRAMA. ESTACIÓN 20134, SANTIAGO CHIVELA (IXTALTEPEC), OAXACA. 1971-2000. .... IV-25

FIGURA IV-14. MARCHA ANUAL DE LA TEMPERATURA. ESTACIÓN 20134, SANTIAGO CHIVELA (IXTALTEPEC), OAXACA. 1971-2000. .... IV-26

FIGURA IV-15. PRECIPITACIÓN MEDIA Y MÁXIMA EN 24 HORAS. ESTACIÓN 20134, SANTIAGO CHIVELA (IXTALTEPEC), OAXACA. 1971-2000. .... IV-27

FIGURA IV-16. BALANCE HÍDRICO SIMPLE. ESTACIÓN 20134, SANTIAGO CHIVELA (IXTALTEPEC), OAXACA. 1971-2000. .... IV-28

FIGURA IV-17. ISTMO DE TEHUANTEPEC. LAS PRIMERAS DOS LÍNEAS DE CONTORNO CORRESPONDEN A LOS 50 Y 200 M, RESPECTIVAMENTE; LAS SUBSECUENTES SON A CADA 250 M (DE ROMERO-CENTENO *ET AL*, 2003). .... IV-29

FIGURA IV-18. MAPA DE RECURSOS EÓLICOS DE LA REGIÓN DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC, EN EL ESTADO DE OAXACA. (TOMADO DE ELLIOT *ET AL*, 2004). .... IV-30

FIGURA IV-19. ROSA DE VIENTOS ANUAL, ESTACIÓN LA VENTA 1999 (CFE, 2003). .... IV-31

FIGURA IV-20. TRAYECTORIAS DE TORMENTAS TROPICALES DEL 2006, PACÍFICO ESTE. (TOMADO DE UNISYS, 2007). .... IV-33

FIGURA IV-21. TRAYECTORIAS DE TORMENTAS TROPICALES DEL 2009, PACÍFICO ESTE. (TOMADO DE UNISYS, 2010). .... IV-34

FIGURA IV-22. TRAYECTORIA DEL HURACÁN RICK, 7-10 NOVIEMBRE 1997. (TOMADO DE UNISYS, 2007). .... IV-35

FIGURA IV-23. TRAYECTORIA DE LA TORMENTA TROPICAL ROSA, 3-8 NOVIEMBRE 2000. (UNISYS, 2007). .... IV-36

FIGURA IV-24. ISOLÍNEAS DE PROBABILIDAD DE PRESENTACIÓN DE UNO O MÁS CICLONES EN UN AÑO. EL SAR SE UBICA EN EL CUADRANTE MARCADO (TOMADO DE FUENTES Y VÁZQUEZ, 1997). .... IV-37

FIGURA IV-25. PROBABILIDADES DE PRESENTACIÓN POR CUADRANTE DE UNO O MÁS CICLONES EN UN AÑO. EL ÁREA DE INFLUENCIA Y SAR MISMOS UBICADOS EN EL CUADRANTE MARCADOS (TOMADO DE FUENTES Y VÁZQUEZ, 1997). .... IV-38

FIGURA IV-26. PROVINCIA MORFOTECTÓNICA DE LA SIERRA MADRE DE CHIAPAS (10), SUBPROVINCIA DE LA PLANICIE COSTERA DEL PACÍFICO (10A) Y SUBPROVINCIA DE LAS CORDILLERAS DE LA SIERRA MADRE (10B) Y REGIONES ADYACENTES. TOMADO DE FERRUSQUÍA (1998). .... IV-40

FIGURA IV-27. MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DE LA PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE DE CHIAPAS (10) Y REGIONES ADYACENTES. MODIFICADO DE FERRUSQUÍA (1998). .... IV-42

FIGURA IV-28. PLANO GEOLÓGICO SINTETIZADO DE LA REGIÓN SUR DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA. (TOMADO DE CARRANZA-EDWARDS, 1980). .... IV-43

FIGURA IV-29. ESQUEMA TECTÓNICO REGIONAL DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC. (TOMADO DE CARRANZA-EDWARDS, 1980). .... IV-45

FIGURA IV-30. FRACTURAS EN EL SAR. (INEGI, 2000). .... IV-46

FIGURA IV-31. REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE MÉXICO. TOMADO DE ZEPEDA Y GONZÁLEZ (2001). .... IV-47

FIGURA IV-32. CONSULTA DEL BOLETÍN SISMOLÓGICO 1990-1999 MOSTRANDO TODOS LOS SISMOS (859) OCURRIDOS ENTRE LOS 15°-17°N Y 93°-96°W. SSN-UNAM (2007). .... IV-49

FIGURA IV-33. CONSULTA DEL BOLETÍN SISMOLÓGICO 1990-1999 MOSTRANDO LOS 25 SISMOS DE MAGNITUD IGUAL O SUPERIOR A 5 (Mc) OCURRIDOS ENTRE LOS 15°-17°N Y 93°-96°W. SSN-UNAM (2007). .... IV-50

FIGURA IV-34. INESTABILIDAD DE LADERAS NATURALES DE MÉXICO. TOMADO DE ZEPEDA Y GONZÁLEZ (2001). .... IV-51

FIGURA IV-35. VULCANISMO ACTIVO, CALDERAS Y REGIONES MONOGENÉTICAS DE MÉXICO. TOMADO DE ZEPEDA Y GONZÁLEZ (2001). IV-52

FIGURA IV-36. VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL SAR DEL PROYECTO PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-53

FIGURA IV-37. MAPA DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL PREDIO, SEÑALANDO LOS POZOS EDÁFICOS Y VISTAS EDÁFICAS. .... IV-55

FIGURA IV-38. VISTA PANORÁMICA A LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES DEL POZO 1 ..... IV-56

FIGURA IV-39. PERFIL EDÁFICO DEL POZO 1. .... IV-57

FIGURA IV-40. VISTA PANORÁMICA A LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES DEL POZO 2. .... IV-58

FIGURA IV-41. PERFIL EDÁFICO DEL POZO 2. .... IV-59

FIGURA IV-42. VISTA PANORÁMICA A LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES DEL POZO 3. .... IV-60

FIGURA IV-43. PERFIL EDÁFICO DEL POZO 3. .... IV-61

FIGURA IV-44. VISTA PANORÁMICA A LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES DEL POZO 4. .... IV-62

FIGURA IV-45. PERFIL EDÁFICO DEL POZO 4. .... IV-63

FIGURA IV-46. VISTA PANORÁMICA A LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES DEL POZO 5. .... IV-64

FIGURA IV-47. PERFIL EDÁFICO DEL POZO 5. .... IV-65

FIGURA IV-48. REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA V PACÍFICO SUR (SUBREGIÓN V.5 COMPLEJO LAGUNAR) DE LA CONAGUA. . IV-73

FIGURA IV-49. UBICACIÓN APROXIMADA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA NO. 22 “TEHUANTEPEC”, DE LA CONAGUA. .... IV-75

FIGURA IV-50. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y LA RH 22 EN RELACIÓN CON EL ISTMO DE TEHUANTEPEC. .... IV-76

FIGURA IV-51. LECHO DE UNA CORRIENTE HIDROLÓGICA INTERMITENTE EN LA PARTE NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, ANEXO VI.9 ..... IV-78

FIGURA IV-52. CONTINUACIÓN DE LA CORRIENTE INTERMITENTE EN LA PARTE NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. .... IV-79

FIGURA IV-53. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE VERIFICACIÓN Y SITIOS ESTABLECIDOS DENTRO DEL SAR. .... 85

FIGURA IV-54. MAPA DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-91

FIGURA IV-55. DIVERSIDAD DE ESPECIES EN SEIS SITIOS DE LAS COMUNIDADES LEÑOSAS DEL SAR. CADA PUNTO MUESTRA LA DIVERSIDAD SHANNON (H)..... IV-103

FIGURA IV-56. CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES REGISTRADAS DE SIETE SITIOS REGISTRADOS DENTRO DEL SAR. .... IV-104

FIGURA IV-57. ÍNDICE DE SIMILITUD DONDE MUESTRA LAS RELACIONES FLORÍSTICAS ENTRE LOS SIETE SITIOS DENTRO DEL SAR. GENERADA A PARTIR DE UNA MATRIZ CON LOS VALORES (PRESENCIA-AUSENCIA) DE ESPECIES POR SITIO Y EL CRITERIO DE UNIÓN DE PARES POR PROMEDIOS (UPGMA). .... IV-106

FIGURA IV-58. NÚMERO DE ESPECIES CON POTENCIAL DE USO POR CATEGORÍA DE USO DE ACUERDO CON LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.... IV-107

FIGURA IV-59. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA LOCALIZADOS EN LA IMAGEN SPOT 2011. .... IV-109

FIGURA IV-60. NÚMERO DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES POR CATEGORÍA, REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. .... IV-127

FIGURA IV-61. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ANÁLISIS DE FAUNA DENTRO DEL SAR. .... IV-131

FIGURA IV-62. NÚMERO DE ESPECIES REGISTRADAS POR SITIO EN EL SAR. .... IV-137

FIGURA IV-63. NÚMERO DE ESPECIES REGISTRADAS EN EL SAR, DENTRO DE ALGUNA DE LAS CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN DE ACUERDO A LA NOM-059-SEMARNAT-2010. .... IV-138

FIGURA IV-64. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL SAR. SE PRESENTAN DOS ESTIMADORES DE LA BIODIVERSIDAD QUE INDICAN CUÁNTAS ESPECIES DE AVES TEÓRICAMENTE SE PRESENTAN EN EL SAR. .... IV-142

FIGURA IV-65. DENDROGRAMA DE SIMILITUD DE ESPECIES DE AVES ENTRE SITIOS DENTRO DEL SAR ..... IV-144

FIGURA IV-66. RUTAS MIGRATORIAS DESCRITAS EN LA REGIÓN DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC (FUENTE: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA RED DE MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD DEL INECOL). .... IV-145

FIGURA IV-67. UBICACIÓN DE RUTAS MIGRATORIAS DE AVES DENTRO DEL SAR. .... IV-147

FIGURA IV-68. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE DENTRO DEL SAR. .... IV-150

FIGURA IV-69. GREMIOS ALIMENTICIOS DE LOS MURCIÉLAGOS REGISTRADOS EN EL SAR. .... IV-151

FIGURA IV-70. AFINIDADES GEOGRÁFICAS DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN EL SAR ..... IV-152

FIGURA IV-71. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS DENTRO DEL SAR ..... IV-155

FIGURA IV-72. DENDROGRAMA DE SIMILITUD DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS ENTRE SITIOS DENTRO DEL SAR ..... IV-156

FIGURA IV-73. NÚMERO DE ESPECIES POR ORDEN. .... IV-159

FIGURA IV-74. GREMIOS ALIMENTICIOS DE LOS MAMÍFEROS NO VOLADORES REGISTRADOS EN EL SAR. .... IV-160

FIGURA IV-75. AFINIDAD GEOGRÁFICA DE LA MASTOFAUNA REPORTADA EN EL SAR..... IV-161

FIGURA IV-76. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE LOS MAMÍFEROS NO VOLADORES PRESENTES EN EL SAR. .... IV-164

FIGURA IV-77. DENDROGRAMA DE SIMILITUD DE ESPECIES DE MAMÍFEROS NO VOLADORES ENTRE SITIOS DENTRO DEL SAR..... IV-165

FIGURA IV-78. NÚMERO DE ESPECIES DE ANFIBIOS POR FAMILIA. .... IV-169

FIGURA IV-79. NÚMERO DE ESPECIES DE REPTILES POR FAMILIA. .... IV-170

FIGURA IV-80. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DE HERPETOFAUNA DENTRO DEL SAR. .... IV-175

FIGURA IV-81. DENDROGRAMA DE SIMILITUD DE ESPECIES DE HERPETOFAUNA ENTRE SITIOS DENTRO DEL SAR. .... IV-176

FIGURA IV-82. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTEO DE AVES DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II.  
..... IV-189

FIGURA IV-83. NÚMERO DE ESPECIES POR UNIDAD AMBIENTAL REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. .... IV-200

FIGURA IV-84. NÚMERO DE ESPECIES POR UNIDAD AMBIENTAL CON ESTATUS DE CONSERVACIÓN REGISTRADAS MEDIANTE LOS MUESTREOS.  
(A: AMENAZADA, PR: PROTECCIÓN ESPECIAL, P: PELIGRO DE EXTINCIÓN)..... IV-203

FIGURA IV-85. DIRECCIONES DE VUELO DE LOS BLANCOS DETECTADOS DURANTE EL MONITOREO DIURNO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL  
PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. PRIMAVERA 2012. .... IV-207

FIGURA IV-86. CANTIDAD DE GRUPOS REGISTRADOS EN CADA UNA DE LAS DIRECCIONES CARDINALES. .... IV-208

FIGURA IV-87. ALTURAS DE VUELO DE LOS NUEVE GRUPOS DETECTADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE  
II. PRIMAVERA 2012..... IV-210

FIGURA IV-88. RUTAS MIGRATORIAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA IDENTIFICADAS DURANTE EL ESTUDIO PROSPECTIVO REGIONAL DE  
LOS 3900 KM<sup>2</sup>. .... IV-211

FIGURA IV-89. PORCENTAJE DE ESPECIES DE MAMÍFEROS NO VOLADORES POR ORDEN ..... IV-220

FIGURA IV-90. NÚMERO DE INDIVIDUOS DE ESPECIES POR TIPO DE VEGETACIÓN..... IV-221

FIGURA IV-91. GREMIOS ALIMENTICIOS DE LA ESPECIES DE MURCIÉLAGOS REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. .... IV-231

FIGURA IV-92. ALTURA DE VUELO DE LOS MURCIÉLAGOS ENCONTRADOS. .... IV-231

FIGURA IV-93. INCIDENCIA DE ESPECIES E INDIVIDUOS POR TIPO DE VEGETACIÓN. .... IV-233

FIGURA IV-94. SE MUESTRAN EL NÚMERO DE PASES. .... IV-235

FIGURA IV-95. PORCENTAJE DE ESPECIES POR FAMILIA. .... IV-243

FIGURA IV-96. PROYECCIONES DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA LOS MUNICIPIOS PRESENTES EN EL SAR (FUENTE: CONAPO 2009).  
..... IV-247

FIGURA IV-97. MAPA DE LAS LOCALIDADES INMERSAS DENTRO DEL SAR. .... IV-253

FIGURA IV-98. PIRÁMIDE DE LAS EDADES DE LAS LOCALIDADES PRESENTES EN EL SAR. .... IV-254

FIGURA IV-99. REGIONES SOCIOECONÓMICAS DEL ESTADO DE OAXACA DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN DE INEGI (TOMADO DE:  
WWW.INEGI.GOB.MX). .... IV-269

FIGURA IV-100. PROYECCIÓN DE LAS CUENCAS HACIA LOS CUATRO PUNTOS CARDINALES DEL SAR. .... IV-276

FIGURA IV-101. ALGUNOS USOS DE SUELOS ENCONTRADOS DENTRO DEL SAR (NOTA: ESTAS IMÁGENES SE ENCUENTRAN DENTRO DEL  
ANEXO FOTOGRÁFICO, CON SU RESPECTIVO CÓDIGO Y GEOREFERENCIADAS EN EL ANEXO VIII). .... IV-279

FIGURA IV-102. DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO POR UNIDAD DE PAISAJE, EN EL SAR DEL PROYECTO 40 CE  
SURESTE I, FASE II..... 282

FIGURA IV-103. RUTAS MIGRATORIAS ORNITOLÓGICAS DEL CONTINENTE AMERICANO QUE CONVERGEN EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC,  
OAXACA..... IV-297

FIGURA IV-104. UNIDADES AMBIENTALES PRESENTES EN EL SAR, DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. .... IV-300

FIGURA IV-105. ÍNDICES DE CRITICALIDAD PARA CADA UNA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES, BTC=2.47 ABTC=1.39 Y AG=0.88. .... IV-314

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

**INDICE DE CUADROS**

CUADRO IV-1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS.....	IV-22
EN LA FIGURA IV-11 SE MUESTRA LA PROYECCIÓN SOBRE EL PLANO DEL HORIZONTE DE LAS TRAYECTORIAS SOLARES PARA LOS 16º DE LATITUD NORTE, CORRESPONDIENTE A LA UBICACIÓN APROXIMADA DEL SAR, MIENTRAS QUE EN EL CUADRO IV-2 Y FIGURA IV-12, APARECE LA IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL HORARIA, DERIVADA DEL SATÉLITE METEOROLÓGICO GOES, PARA LA CIUDAD DE OAXACA, OAXACA. CUADRO IV-2. IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL HORARIA EN OAXACA, DERIVADA DEL SATÉLITE GOES (MJ/M <sup>2</sup> ). TOMADO DE CFE (2000). .....	IV-22
CUADRO IV-3. FRECUENCIAS DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA VENTA, 1999. (CFE, 2003). .....	IV-31
CUADRO IV-4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS POZOS EDÁFICOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....	IV-54
CUADRO IV-5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS VISTAS EDÁFICAS DENTRO DEL SAR. ....	IV-66
CUADRO IV-6. BALANCE Y DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA SUBREGIÓN V.5 COMPLEJO LAGUNAR, OAXACA. TOMADO DE CNA, (2003). .....	IV-74
CUADRO IV-7. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS ESTABLECIDOS DENTRO DEL SAR .....	IV-84
CUADRO IV-8. SUPERFICIES DEL SAR POR TIPO DE USO DEL SUELO.....	IV-90
CUADRO IV-9. VALOR DE IMPORTANCIA (VI) DE LAS PRIMERAS 20 ESPECIES DE CADA UNA DE LOS SITIOS REGISTRADOS DENTRO DEL SAR. ....	IV-96
CUADRO IV-10. VALORES DE RIQUEZA, EQUITATIVIDAD E ÍNDICE DE SHANNON A CADA SITIO INCLUIDO DENTRO DEL ANÁLISIS DEL SAR. IV-103	
CUADRO IV-11. ÍNDICE DE SIMILITUD (SORENSEN) DE TODOS LOS SITIOS DENTRO DEL SAR. LOS NÚMEROS EN NEGRITAS SON LOS DE MAYOR SIMILITUD Y LOS SUBRAYADOS CORRESPONDEN A LOS DE MENOR SIMILITUD.....	IV-105
CUADRO IV-12. ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM-059-ECOL-2010. ....	IV-108
CUADRO IV-13. PUNTOS DE MUESTREO SELECCIONADOS PARA VEGETACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-108
CUADRO IV-14. SUPERFICIES POR TIPO DE USO DEL SUELO .....	IV-110
CUADRO IV-15. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO CORRESPONDIENTE AL PUNTO BTC-1 .....	IV-114
CUADRO IV-16. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO UBICADO EN EL PUNTO BTC-2 .....	IV-116
CUADRO IV-17. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE ACAHUAL DE BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO UBICADO EN EL PUNTO ABTC-2... ..	IV-119
CUADRO IV-18. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DEL ACAHUAL DE BTC UBICADO EN EL PUNTO ABTC-1 .....	IV-120
CUADRO IV-19. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DEL PASTIZAL UBICADO EN EL PUNTO P-1.....	IV-122
CUADRO IV-20. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DEL PASTIZAL UBICADO EN EL PUNTO P-2.....	IV-123
CUADRO IV-21. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DEL ÁREA AGRÍCOLA UBICADA EN EL PUNTO AG-2.....	IV-125
CUADRO IV-22. FUENTES DE INFORMACIÓN DE DONDE SE OBTUVO INFORMACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRES QUE SE DISTRIBUYE POR EL SAR. ....	IV-130
CUADRO IV-23. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H') PARA CADA SITIO. ....	IV-140
CUADRO IV-24. MATRIZ DE COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H') ENTRE SITIOS. SE RESALTA EN NEGRITAS LOS SITIOS QUE NO PRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS. ....	IV-141
CUADRO IV-25. MATRIZ DE SIMILITUD DEL ÍNDICE DE SORENSEN ENTRE SITIOS. SE RESALTAN EN NEGRITAS LOS SITIOS MAS SIMILARES EN CUANTO AL NÚMERO DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS. ....	IV-143
CUADRO IV-26. LISTADO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS REGISTRADOS EN EL SAR .....	IV-149
CUADRO IV-27. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES CAPTURADAS EN EL SAR .....	IV-153
CUADRO IV-28. ÍNDICES DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENNER Y DIVERSIDAD ALFA DE MURCIÉLAGOS DENTRO DE LOS TRES SITIOS MUESTREADOS EN EL SAR .....	IV-154
CUADRO IV-29. RIQUEZA DE ESPECIES REGISTRADAS EN EL SAR.....	IV-157
CUADRO IV-30. ESPECIES DE MAMÍFEROS LISTADAS EN LA NOM-059 SEMARNAT 2010 PRESENTES EN EL SAR. ....	IV-162
CUADRO IV-31. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS NO VOLADORES PRESENTES EN EL SAR.....	IV-163
CUADRO IV-32. INDICES DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENNER Y DIVERSIDAD ALFA DE MAMÍFEROS DENTRO DE LOS TRES SITIOS MUESTREADOS EN EL SAR. ....	IV-164
CUADRO IV-33. LISTADO DE ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES REGISTRADAS EN CAMPO Y EN REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA PRESENTES EN EL SAR.....	IV-166

CUADRO IV-34. ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES REGISTRADAS EN EL SAR LISTADAS EN LA NOM-059 SEMARNAT 2010 .....	IV-171
CUADRO IV-35. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES REGISTRADAS EN EL SAR. ....	IV-173
CUADRO IV-36. ÍNDICES DE DIVERSIDAD H' EN LOS TRES SITIOS MUESTREADOS DENTRO DEL SAR. ....	IV-174
CUADRO IV-37. COORDENADAS DE PUNTOS DE CONTEO DE AVES PARA EL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. ....	IV-190
CUADRO IV-38. COORDENADAS DE SITIOS DE MUESTREO DE AVES PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. ....	IV-191
CUADRO IV-39. CATEGORÍAS DE ESTACIONALIDAD PARA AVIFAUNA SEGÚN HOWELL Y WEBB (1995). ....	IV-192
CUADRO IV-40. ÓRDENES Y NÚMEROS DE ESPECIES REGISTRADOS MEDIANTE LOS DIFERENTES MÉTODOS. ....	IV-197
CUADRO IV-41. FAMILIAS Y NÚMEROS DE ESPECIES REGISTRADAS MEDIANTE LOS DIFERENTES MÉTODOS. ....	IV-198
CUADRO IV-42. NÚMERO DE ESPECIES RESIDENTES Y ESTACIONALES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-199
CUADRO IV-43. ESPECIES RESIDENTES Y ESTACIONALES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA SUSCEPTIBLES DE ALGÚN TIPO DE APROVECHAMIENTO. ....	IV-201
CUADRO IV-44. ESPECIES RESIDENTES Y ESTACIONALES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DURANTE EL ESTUDIO. ....	IV-202
CUADRO IV-45. ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA ENLISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN CITES (2011) Y UICN (2001). ....	IV-204
CUADRO IV-46. ESPECIES DE AVES PLANEADORAS Y ACUÁTICAS REGISTRADAS EN EL ESTUDIO REGIONAL. ....	IV-206
CUADRO IV-47. CANTIDAD Y PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DETECTADOS POR CATEGORÍA DE ALTURAS DE VUELO EN METROS SOBRE NIVEL DEL SUELO (MSNS) EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I FASE II. PRIMAVERA 2012. ....	IV-209
CUADRO IV-48. SITIOS DE MUESTREO DE LOS DISTINTOS MÉTODOS PARA MAMÍFEROS NO VOLADORES DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. IV-217	
CUADRO IV-49. ESPECIES POTENCIALES Y ESPECIES REGISTRADAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-218
CUADRO IV-50. LISTADO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS NO VOLADORES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-219
CUADRO IV-51. ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS MAMÍFEROS NO VOLADORES REGISTRADOS POR EL MÉTODO DE TRANSECTO DE OBSERVACIÓN. ....	IV-221
CUADRO IV-52. ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS MAMÍFEROS PEQUEÑOS REGISTRADOS POR MEDIO DE TRAMPAS TIPO SHERMAN. ....	IV-222
CUADRO IV-53. COORDENADAS DE LOS SITIOS DE CAPTURA CON REDES DE NIEBLA DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II. ....	IV-227
CUADRO IV-54. COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS DE DETECCIÓN ULTRA ACÚSTICA. ....	IV-228
CUADRO IV-55. LISTADO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II. ....	IV-230
CUADRO IV-56. LISTADO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS CAPTURADOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II. ....	IV-232
CUADRO IV-57. ESTADO REPRODUCTIVO DE LOS INDIVIDUOS CAPTURADOS. ....	IV-233
CUADRO IV-58. ESTADO REPRODUCTIVO DE LAS ESPECIES CAPTURADAS EN EL REFUGIO "LA CUEVA" ....	IV-234
CUADRO IV-59. LISTADO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II POR MEDIO DEL MÉTODO ULTRA-ACÚSTICO. ....	IV-234
CUADRO IV-60. SE APRECIAN LAS COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS REALIZADOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-240
CUADRO IV-61. NÚMERO DE ESPECIES ESPERADAS POR FAMILIAS Y ESPECIES REGISTRADAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-241
CUADRO IV-62. ESPECIES REGISTRADAS POR TIPO DE VEGETACIÓN. ....	IV-242
CUADRO IV-63. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-244
CUADRO IV-64. TASA DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LOS TRES MUNICIPIOS DONDE SE ENCUENTRA INMERSO EL SAR. ....	IV-248
CUADRO IV-65. PORCENTAJE DE POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE POBREZA POR INGRESO. ....	IV-250
CUADRO IV-66. PORCENTAJE DE POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE POBREZA POR REZAGO SOCIAL. ....	IV-250
CUADRO IV-67. LOCALIDADES Y NÚMERO DE PERSONAS PRESENTES EN EL SAR DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II. ....	IV-252
CUADRO IV-68. DENSIDAD DEMOGRÁFICA DE LOS MUNICIPIOS INMERSOS EN EL SAR DEL PROYECTO 40 CE SURESTE I, FASE II. ....	IV-255
CUADRO IV-69. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DENTRO DEL SAR. ....	IV-256
CUADRO IV-70. PORCENTAJE DEL NÚMERO DE POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR A NIVEL MUNICIPAL. ....	IV-256
CUADRO IV-71. PRINCIPALES LOCALIDADES PRESENTES EN EL SAR Y COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS CON LOS QUE CUENTAN LAS VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS. ....	IV-258
CUADRO IV-72. POBLACIÓN CON Y SIN DERECHOS AL SERVICIO DE SALUD PÚBLICA. ....	IV-260

CUADRO IV-73. NIVEL DE ESCOLARIDAD CON LA QUE CUENTA LOS HABITANTES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-261
CUADRO IV-74. ESCUELAS EN LA LOCALIDAD DE LA MATA. ....	IV-261
CUADRO IV-75. PRINCIPALES LOCALIDADES CON MIGRACIÓN PRESENTE EN UNA ESCALA DE ÁREA DE PROYECTO POR LOCALIDAD Y CABECERA MUNICIPAL. ....	IV-263
CUADRO IV-76. GRADO DE ANALFABETISMO DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES PRESENTES EN EL SAR. ....	IV-263
CUADRO IV-77. NÚMERO DE PERSONAS QUE HABLAN LENGUA INDÍGENA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-264
CUADRO IV-78. PREFERENCIAS RELIGIOSAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-265
CUADRO IV-79. ÍNDICE Y GRADO DE MARGINACIÓN, LUGAR QUE OCUPA EN EL CONTEXTO ESTATAL Y NACIONAL POR MUNICIPIO. ....	IV-265
CUADRO IV-80. REZAGO SOCIAL POR LOCALIDAD DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-265
CUADRO IV-81. EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS LOCALIZADAS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-266
CUADRO IV-82. NÚMERO DE SALARIOS MÍNIMOS QUE GANAN LAS PERSONAS OCUPADAS QUE VIVEN DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA Y LOCALIDADES ADYACENTES. ....	IV-273
CUADRO IV-83. NATURALIDAD PARA EL TOTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO INCLUIDA EN EL ANÁLISIS ....	IV-280
CUADRO IV-84. CALIDAD VISUAL EXTRÍNSECA. SUPERFICIE DE OCUPACIÓN (HA) Y PORCENTAJE DE IMPORTANCIA PARA CADA CUENCA VISUAL, UNIDAD DE PAISAJE Y SUPERFICIE DE OCUPACIÓN POR TIPO DE USO PARA CADA CUENCA VISUAL. ....	IV-284
CUADRO IV-85. FRAGILIDAD VISUAL INTRÍNSECA PARA CADA UNIDAD DE PAISAJE. ....	IV-287
CUADRO IV-86. INDICADORES AMBIENTALES ESTABLECIDOS CON LA INFORMACIÓN OBTENIDA Y ANALIZAD EN ESTE CAPÍTULO IV EN EL SAR Y ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-291
CUADRO IV-87. CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL ESTADO DE OAXACA DURANTE EL PERIODO 1970-2001 (ORDOÑEZ, M.J, 2010). ....	IV-294
CUADRO IV-88. ESPECIES REGISTRADAS (TOTALES) A DIFERENTES ESCALAS, QUE TIENEN POTENCIAL PRESENCIA EN LA REGIÓN Y DENTRO DEL SAR Y EN EL ÁREA DE INFLUENCIA. ....	IV-296
CUADRO IV-89. UNIDADES AMBIENTALES PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR). ....	IV-299
CUADRO IV-90. COEFICIENTES DE IMPORTANCIA ESTRUCTURAL DEL HÁBITAT PARA CADA CLASE. ....	IV-303
CUADRO IV-91. TIPO DE REGISTRO DE LA ESPECIE “E” EN LA UNIDAD AMBIENTAL “J”. ....	IV-304
CUADRO IV-92. VALORES PONDERADOS DE LA CONFIABILIDAD DE REGISTRO (C) DE LA ESPECIE EN LA UNIDAD AMBIENTAL. ....	IV-305
CUADRO IV-93. VALORES PONDERADOS DEL ESTATUS DE CONSERVACIÓN (S <sub>i</sub> ) SEGÚN LAS CATEGORÍAS DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	IV-305
CUADRO IV-94. RIQUEZA FAUNÍSTICA (RF <sub>i</sub> ) ENCONTRADA EN EL SAR. ....	IV-307
CUADRO IV-95. COBERTURA RELATIVA TOTAL DE CADA ESTRATO E IMPORTANCIA DE CUERPOS DE AGUA EN LAS UNIDADES AMBIENTALES. IV-309	IV-309
CUADRO IV-96. CALIDAD DE HÁBITAT CALCULADO Y PONDERADO PARA CADA UA. ....	IV-309
CUADRO IV-97. IMPORTANCIA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES. ....	IV-310
CUADRO IV-98. ÍNDICE DE IMPORTANCIA POR ESPECIES NOM(VNJ). ....	IV-311
CUADRO IV-99. VALORES DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN (VIC <sub>i</sub> ) Y MAGNITUD DE LA SUPERFICIE DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN (A <sub>ip</sub> ). ....	IV-312
CUADRO IV-100. RESUMEN DE ÍNDICES CALCULADOS, VALORES NORMALIZADOS Y VALOR DE CRITICALIDAD (VC) PARA CADA UNIDAD AMBIENTAL. ....	IV-312
CUADRO IV-101. VALORACIÓN DEL ESTADO DE CADA UNIDAD AMBIENTAL Y DIAGNÓSTICO. ....	IV-315



ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.**

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) debe llevarse a cabo en conformidad con lo que señala el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente el cual indica que “la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamientos de tendencias del desarrollo y deterioro de la región”, por lo tanto la delimitación del SAR es de suma importancia para que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) evalúe las manifestaciones de impacto ambiental de conformidad con el Artículo 44 del mismo Reglamento que indica “Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación”.

En el presente capítulo se desarrolla la delimitación y caracterización del SAR, en el cual se instalará el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, obra de generación de energía eléctrica. La delimitación y caracterización se llevó a cabo considerando elementos como diversidad, distribución, amplitud y nivel de alteración de los componentes paisajísticos y analizar a detalle los componentes ambientales relevantes, los cuales debido a su ubicación tengan interacción con el proyecto en cualquiera de sus etapas de ejecución.

#### **IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto**

##### **IV.1.1 Ubicación Geográfica**

Como se describe en el Capítulo II del presente documento, el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, con todas sus obras asociadas, se ubicará en el Municipio de Asunción Ixtaltepec, específicamente en el ejido Agua caliente La Mata, en el estado de Oaxaca y cuyas coordenadas son 94°59'42.6" longitud oeste y 16°36'34.7" latitud norte (Anexo IV.1).

##### **IV.1.2 Criterios para la delimitación del SAR.**

Para la delimitación del SAR existen diversos criterios y metodologías como son:

1. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental (e. gr. Unidades de Gestión Ambiental, Áreas Naturales Protegidas, entre otros) definidas en el Ordenamiento

Ecológico Territorial del Estado, programas regionales o estudios realizados en el lugar donde se instalará el proyecto.

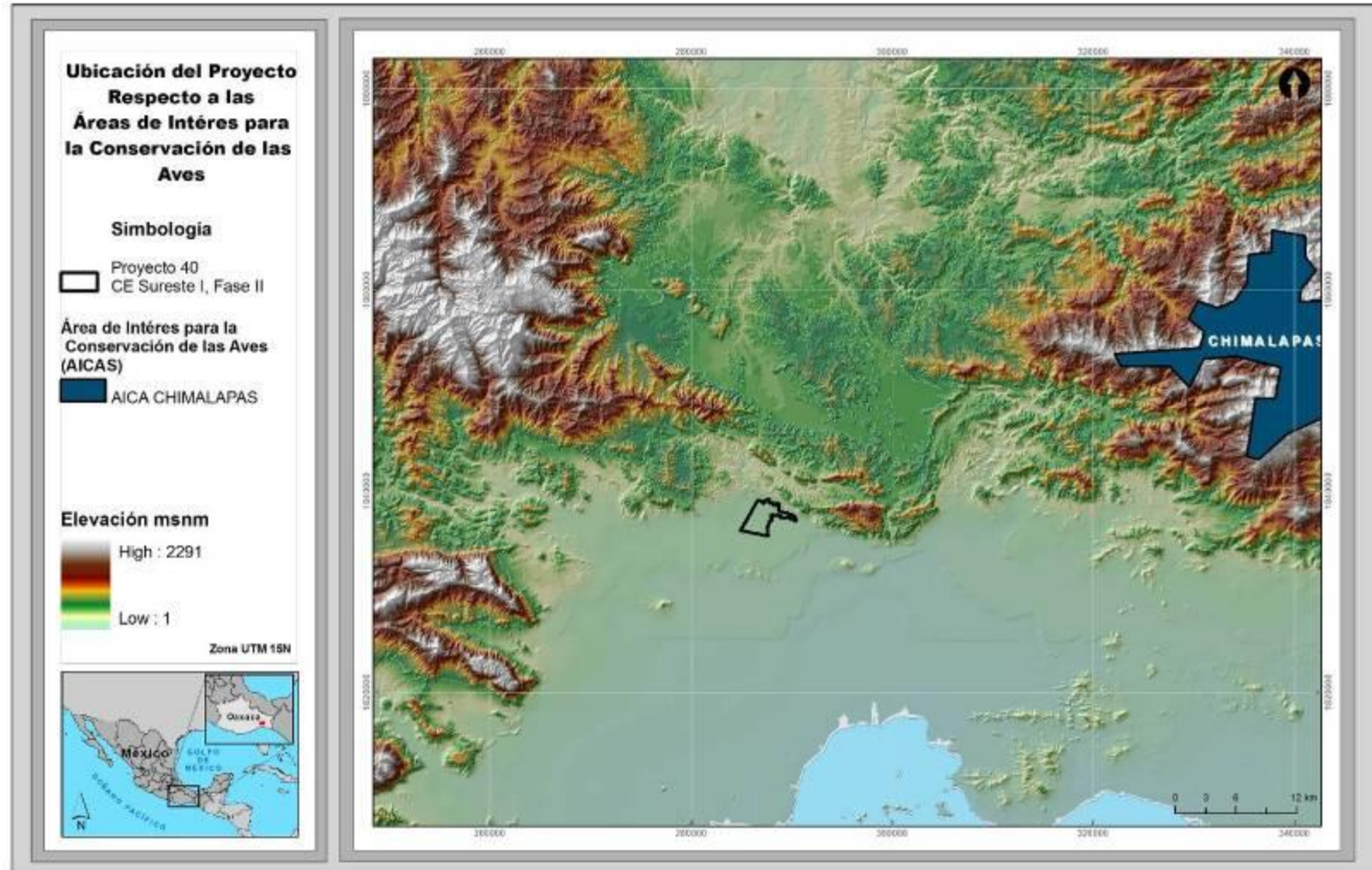
2. Por los límites de usos de suelo existentes y avance de fronteras de perturbación antrópica
3. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.
4. Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.

La delimitación del SAR tiene como objeto definir un espacio finito concordante con la dimensión del proyecto que se valora. Para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se realizó considerando la naturaleza del proyecto, su dimensión, el sitio donde se ubicara, así como sus posibles interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos. Utilizando como método base la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con el software ArcGIS versión 9.3, proyección WGS84, zona UTM 15N, imagen de satélite SPOT 2011 así como el conjunto de datos vectoriales del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) correspondientes a información como hidrología, vías de comunicación, localidades, etc.

La evaluación para la delimitación del SAR se realizó mediante el proceso de fotointerpretación de imagen satelital sobre vectores en el SIG y cuya delimitación implicó diversos pasos o ejercicios que se presentan a continuación:

- I. Se verificó si existe un **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Oaxaca** para utilizar las Unidades de Gestión Ambiental, y se corroboró que no se cuenta con dicho ordenamiento por lo cual no fue posible utilizar esto como criterio para la delimitación del SAR.
- II. Se buscó información de estudios realizados para el estado de Oaxaca en los cuales se haya establecido alguna **zonificación** como instrumento de política ambiental y se corroboró la no existencia de este tipo de instrumentos.
- III. Posteriormente se analizó la ubicación del proyecto respecto a la ubicación de alguna Región Terrestre Prioritaria. Se tienen tres regiones prioritarias, Sierras del norte de Oaxaca-Mixe, Selva Zoque-La Sepultura y Sierra sur y costa de Oaxaca a 24 km de distancia las dos primeras y la última a 44 km de distancia aproximadamente del centro del proyecto, las cuales se encuentran muy retiradas del proyecto y no tienen interacción con este, por lo tanto no es útil este criterio para llevar a cabo la delimitación del SAR (Figura IV-1).

- IV.** Se prosiguió analizando la ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto de algún **Área para la Conservación de las Aves** (AICA) corroborando que el AICA más cercana es el AICA-SE-11- Selva Zoque (Chimalapas-Ocote-Uxpanapa) la cual se encuentra a una distancia aproximada de 40 km del centro del proyecto por lo que no es útil como criterio de delimitación ya que el proyecto no interactúa con esta, (Figura IV-2).



**Figura IV-2. Ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.**

- V. Como siguiente paso se analizó la ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II de posibles **Áreas Naturales Protegidas** (CONABIO) que tuvieran alguna interacción con el proyecto, observándose que al norte del predio se encuentran tres Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC): Zona de Uso Común en Río Verde del Cerro de Tolistoque a una distancia aproximada de 620 m, Zona 1 y 2 del Área de Uso Común a una distancia aproximada de 1.1 km y Zona de Uso Común en Cerro Bandera de la Sierra de Tolistoque a una distancia aproximada de 1 km con respecto al límite norte del predio, las que están consideradas como ANP, y en virtud de la posible transferencia de flujos de materia y energía con la inmediata Sierra de Tolistoque se considera importante considerarlas dentro del SAR por lo que es un factor a considerar para la delimitación del SAR, en conjunto con los que se analicen posteriormente. (Figura IV-3).

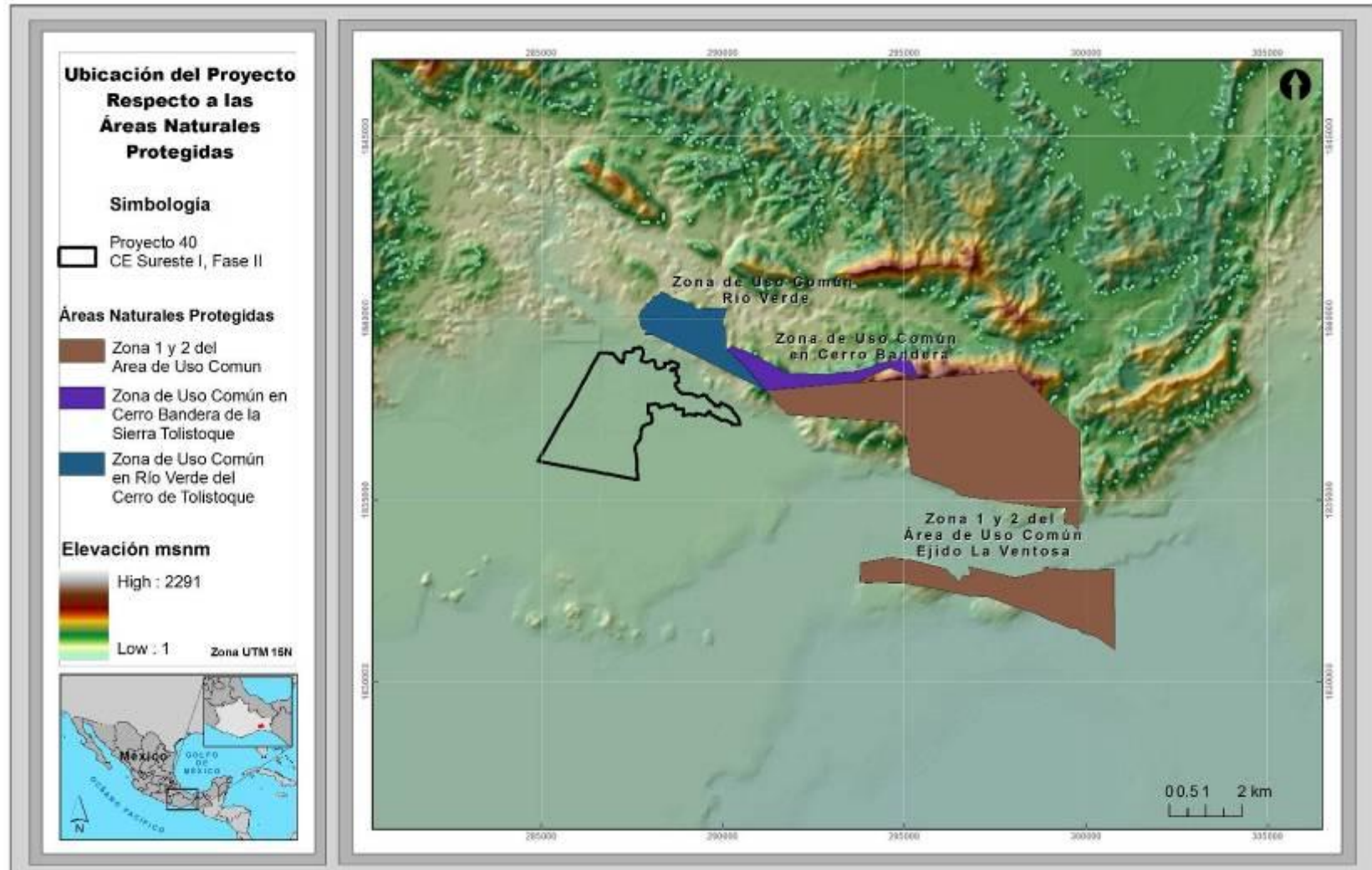


Figura IV-3. Ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

- VI.** Se prosiguió a evaluar la sobreposición del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II con la capa de **Cuencas hidrológicas** para determinar si estas podrían ser de utilidad para poder tomar la zonificación que establece como criterio para delimitar el SAR. De la sobreposición se observó que la Cuenca hidrológica en la cual se encuentra ubicado el proyecto es la “Cuenca de la Laguna Superior e Inferior”, la cual al llevar acabo el análisis de la sobreposición del proyecto con la cuenca, en el SIG, se concluye que es muy extensa para los alcances del proyecto, por lo tanto no es un criterio útil para delimitar el SAR (Figura IV-4).



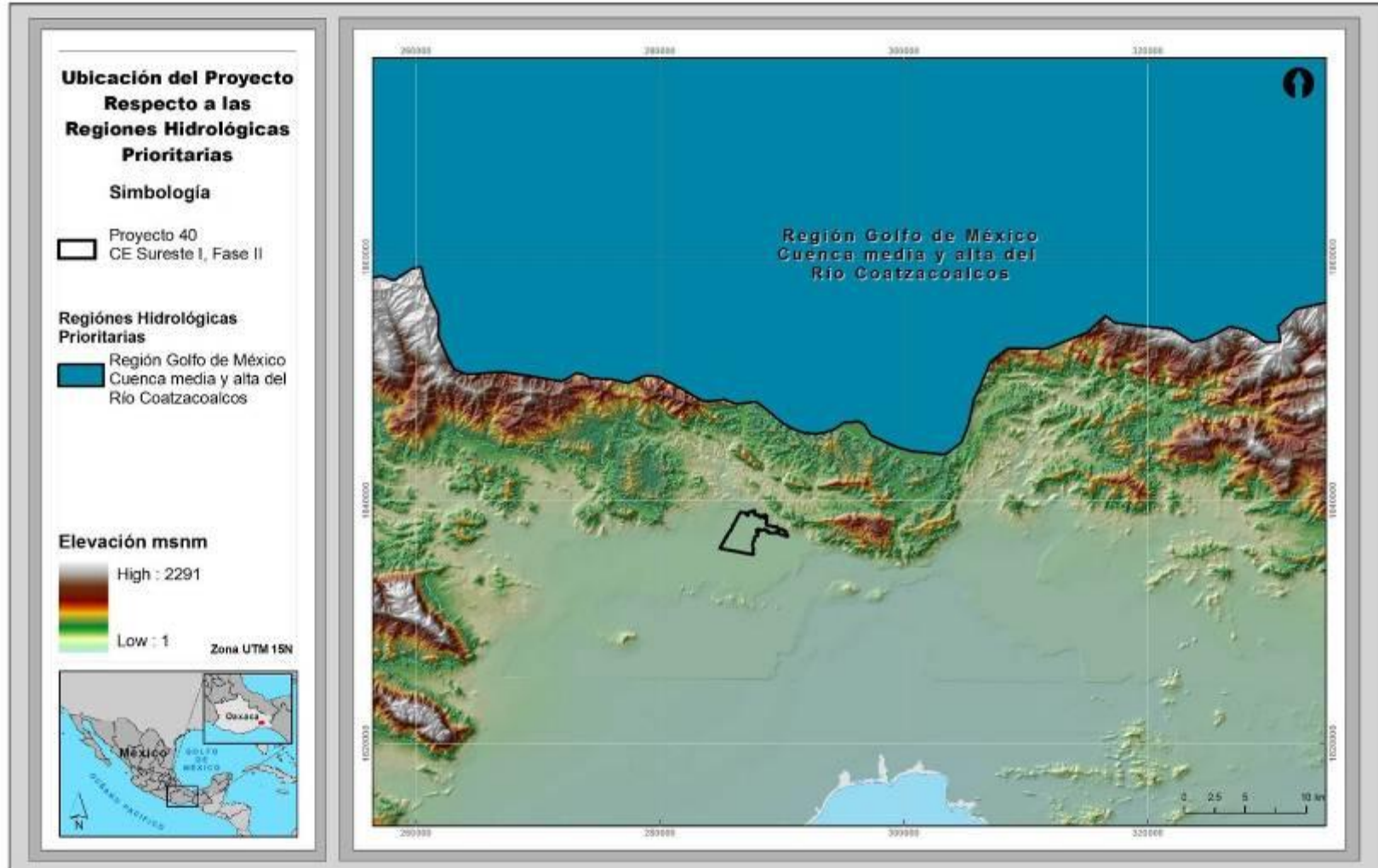


Figura IV-4. Ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

- VII.** Se prosiguió a evaluar la sobreposición del proyecto con la capa de **Cuencas hidrológicas** para determinar si este criterio podría ser de utilidad para poder tomar la zonificación que esta establece como criterio para delimitar el SAR. La Cuenca hidrológica en la cual se encuentra ubicado el proyecto es la Cuenca de la Laguna Superior e Inferior, la cual al llevar acabo el análisis de la sobreposición del proyecto con la cuenca en el SIG, se concluye que es muy extensa para los alcances del proyecto, por lo tanto no es un criterio útil para delimitar el SAR (Figura IV-5).

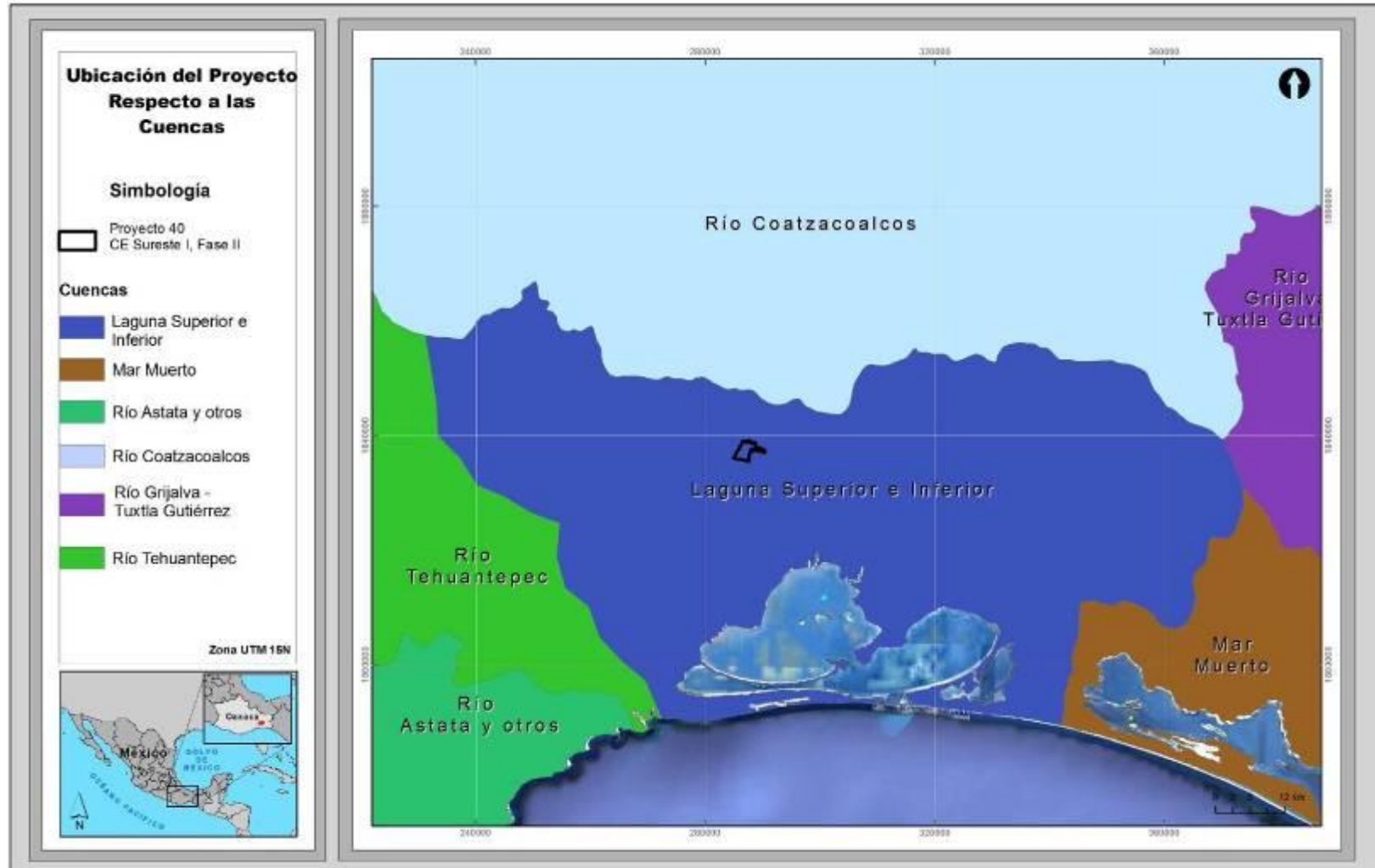


Figura IV-5. Ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto a las Cuencas Hidrológicas.

- VIII.** Posteriormente se procedió a analizar la ubicación del proyecto respecto a las **Subcuencas Hidrológicas** quedando ubicado el proyecto en la subcuenca Espíritu Santo la cual al observar en el SIG su sobreposición con el proyecto, se llegó a la conclusión que también es extensa para el alcance del proyecto, por lo que se determinó que no es un criterio útil para la delimitación del SAR, (Figura IV-6).

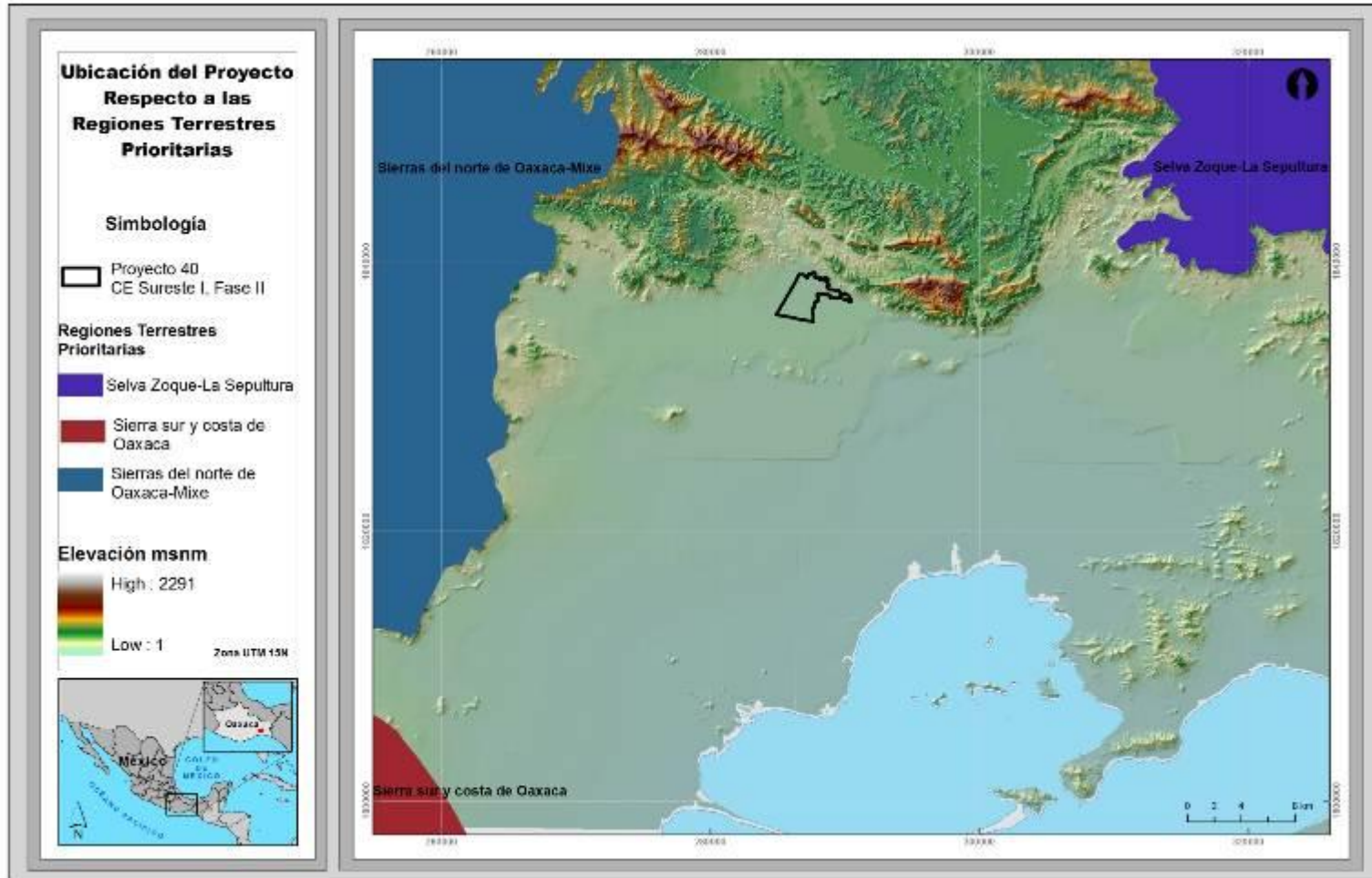


Figura IV-1. Ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

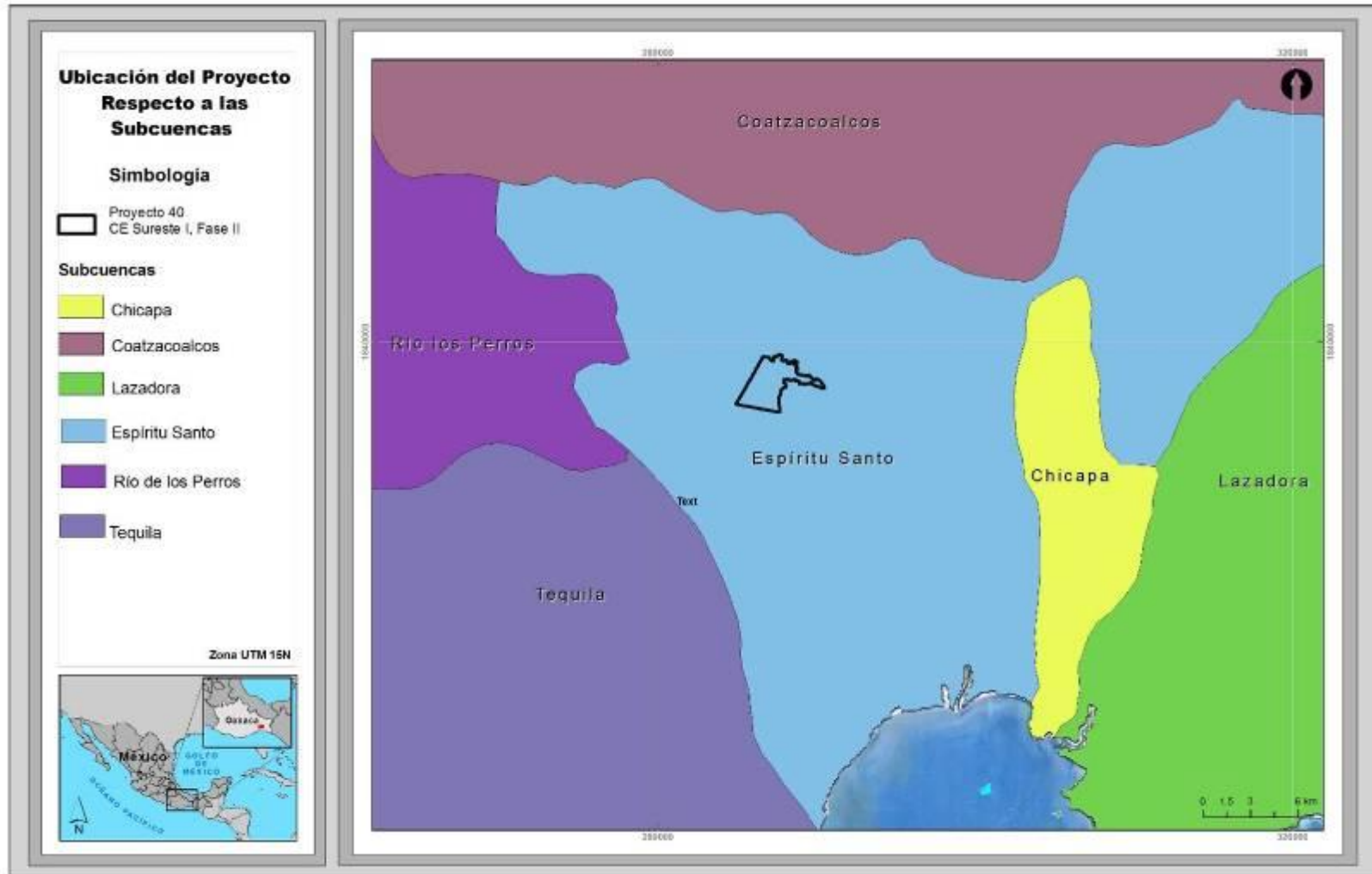


Figura IV-6. Ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II respecto a las Subcuencas Hidrológicas.

**IX.** Descartados los criterios anteriores, se procedió a elaborar **microcuencas** para evaluar la ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II proyecto respecto a las microcuencas resultantes. Para elaborar las microcuencas se empleó el Software ArcMap 9.3 con la extensión Watershed Delineation Tools, se requirió de un Modelo Digital de Elevación, el cual fue obtenido del INEGI, del Continuo de Elevaciones Mexicano versión 2.0 escala 1:50,000 a 30m por píxel. La extensión Watershed Delineation agregó dentro de Arctoolbox y se utilizó la subherramienta Watershed Delineation, en donde se alimenta al programa en primer lugar el MDE y se asignan nombres de archivo a todas las capas raster que se generan en el proceso de la elaboración de las cuencas tales como: watershed (cuencas), stream (corrientes de agua), flow direction (dirección del flujo de agua) y flow accumulation (acumulación del flujo del agua). Se definieron y generaron diversos tamaños de cuencas y se compararon entre sí los resultados, siendo elegido el tamaño de 1000 celdas por ser el que representaba con mayor detalle y sin errores la hidrología generada, lo anterior sirvió de referencia para observar los parteaguas y poder delimitar sin errores las microcuencas (Figura IV-7).

Como se puede observar en la Figura IV-7, esta delimitación de microcuencas establece una barrera física con el parteaguas que existe en la parte norte del predio por lo cual se considera adecuada para la delimitación del SAR, en la parte sur estas microcuencas se extienden hasta desembocar en la laguna Superior, por lo tanto se procedió a hacer un análisis de sobreposición de microcuencas con otros componentes como vías de comunicación, carreteras federales y caminos ejidales, rasgos físicos que funcionan como una barrera física en la parte sur, ya que se ve interrumpida la continuidad de las unidades ambientales debido a estos rasgos.

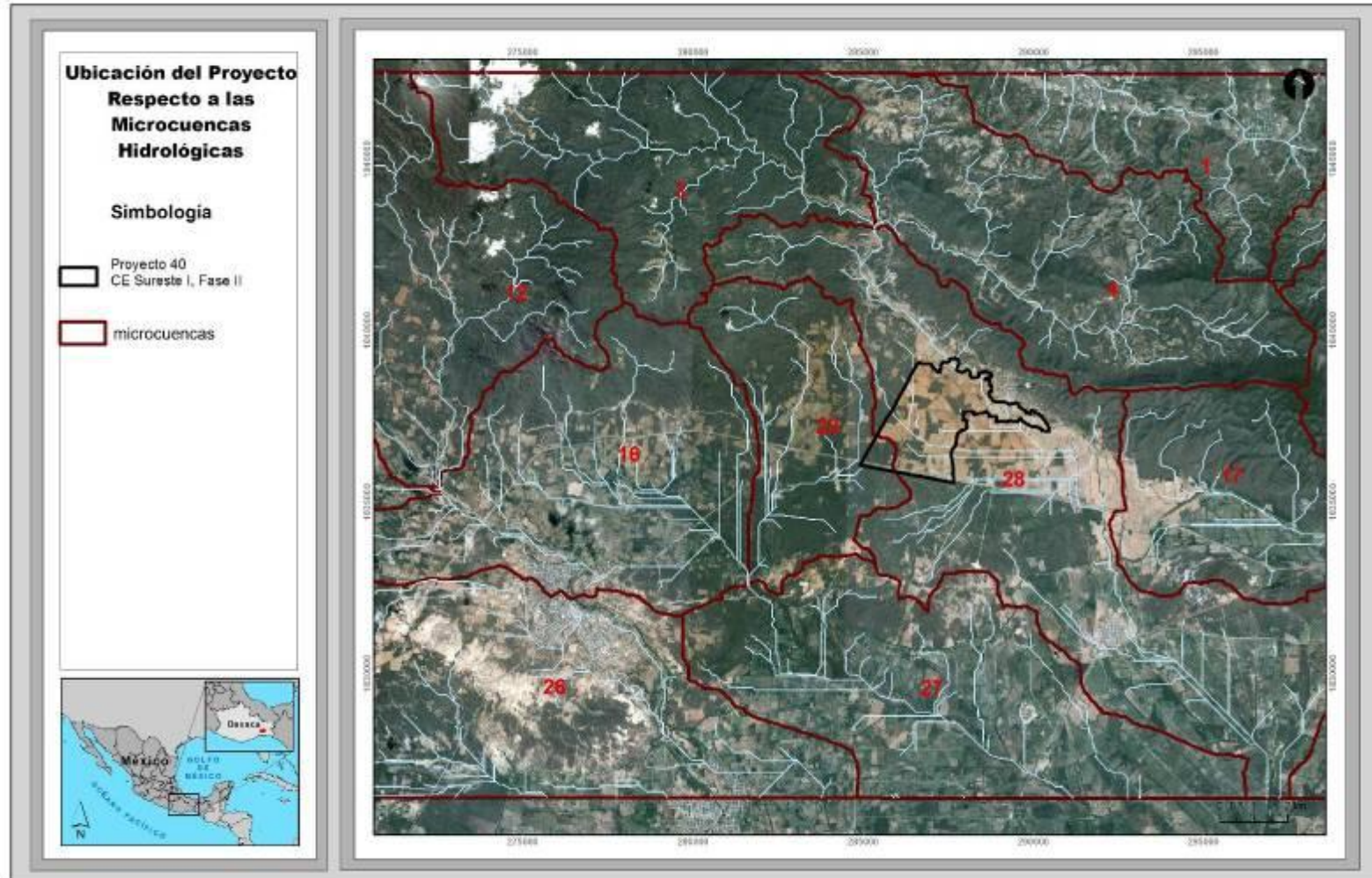
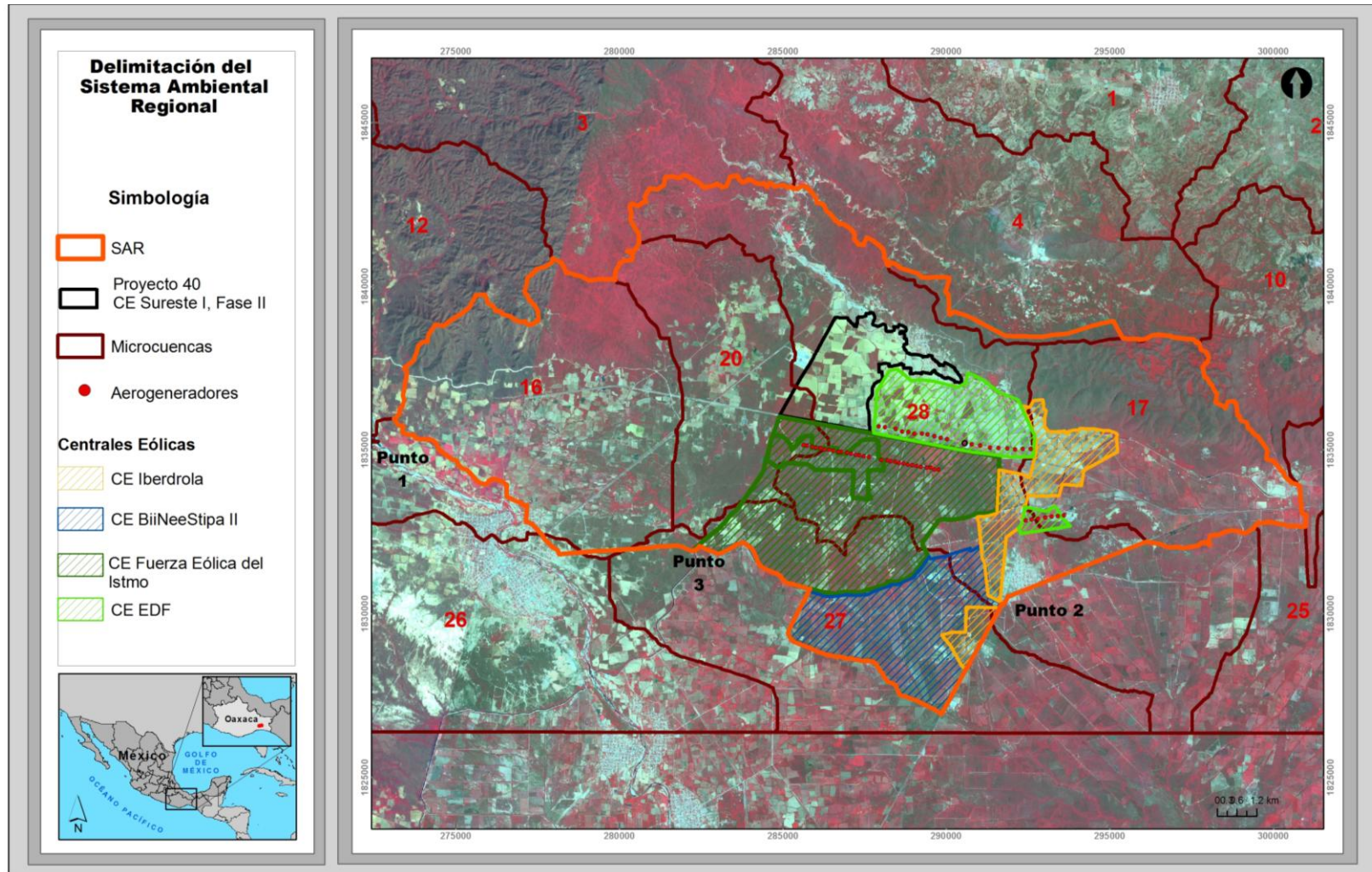


Figura IV-7. Microcuencas para la delimitación del Sistema Ambiental Regional para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.



- X.** Por último, se evalúa el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II al tener interacción con otros proyectos similares, se observa que las obras del proyecto son a nivel puntual, es decir el impacto que genera es a nivel del polígono del proyecto, como se menciona en el Capítulo II, difícilmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generaran impactos que salgan del polígono de proyecto, por lo que no se identifica una sinergia con proyectos contiguos en esta etapa, mientras que en la etapa de operación, con base en análisis preliminar para la distribución de la infraestructura del arreglo del proyecto, se prevé cierta interacción sobre los componentes avifauna y quirópteros a nivel regional, con base en la ubicación del proyecto, la condición de la vegetación del polígono de proyecto así como su vecindad inmediata, así mismo la infraestructura de los parques eólicos vecinos que es de mayor altura que los aerogeneradores a utilizar en el proyecto 40 CE Sureste I Fase II se identifica existirá una interacción limitada, y en consecuencia una menor afectación en el medio natural, por esta interacción limitada se considera como un criterio para la delimitación del SAR.

Al hacer el ensamble de la microcuenca con las vías de comunicación, como carreteras y caminos ejidales, y centrales eólicas se observó que las microcuencas número 16, 20 y 28 unidas establecen una barrera física al norte del predio por lo cual se hizo una unión de estas tres microcuencas para establecer el límite de la parte norte iniciando en el punto 1, siguiendo el límite fusionado de las tres microcuencas considerando el parteaguas, y bajando en la parte este con el límite de la microcuenca hasta llegar al punto 2, en la parte sureste del predio se observa que se encuentran ubicadas centrales eólicas que se consideran como un criterio para delimitar el SAR debido a la sinergia que se infiere se genera entre éstas con el establecimiento del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, entonces de manera individual varios efectos pueden sumarse y ocasionar un efecto mayor en etapa de operación. Dado lo anterior, del punto 2 al punto 3 se consideran los parques eólicos aledaños al Proyecto 40 CE Sureste I Fase II para delimitar la parte sureste del SAR. Posteriormente en la parte suroeste se encuentra un camino ejidal que conecta al límite de la microcuenca en el punto 1 y el cual también funciona como barrera física como se observa en la Figura IV-8



**Figura IV-8. Delimitación del SAR del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Como resultado del procedimiento descrito anteriormente, el Sistema Ambiental Regional para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II queda delimitado por un polígono irregular con una superficie de 23 032.61 ha como se muestra en la Figura IV-9.

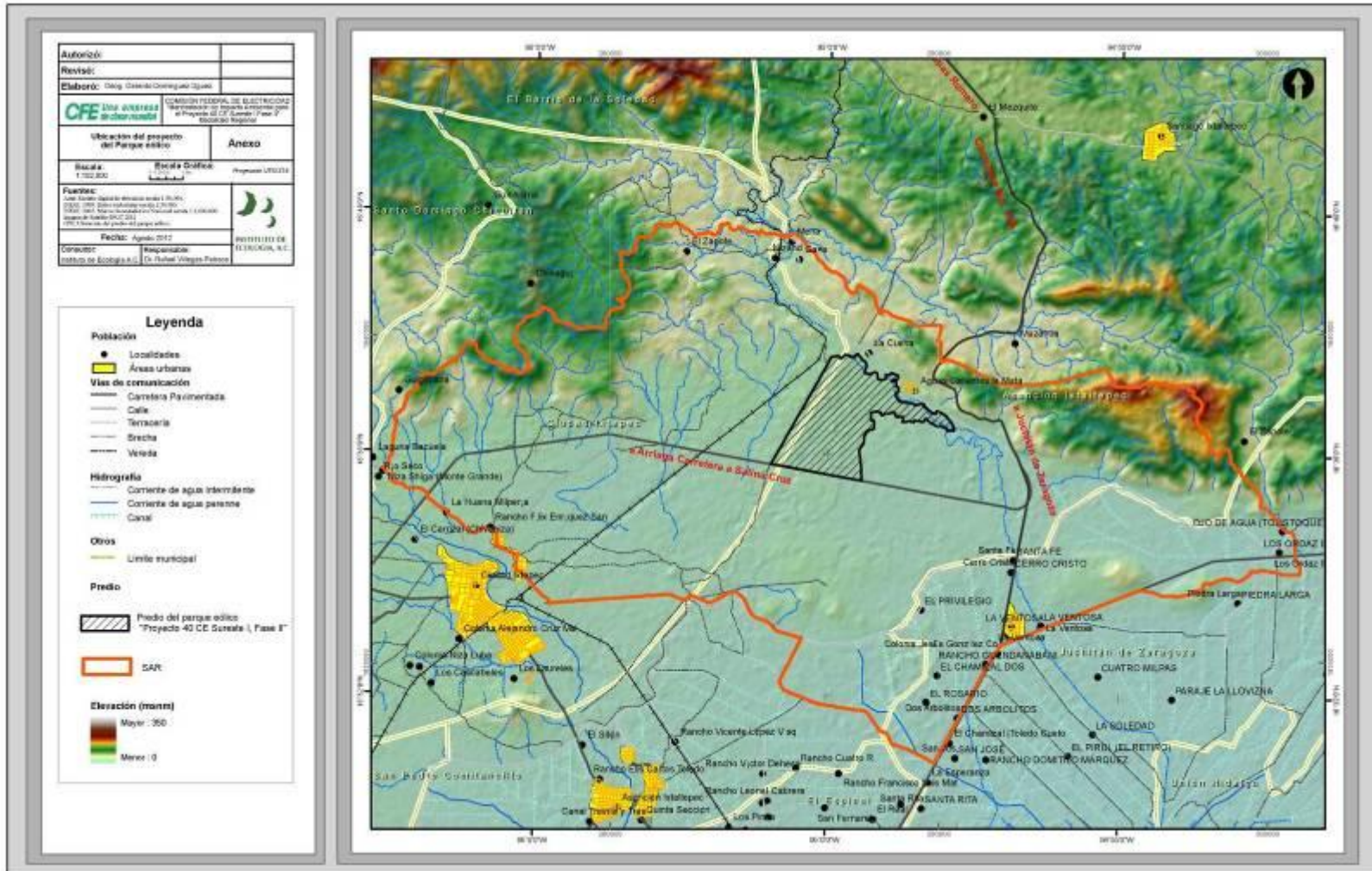


Figura IV-9. Delimitación del Sistema Ambiental Regional para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

### IV.1.3 Área de Influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II

Para la delimitación del Área de Influencia se tomó en consideración los límites y dimensión del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II y sus obras que incluyen la instalación de 68 aerogeneradores (zapatas, plataformas de maniobras y equipos), cinco torres anemométricas, caminos interiores, cunetas, buses, cuarto de control, subestación eléctrica, oficinas de operación, fosa séptica y almacenes, obras que se describen en el Capítulo II del presente documento y que se desarrollarán en la superficie del polígono del proyecto. Por lo que se prevé que los impactos que se generaran por la ejecución del proyecto 40 CE Sureste I Fase II **son puntuales** y no tienen una interacción con componentes ambientales fuera del polígono de proyecto. Aunado a lo anterior se consideró que el polígono del proyecto se encuentra rodeado por barreras físicas, que se estima minimiza una interacción regional con impactos acumulativos con otras centrales eoloeléctricas aledañas al proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Por lo anterior, Área de Influencia queda delimitada por el polígono del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, (Figura IV-10).

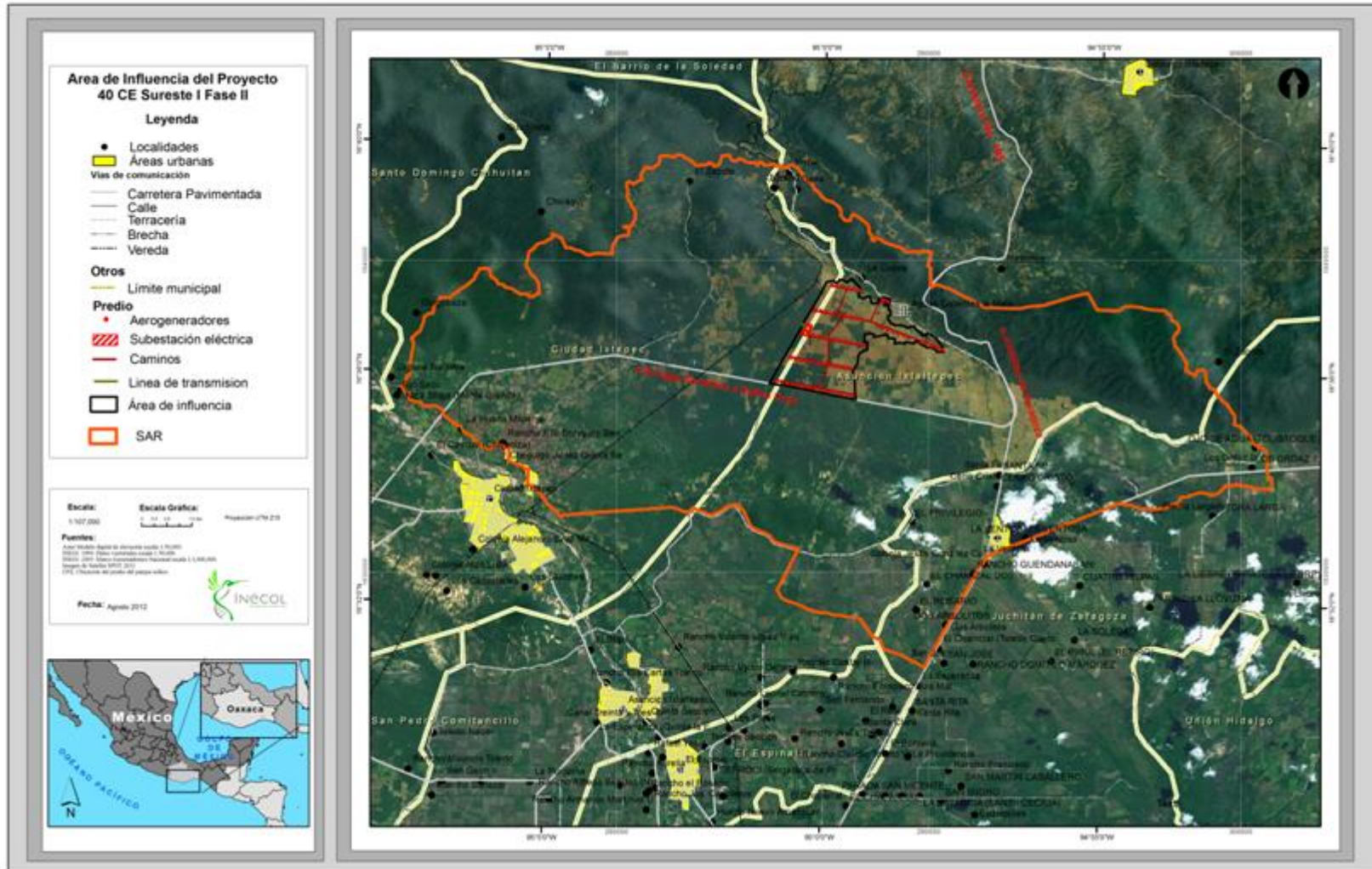


Figura IV-10. Área de Influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

## **IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)**

### **IV.2.1 Aspectos abióticos**

#### **IV.2.1.1 Clima**

En esta sección se presenta una descripción del clima en la región del Istmo de Tehuantepec, en donde se localiza el área de influencia y el SAR del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.

A partir de las normales climatológicas 1941-1970, 1961-1990 y 1971-2000 (CONAGUA, 1980, 2007 y 2010, respectivamente), se localizaron siete estaciones climatológicas que operan o han operado en un radio de 30 km alrededor del sitio en que se desarrollará el Proyecto, de las cuales se analizaron los datos de cuatro (de las que se dispone de Normales Climatológicas), que se utilizan para gráficas y realizar la descripción de la climatología de la región: Ciudad Ixtepec, Juchitán de Zaragoza, Chicapa, y Santiago Chivela (Asunción Ixtaltepec Cuadro IV-1, Anexo IV.2).

Las normales provisionales 1961-1990 incluyen temperatura y precipitación media y máxima, número de días con precipitación, tormentas eléctricas, granizo y niebla, mientras que las normales 1941-1970 y 1971-2000 también cuentan con precipitación máxima en 24 horas, evaporación, número de días despejados, medio nublados y nublados, con rocío y heladas. Los datos de las estaciones seleccionadas, así como algunos de los gráficos analizados fueron validados por medio del sistema de consulta en disco compacto ERIC III, del IMTA (2006).

#### **Tipo de clima**

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), el clima de la área de influencia y SAR, se considera como cálido Aw, subhúmedo (Anexo IV.2), con régimen de lluvias de verano, con pequeñas variaciones entre las estaciones en la oscilación térmica, que se considera de isotermal a poca oscilación térmica.

**Cuadro IV-1. Ubicación de las estaciones climatológicas**

Estación		Localidad	Latitud N	Longitud W	Altitud (msnm)	Años registro
Conabio	CNA					
20-047	20048	Juchitán de Zaragoza	16° 26' 03"	95° 01' 03"	46	63
20-024	20027	Chicapa	16° 34' 24"	94° 48' 22"	30	51
-	20134	Santiago Chivela (Asunción Ixtaltepec)	16° 42' 40"	94° 59' 42"	180	25
20-038	20039	Cd. Ixtepec	16° 33' 32"	95° 06' 02"	1200	57

- Juchitán de Zaragoza, Oax. **Aw0(w)(i')gw"**. (García, 1997). Muy cálido(Temperatura media superior a 26° C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo (cociente P/T menor que 43.2, el más seco de los subhúmedos); con régimen de lluvias de verano. Isothermal (oscilación menor de 5°C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio)y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).
- Chicapa y Cd. Ixtepec, Oaxaca. **Aw0(w)igw"**. (García, 1997). Muy cálido(Temperatura media superior a 26°C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo (cociente P/T menor que 43,2, el más seco de los subhúmedos); con régimen de lluvias de verano. Tiene poca oscilación térmica(entre 5° y 7°C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio)y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).
- Santiago Chivela (Asunción Ixtaltepec), Oaxaca. **Aw1(w)(i')gw"**.Muy cálido(Temperatura media superior a 26°C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo intermedio; con régimen de lluvias de verano. Tiene poca oscilación térmica(entre 5° y 7°C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio)y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).

### Radiación solar

En la Figura IV-11 se muestra la proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16° de latitud norte, correspondiente a la ubicación aproximada del SAR, mientras que en el Cuadro IV-2 y Figura IV-12, aparece la irradiación solar global horaria, derivada del satélite meteorológico GOES, para la ciudad de Oaxaca, Oaxaca.

Cuadro IV-2. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del Satélite GOES (MJ/m<sup>2</sup>). Tomado de CFE (2000).

MES	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	Suma	Promedio
Ene	0,00	0,44	1,07	1,70	2,17	2,42	2,42	2,19	1,79	1,21	0,41	15,82	1,44
Feb	0,00	0,47	1,14	1,81	2,32	2,60	2,62	2,43	2,09	1,59	0,82	17,89	1,63
Mar	0,00	0,73	1,41	2,04	2,54	2,83	2,88	2,71	2,38	1,87	1,00	20,39	1,85
Abr	0,00	1,05	1,84	2,51	3,01	3,28	3,28	3,04	2,61	2,01	1,13	23,76	2,16
May	0,17	0,92	1,51	2,00	2,34	2,48	2,41	2,17	1,85	1,45	0,81	18,11	1,65
Jun	0,11	0,59	1,48	2,06	2,29	2,35	2,35	2,23	1,85	1,20	0,88	17,39	1,58
Jul	0,00	0,61	1,23	1,67	1,91	2,00	1,97	1,84	1,57	1,16	0,74	14,70	1,34
Ago	0,00	0,70	1,31	1,77	2,07	2,20	2,17	1,98	1,66	1,24	0,76	15,86	1,44
Sep	0,00	0,51	1,01	1,40	1,63	1,72	1,68	1,53	1,28	0,92	0,47	12,15	1,10
Oct	0,00	0,86	1,48	2,00	2,38	2,54	2,44	2,17	1,81	1,30	0,20	17,18	1,56
Nov	0,00	0,82	1,51	2,14	2,59	2,77	2,66	2,32	1,85	1,20	0,00	17,86	1,62
Dic	0,00	0,59	1,17	1,74	2,19	2,43	2,40	2,14	1,69	1,03	0,00	15,38	1,40

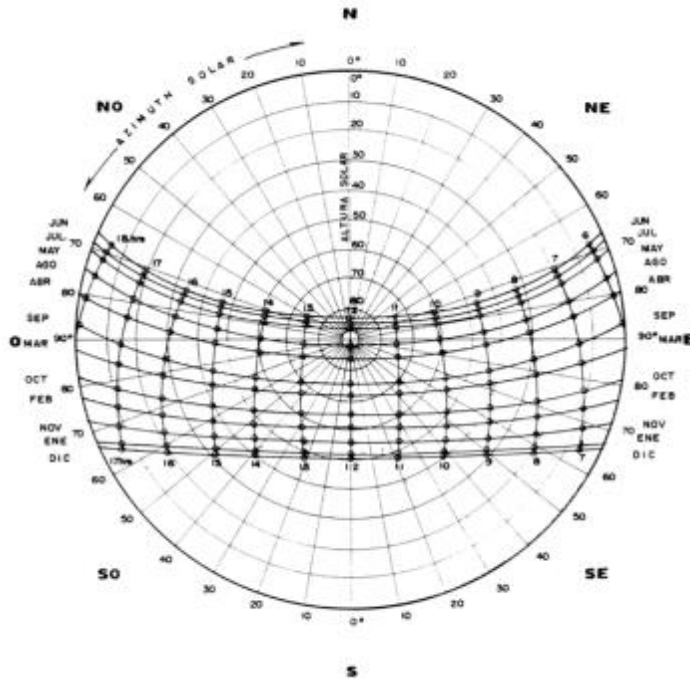


Figura IV-11. Proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16° de latitud norte (Tomado de Hernández *et al*; 1991).



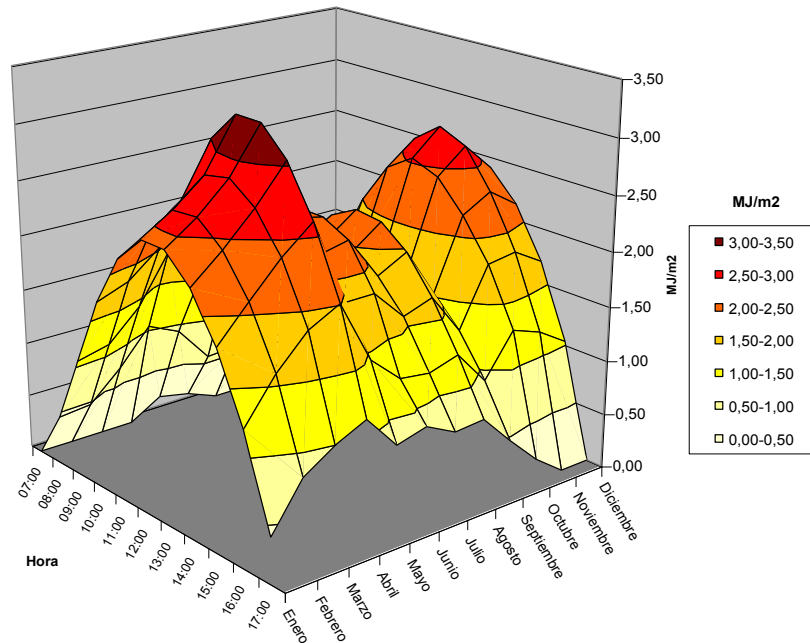
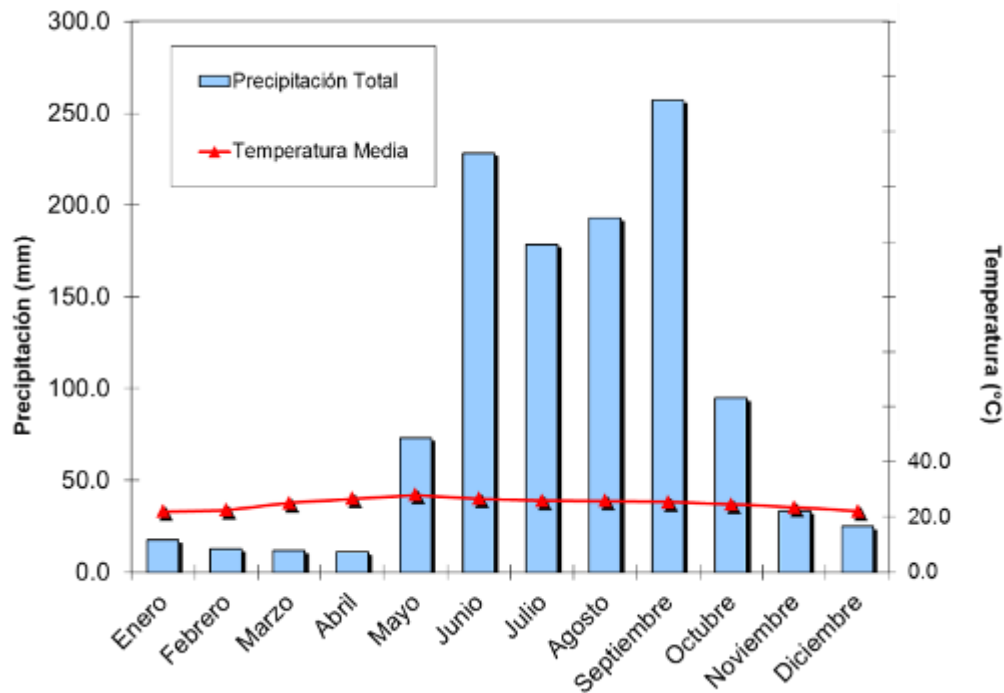


Figura IV-12. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del satélite GOES.

### Temperatura

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el clima de la región se considera como muy cálido subhúmedo (Aw), con temperatura media anual superior a los 26 °C y la temperatura media del mes más frío nunca inferior a los 18° C (Figura IV-13)

El climograma o gráfica ombrotérmica que se presenta en la Figura IV-13 indica mediante una relación empírica ampliamente usada en climatología, que durante los meses de noviembre y diciembre, y de enero a abril del siguiente año, las temperaturas pueden ser relativamente altas, y se consideran los meses más secos del año. Durante esos meses se considera que hay un déficit hídrico.



**Figura IV-13. Climograma. Estación 20134, Santiago Chivela (Ixtaltepec), Oaxaca. 1971-2000.**

La marcha anual de la temperatura es de tipo Ganges, porque las temperaturas máximas mensuales se presentan usualmente antes del solsticio de verano, que ocurre en junio (Figura IV-14).

Las temperaturas máximas extremas de la región son del orden de los 40°C y 41°C, y pueden presentarse de marzo a agosto; mientras que las temperaturas mínimas extremas en la región son del orden de los 7°C, y se han dado en el mes de diciembre.

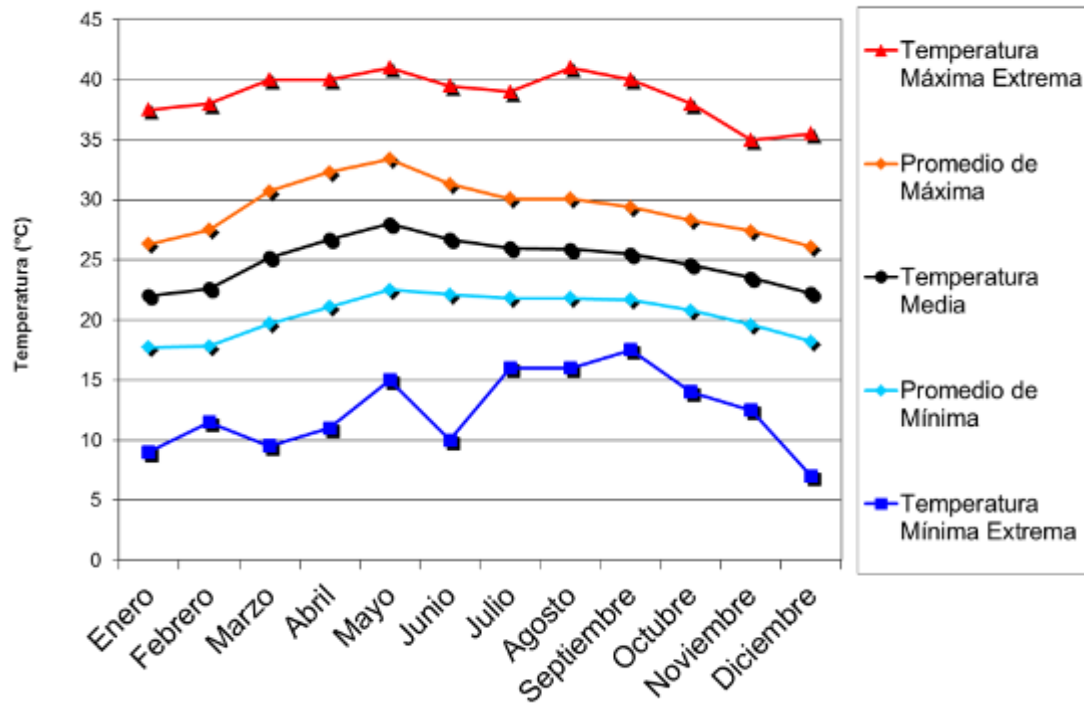
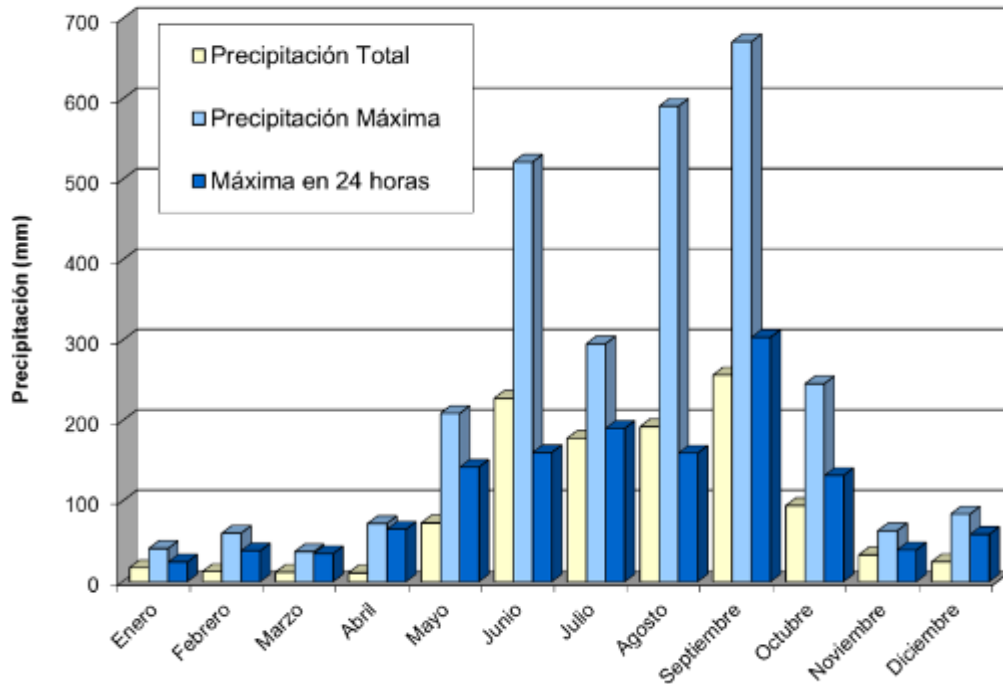


Figura IV-14. Marcha anual de la temperatura. Estación 20134, Santiago Chivela (Ixtaltepec), Oaxaca. 1971-2000.

### Precipitación

El tipo de clima de la región se considera como subhúmedo con lluvias en verano. Presenta cuando menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad cálida del año, lo que significa que la precipitación media mensual varía considerablemente entre las temporadas lluviosa y seca, con valores medios que van de los 1,1 mm en enero a los 201,1 mm en septiembre, en Asunción Ixtaltepec (Figura IV-15).

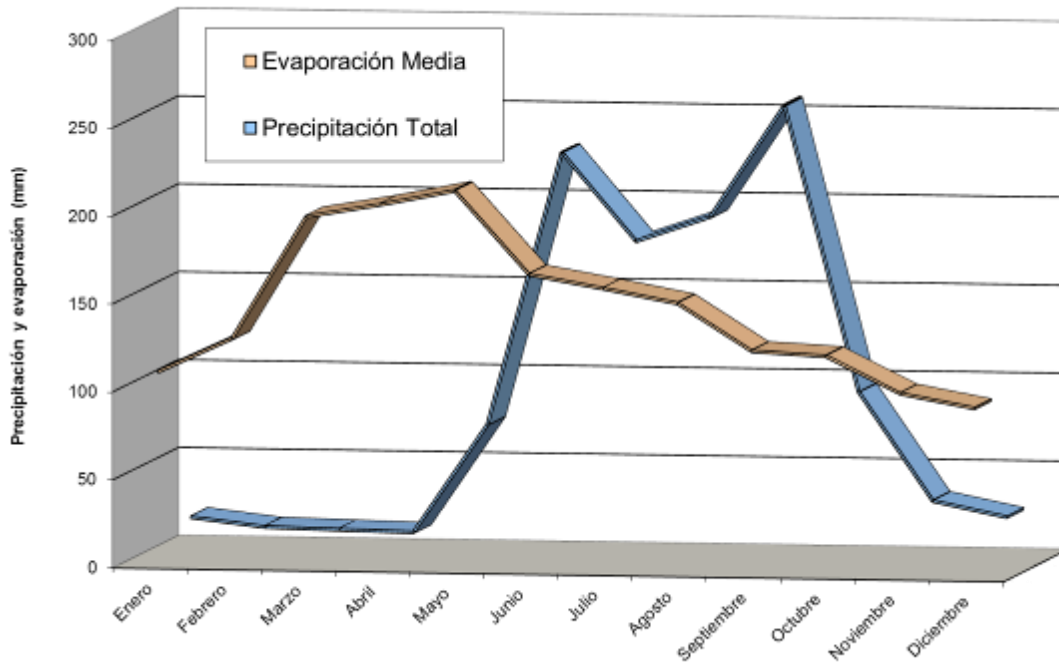
La precipitación media anual de la región es de 823,9 mm en Asunción Ixtaltepec. Sin embargo, las precipitaciones máximas mensuales históricas han alcanzado cifras muy superiores a las medias.



**Figura IV-15. Precipitación media y máxima en 24 horas. Estación 20134, Santiago Chivela (Ixtaltepec), Oaxaca. 1971-2000.**

### Balance hídrico

Se presenta un balance gráfico simple entre la precipitación y la evaporación en la región, que muestra la condición de subhúmedo del clima de la región. Hay una disminución en la evaporación media durante los meses de máximas precipitaciones, junio y septiembre, al igual que se observa el incremento relativo de la evaporación media durante la canícula o sequía intraestival, que ocurre en los meses intermedios de la temporada lluviosa, es decir, julio y agosto. En la Figura IV-16 se muestra este balance gráfico simple, correspondiente a la localidad de Unión Hidalgo, Oaxaca (CONAGUA, 1980).

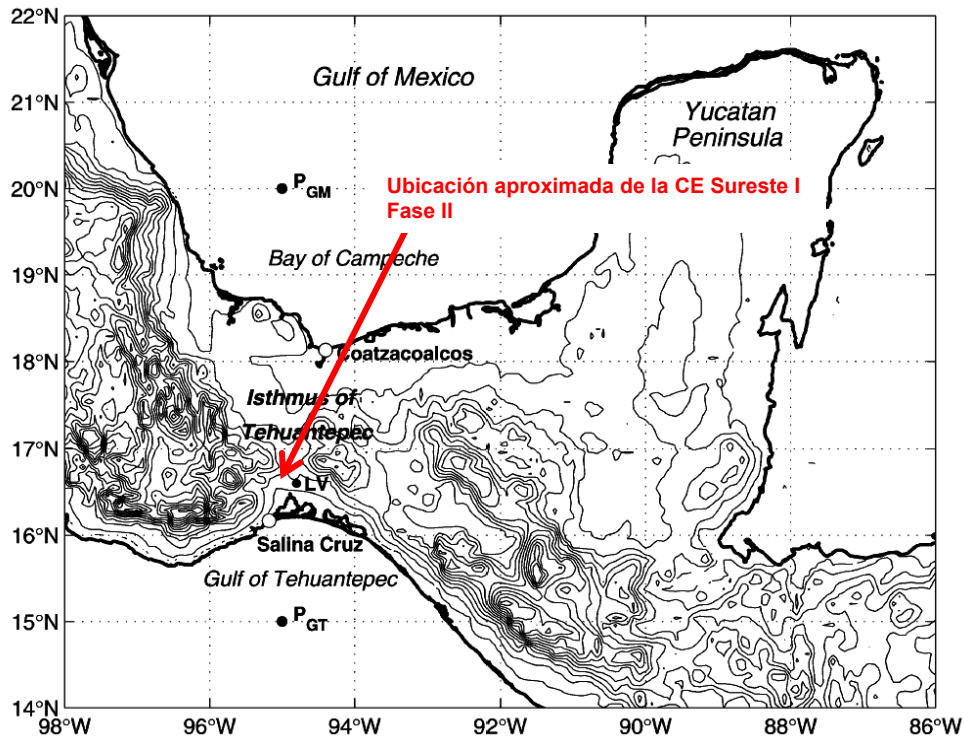


**Figura IV-16. Balance hídrico simple. Estación 20134, Santiago Chivela (Ixtaltepec), Oaxaca. 1971-2000.**

### Vientos

El proceso que genera el constante flujo de viento, así como los vientos conocidos como Nortes o Tehuanos en el Istmo de Tehuantepec se relaciona con el gradiente de alta presión atmosférica relativamente alta en el Golfo de México, en relación con la presión atmosférica en el Golfo de Tehuantepec, el cual es parcialmente obstaculizado por las barreras naturales que conforman la Sierra Madre Oriental, el extremo Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre de Chiapas (Figura IV-17).

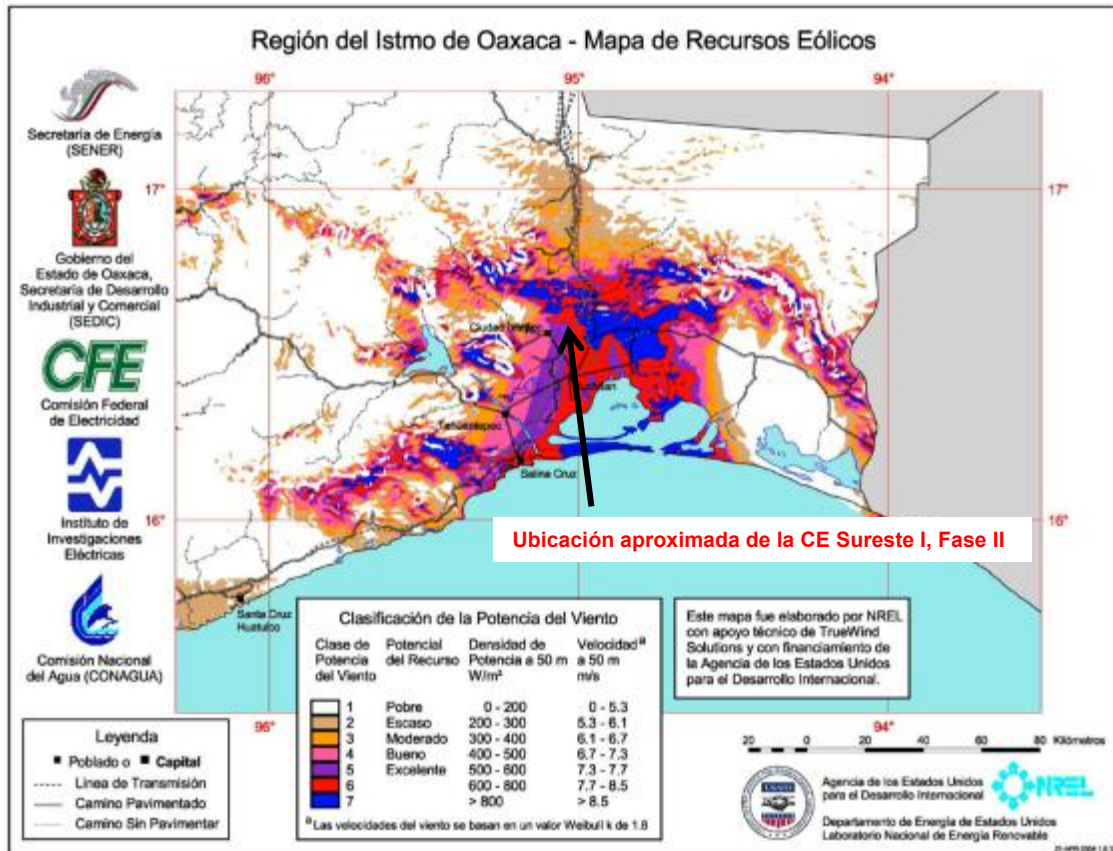
Esta barrera es rota por el denominado Paso Chivela, una estrecha franja de baja altitud, que corre en dirección Norte-Sur en el Istmo de Tehuantepec, lo que puede provocar que los vientos alcancen con facilidad los 20 m/s (72 km/h), con rachas de 60 m/s (216 km/h) en las inmediaciones de La Ventosa, Oaxaca, al Norte de la Laguna Superior.



**Figura IV-17. Istmo de Tehuantepec. Las primeras dos líneas de contorno corresponden a los 50 y 200 m, respectivamente; las subsiguientes son a cada 250 m (De Romero-Centeno et al, 2003).**

Debido a este potencial eólico, los vientos de la región han sido estudiados ampliamente; en un esfuerzo conjunto de múltiples empresas, instituciones y dependencias gubernamentales, de México y Estados Unidos, se ha generado un Mapa de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca, que brinda información sobre la velocidad del viento y de la capacidad potencial de generación de energía eléctrica por medio del viento a 50 m de altura, en el estado de Oaxaca, y particularmente en el área del Istmo.

En la Figura IV-18 se presenta la clasificación de la potencia del viento en el Istmo, a una altura de 50 m sobre el nivel del terreno (Elliot et al, 2004), donde se aprecia que el mayor potencial eólico se concentra alrededor de las Lagunas Superior e Inferior, en el área comprendida entre los 16° y los 17° de Latitud Norte, y los 94° y 96° de Longitud Oeste.



**Figura IV-18. Mapa de Recursos Eólicos de la Región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. (Tomado de Elliot *et al*, 2004).**

En la Figura IV-19 se presenta una gráfica tipo rosa de vientos de la localidad de La Venta, Oaxaca, al oriente de la ubicación del Proyecto 40 CE Sureste I. Esta gráfica fue elaborada a partir de los valores horarios de dirección y velocidad del viento de 1999. La frecuencia de valores horarios con vientos del norte es la más alta en todos los intervalos de velocidades, con un total del 56,1 % de los registros totales de ese año; incluyendo un 38,6% de registros de todo el año con vientos del norte superiores a los 10 m/s (CFE, 2003). Sólo se presentaron 5,5 % de calmas durante el periodo referido, y las frecuencias sumadas de las calmas y los vientos inferiores a 3 m/s sólo alcanzan 26,1 % en ese año. El resto de las frecuencias pueden consultarse en el Cuadro IV-3.

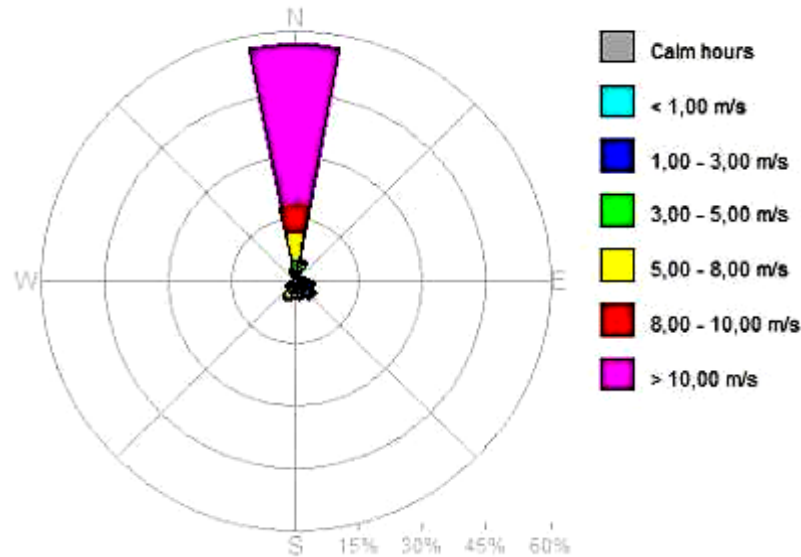


Figura IV-19. Rosa de vientos anual, Estación La Venta 1999 (CFE, 2003).

Cuadro IV-3. Frecuencias de dirección y velocidad del viento en La Venta, 1999. (CFE, 2003).

Dirección	Grados	Frecuencia por intervalo de velocidades						Total
		< 1 m/s	1 - 3 m/s	3 - 5 m/s	5 - 8 m/s	8 - 10 m/s	> 10 m/s	
N	0	0,49%	1,38%	2,70%	6,66%	6,29%	38,58%	<b>56,10%</b>
NNE	22,5	0,47%	1,41%	1,45%	0,84%	0,25%	0,75%	<b>5,16%</b>
NE	45	0,36%	0,58%	0,24%	0,06%	0,00%	0,00%	<b>1,24%</b>
ENE	67,5	0,45%	0,47%	0,09%	0,02%	0,00%	0,00%	<b>1,03%</b>
E	90	0,74%	0,93%	0,33%	0,06%	0,00%	0,00%	<b>2,05%</b>
ESE	112,5	0,86%	1,76%	0,93%	0,48%	0,18%	0,01%	<b>4,22%</b>
SE	135	0,73%	2,39%	1,17%	0,28%	0,16%	0,56%	<b>5,28%</b>
SSE	157,5	0,36%	1,35%	1,01%	0,49%	0,00%	1,05%	<b>4,26%</b>
S	180	0,41%	0,95%	1,24%	0,98%	0,03%	0,00%	<b>3,60%</b>
SSW	202,5	0,37%	0,96%	1,70%	1,32%	0,06%	0,23%	<b>4,64%</b>
SW	225	0,40%	0,78%	0,83%	0,64%	0,00%	0,00%	<b>2,64%</b>
WSW	247,5	0,33%	0,61%	0,05%	0,02%	0,00%	0,00%	<b>1,01%</b>
W	270	0,16%	0,10%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0,28%</b>
WNW	292,5	0,06%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0,08%</b>
NW	315	0,15%	0,07%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0,24%</b>
NNW	337,5	0,16%	0,45%	0,30%	0,48%	0,30%	1,01%	<b>2,69%</b>
<b>Total</b>		<b>6,48%</b>	<b>14,20%</b>	<b>12,07%</b>	<b>12,31%</b>	<b>7,26%</b>	<b>42,18%</b>	<b>94,50%</b>
							<b>Calmas</b>	<b>5,50%</b>



## Eventos extremos

El término genérico de Ciclón Tropical se usa para designar una inestabilidad atmosférica asociada a un área de baja presión, que propicia vientos convergentes en superficie, que fluyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se origina sobre aguas tropicales o subtropicales y se clasifica por la intensidad de sus vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

El Golfo de Tehuantepec es una de las regiones generadoras de ciclones tropicales que afectan a México. Se activa generalmente durante la última semana de mayo. Las perturbaciones atmosféricas que surgen en esta época tienden a viajar hacia el oeste, alejándose del estado de Oaxaca y del país; los eventos generados a partir del mes de julio, describen una parábola paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar a tierra, en diferentes puntos de la costa del Pacífico y del Golfo de California (Unisys, 2007).

Sin embargo, la entrada de ciclones a la entidad no es muy frecuente (aunque incrementan la cantidad de lluvia recibida en la costa del Istmo). Comúnmente estos fenómenos se desplazan rápidamente hacia el este y el noroeste después de formarse o mientras se consolidan, por lo que se considera que la entidad presenta una intensidad moderada en la frecuencia de ciclones tropicales. En las Figura IV-20 y Figura IV-21 se presentan las trayectorias de los ciclones tropicales de la región Pacífico Este en 2006 y 2009, respectivamente, donde se aprecia el área ciclogénica del Istmo de Tehuantepec y las trayectorias de las tormentas tropicales, alejándose del Istmo (Unisys, 2007 y 2010).

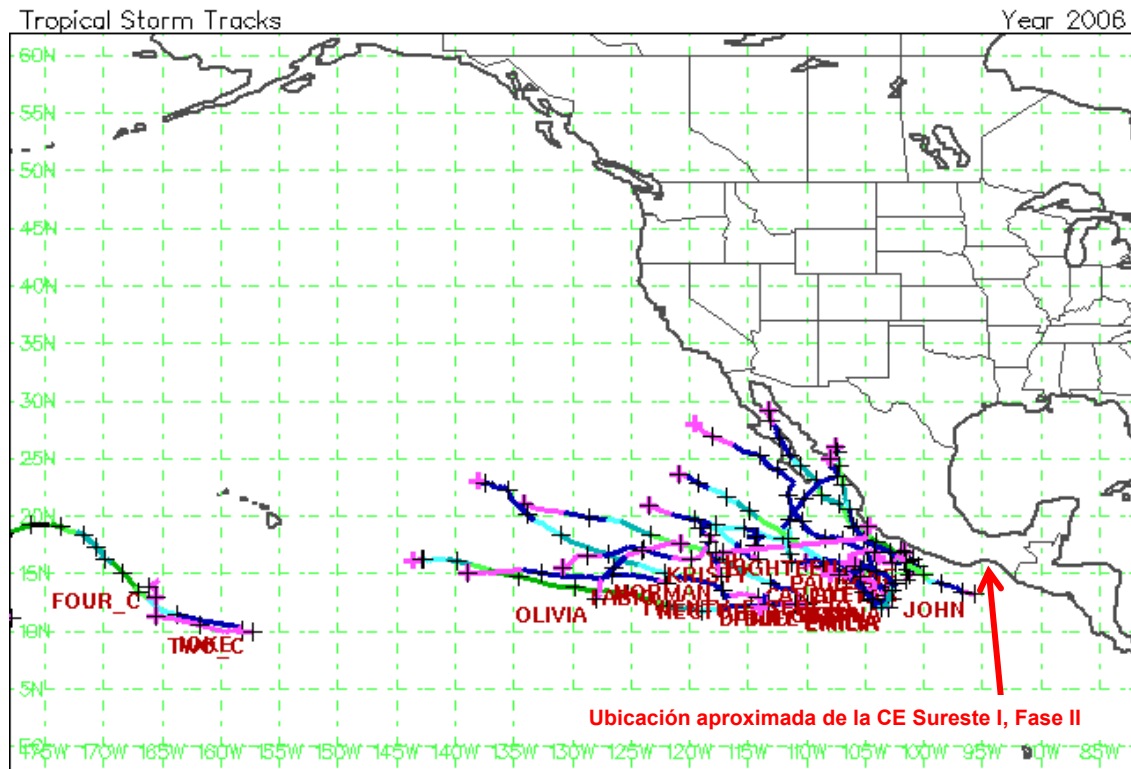
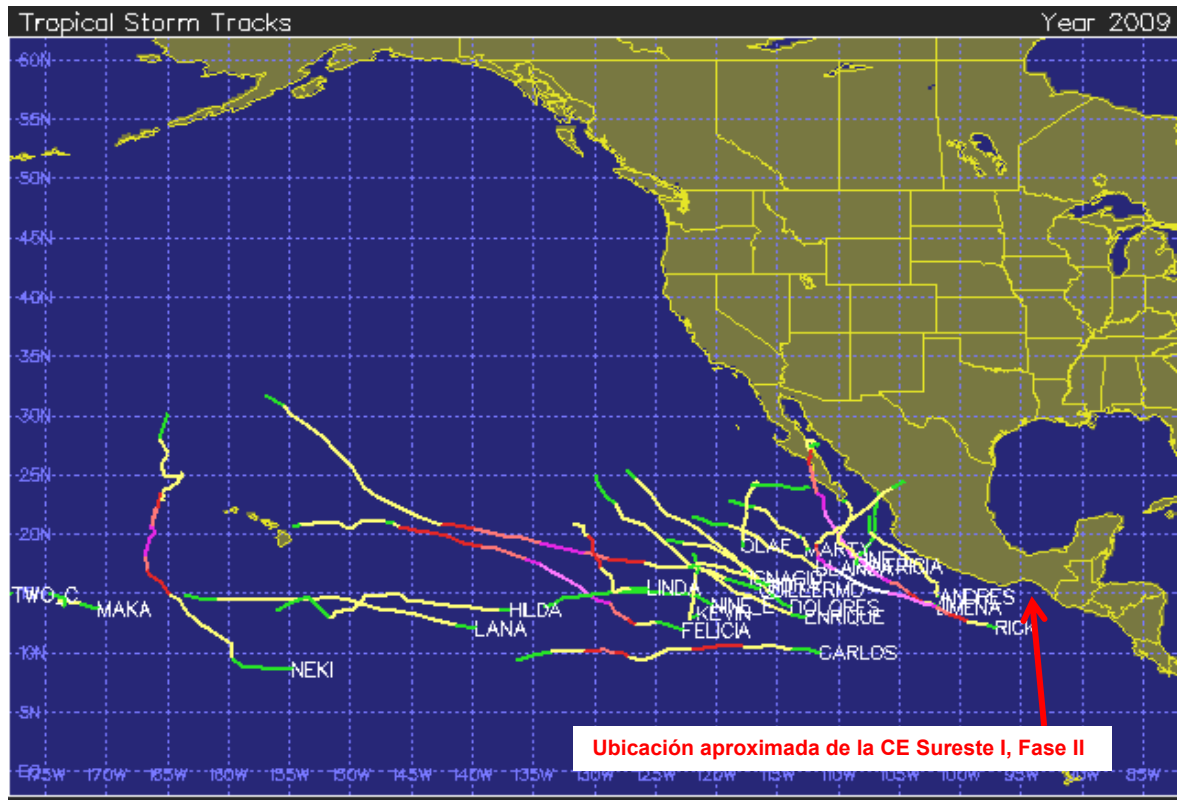


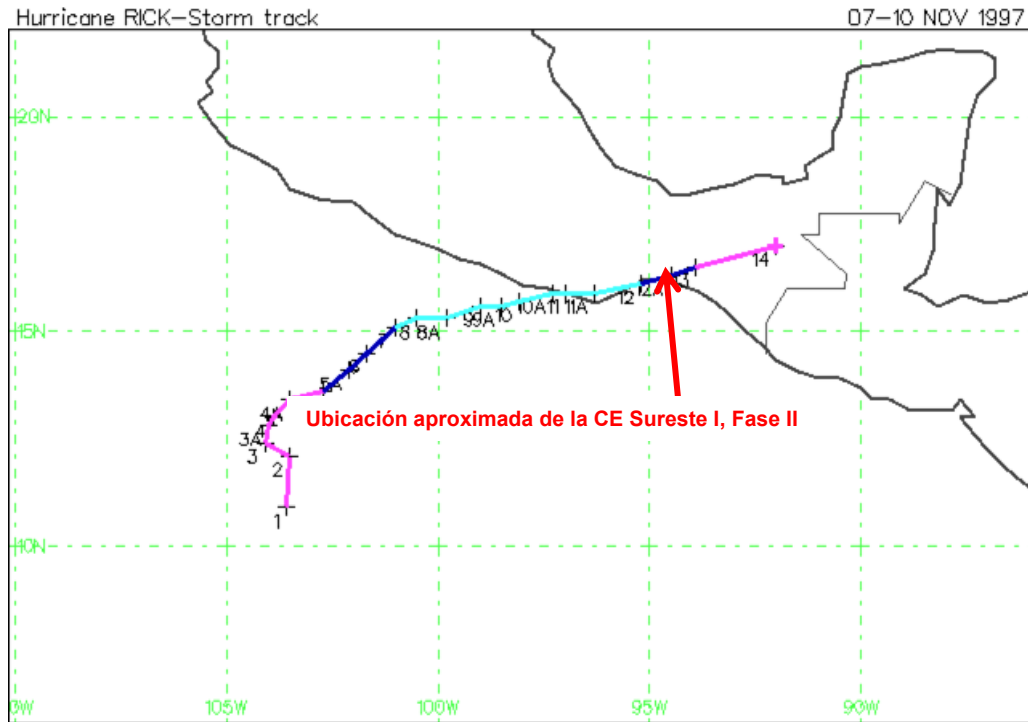
Figura IV-20. Trayectorias de tormentas tropicales del 2006, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2007).



**Figura IV-21. Trayectorias de tormentas tropicales del 2009, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2010).**

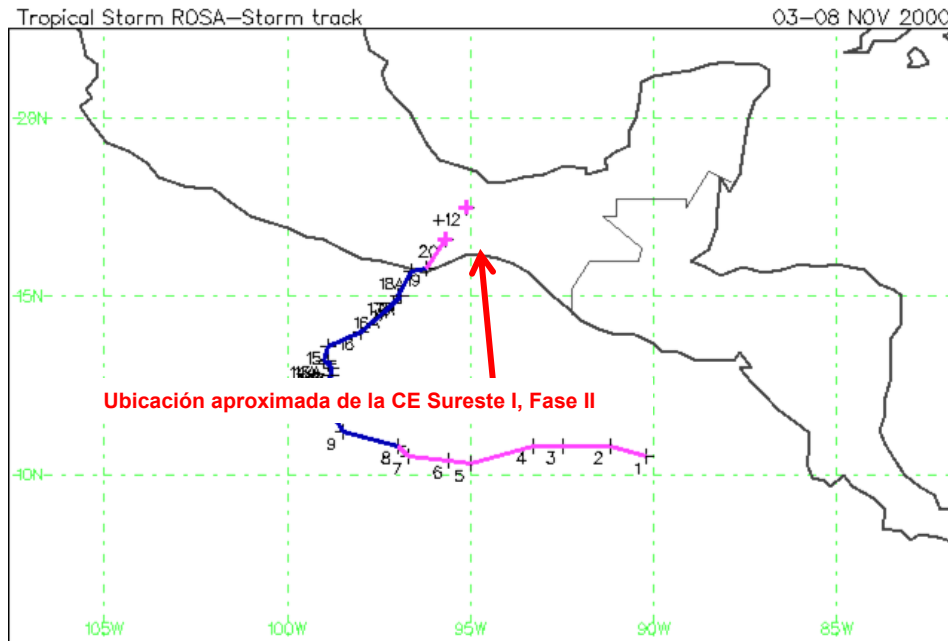
Entre los últimos eventos con trayectoria directa sobre el área específica del proyecto, alrededor de Salina Cruz y la región de las Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, se encuentran el Huracán Rick (categoría 1) en 1997 y la Tormenta Tropical Rosa, en 2000 (Figura IV-22 y Figura IV-23).

En el resto de los casos durante la gran mayoría de los años las trayectorias de los ciclones tropicales se alejan rápidamente de la propia región ciclogénica del Istmo de Tehuantepec.



ADV	LAT	LON	TIME	KM/H	PR	STAT
1	10.90	-103.60	11/07/21Z	55,6	1006	Depresión Tropical
2	12.10	-103.50	11/08/03Z	55,6	1006	Depresión Tropical
3	12.40	-104.10	11/08/09Z	55,6	1006	Depresión Tropical
3A	12.80	-104.00	11/08/12Z	55,6	1006	Depresión Tropical
4	13.00	-103.90	11/08/15Z	55,6	1004	Depresión Tropical
4A	13.40	-103.50	11/08/18Z	55,6	-	Depresión Tropical
5	13.60	-102.70	11/08/21Z	64,9	1003	Tormenta Tropical
5A	14.10	-102.10	11/09/00Z	64,9	1002	Tormenta Tropical
6	14.50	-101.70	11/09/03Z	101,9	996	Tormenta Tropical
7	15.10	-101.00	11/09/06Z	120,5	987	Huracán 1
8	15.30	-100.50	11/09/09Z	129,7	984	Huracán 1
8A	15.30	-99.80	11/09/12Z	129,7	984	Huracán 1
9	15.60	-99.00	11/09/15Z	139,0	980	Huracán 1
9A	15.60	-98.50	11/09/18Z	139,0	980	Huracán 1
10	15.70	-98.10	11/09/21Z	139,0	980	Huracán 1
10A	15.90	-97.30	11/10/00Z	139,0	980	Huracán 1
11	15.90	-97.00	11/10/03Z	120,5	980	Huracán 1
11A	15.90	-96.30	11/10/06Z	120,5	980	Huracán 1
12	16.10	-95.20	11/10/09Z	101,9	990	Tormenta Tropical
12A	16.30	-94.50	11/10/12Z	92,7	994	Tormenta Tropical
13	16.50	-93.90	11/10/15Z	55,6	1004	Depresión Tropical
14	17.00	-92.00	11/10/21Z	46,3	1010	Depresión Tropical

Figura IV-22. Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997. (Tomado de Unisys, 2007).

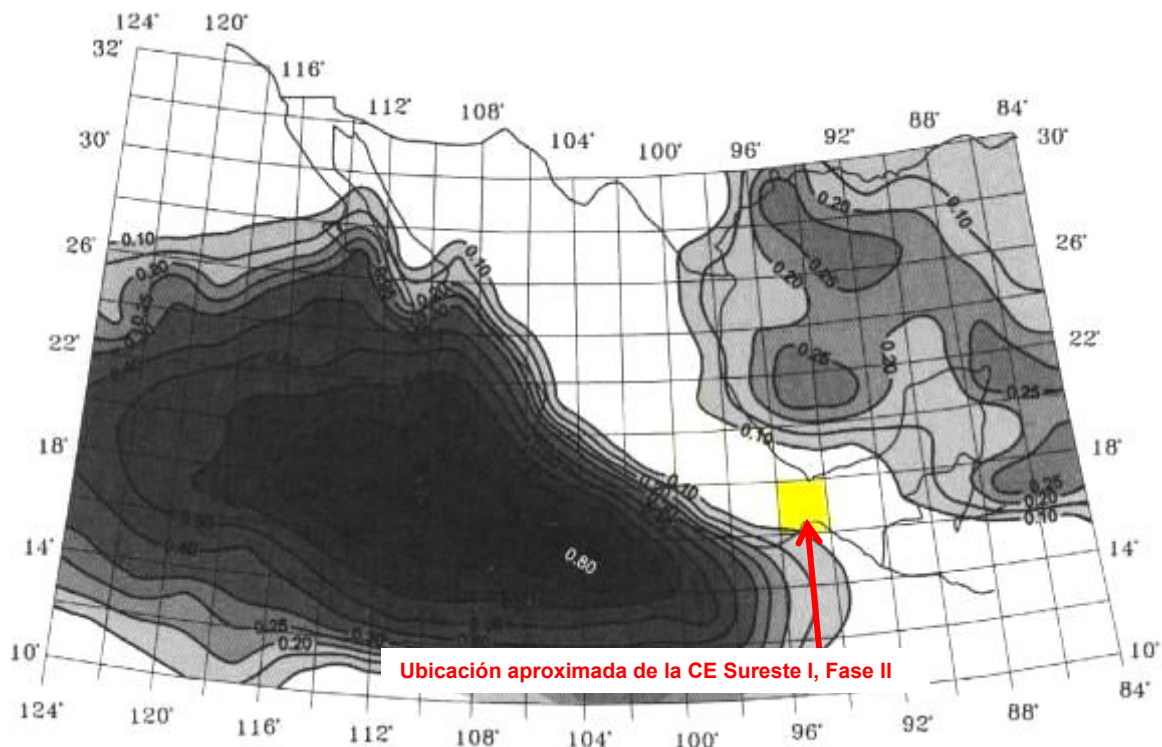


ADV	LAT	LON	TIME	KM/H	PR	STAT
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
2	10.80	-91.20	11/04/03Z	55,6	1002	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
2	10.80	-91.20	11/04/03Z	55,6	1002	Depresión Tropical
3	10.80	-92.50	11/04/09Z	55,6	1002	Depresión Tropical
4	10.80	-93.30	11/04/15Z	55,6	1003	Depresión Tropical
5	10.30	-95.00	11/04/21Z	55,6	1003	Depresión Tropical
6	10.40	-95.60	11/05/03Z	55,6	1003	Depresión Tropical
7	10.50	-96.70	11/05/09Z	55,6	1003	Depresión Tropical
8	10.80	-97.00	11/05/12Z	64,9	-	Tormenta Tropical
9	11.20	-98.50	11/05/21Z	74,1	1001	Tormenta Tropical
11	12.30	-99.10	11/06/09Z	101,9	994	Tormenta Tropical
12	12.80	-98.80	11/06/15Z	101,9	994	Tormenta Tropical
12A	13.00	-98.80	11/06/18Z	101,9	994	Tormenta Tropical
13	13.00	-98.80	11/06/18Z	101,9	-	Tormenta Tropical
13A	13.20	-98.90	11/07/00Z	101,9	993	Tormenta Tropical
14	13.10	-98.90	11/07/00Z	101,9	-	Tormenta Tropical
14A	13.20	-99.00	11/07/06Z	101,9	993	Tormenta Tropical
15	13.60	-98.90	11/07/09Z	92,7	997	Tormenta Tropical
16	14.00	-98.00	11/07/15Z	92,7	997	Tormenta Tropical
16A	14.60	-97.30	11/07/18Z	92,7	1000	Tormenta Tropical
17	14.80	-97.10	11/07/21Z	92,7	1000	Tormenta Tropical
17A	15.00	-96.90	11/08/00Z	92,7	1000	Tormenta Tropical
18	15.00	-97.00	11/08/00Z	83,4	-	Tormenta Tropical
18A	15.70	-96.60	11/08/06Z	74,1	1001	Tormenta Tropical
19	15.80	-96.20	11/08/06Z	55,6	-	Depresión Tropical
20	16.60	-95.70	11/08/15Z	46,3	1004	Depresión Tropical
12	17.50	-95.10	11/09/00Z	37,1	-	Depresión Tropical

Figura IV-23. Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000. (Unisys, 2007).

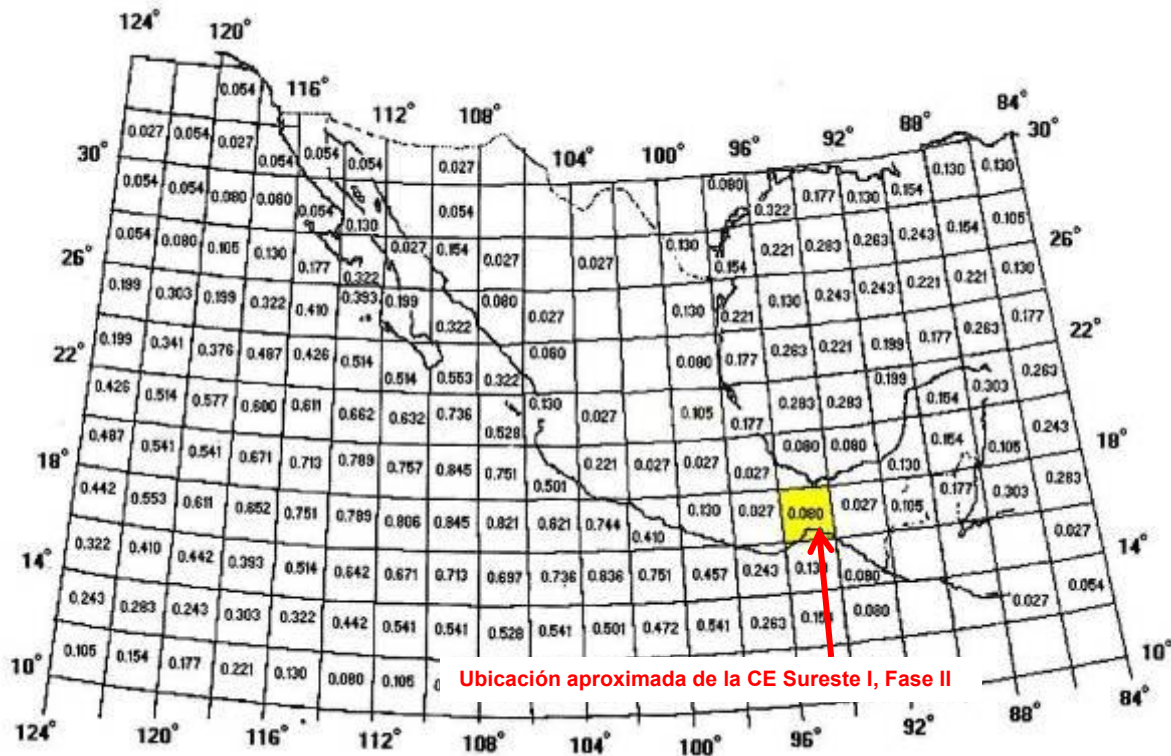
### Probabilidad de afectación por ciclones tropicales

En el estudio "Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México" realizado para el CENAPRED, sobre la probabilidad de presentación de ciclones tropicales en la República Mexicana, Fuentes y Vázquez (1997) calcularon las probabilidades de presentación de los mismos, en cuadrantes de 2° x 2° de latitud y longitud. En el caso de la ubicación del área de estudio como el SAR determinado para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, el cuadrante que se sobrepone al proyecto abarca de los 94° a los 96° de longitud oeste y de los 16° a los 18° de latitud norte (Figura IV-24 y Figura IV-25, cuadrantes marcados en amarillo).



**Figura IV-24. Isótopas de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año. El SAR se ubica en el cuadrante marcado (Tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).**

La probabilidad de que se presente un ciclón tropical de cualquier categoría en un año dado en esa región es de 0,080, mientras que la probabilidad de que la región sea afectada por una perturbación tropical que alcance la categoría de tormenta tropical (con presión central entre 985,1 y 1 004 mb, y vientos entre 62,1 y 118 km/h) es de 0,043, y de 0,037 la de que ingrese al área una perturbación con categoría de huracán (con presión central menor a los 985 mb, con vientos superiores a los 118,1 km/h).



**Figura IV-25. Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año. El área de influencia y SAR mismos ubicados en el cuadrante marcados (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).**

Estas probabilidades pueden ser consideradas como relativamente bajas, por lo que el riesgo de afectación directa por un ciclón tropical es intermedio-bajo, en relación con otras regiones de México; de hecho, en los 35 años considerados por el estudio, correspondiente al periodo 1960-1995, en la región sólo se presentaron tres eventos, todos con categoría de tormenta tropical (Fuentes y Vázquez, 1997).

### Calidad del Aire

No se cuenta con información sobre monitoreos de la calidad del aire a largo plazo en esta porción del Istmo de Tehuantepec. Se considera que la calidad del aire en el área de estudio como en el SAR es buena, ya que no existen grandes instalaciones industriales, y aunque hay un tránsito constante de vehículos automotores, los propios vientos de la región constituyen buenos difusores de contaminantes atmosféricos.

Por la naturaleza del proyecto, no se considera necesario desarrollar más ampliamente los aspectos de calidad del aire en la región, ya que solamente se presentarán afectaciones mínimas al mismo durante la etapa de construcción del proyecto, por las emisiones de óxidos de carbono y partículas suspendidas de los vehículos involucrados en las obras del proyecto.

#### **IV.2.1.2 Geología y Geomorfología**

##### **Fisiografía**

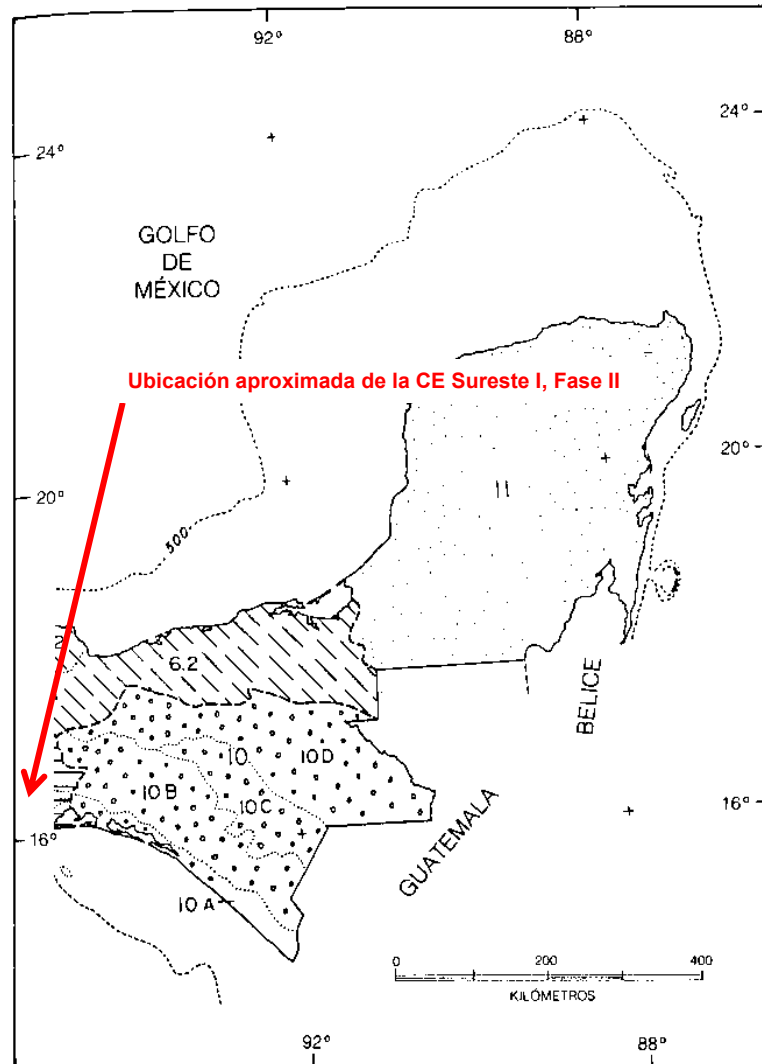
El área de influencia y el SAR del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se ubican en la Provincia Morfotectónica Sierra Madre de Chiapas, entre las Subprovincias de las Cordilleras de la Sierra Madre y de la Planicie Costera del Pacífico, y muy cerca del límite oriental de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, como puede apreciarse en la Figura IV-26 (Ferrusquía, 1998). Esta ubicación corresponde a la Provincia de la Cordillera Centroamericana y a la Subprovincia de las Sierras del Sur de Chiapas de INEGI (1984).

La Sierra Madre de Chiapas se localiza en el sureste de México, entre los paralelos 14°30' – 17°40' de latitud Norte y los meridianos 90°30' – 95°00' de longitud Oeste. Incluye el área ístmica de Oaxaca y Tabasco al Este del Meridiano 95° (excluyendo la porción de la Planicie Costera), así como la mayor parte del estado de Chiapas. La forma de esta provincia es aproximadamente rectangular y se encuentra dispuesta geográficamente en dirección NW-SE. Tiene una longitud de 360 km en dirección E-W y amplitud máxima de 340 km en dirección N-S, con un área aproximada de 105 400 km<sup>2</sup> (cerca del 5,35 % del territorio nacional). La altitud de esta provincia fluctúa entre 0 y 2500 msnm, aunque el 60% yace entre los 200 y los 1000 msnm.

La Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre forma una angosta faja que bordea a la Planicie Costera del Pacífico, cuyas cordilleras incluyen mesetas y cuestras de 200 a 1000 msnm, así como sierras discontinuas, más elevadas (1000-2000 msnm) situadas hacia el lado del Pacífico. Las cuestras adyacentes son estrechas en este lado, mientras que en el opuesto se ensanchan y unen gradualmente con la vertiente sur de la Depresión Central. Una serie de ríos, afluentes del Río Grande de Chiapa, cortan transversalmente a esta Subprovincia (en sentido NE-SW), formando “bloques” separados por profundas cañadas que en el SAR conforman la Sierra de Tolistoque.



La Sierra de Tolistoque es una cordillera de elevaciones que van de los 80 hasta los 500 MSNM localizada al noreste del SAR formada por afloramiento rocosos y suelos litosoles, forma parte de la Subcuenca Espíritu Santo.



**Figura IV-26. Provincia Morfotectónica de la Sierra Madre de Chiapas (10), Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico (10A) y Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre (10B) y regiones adyacentes. Tomado de Ferrusquía (1998).**

La Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico es una faja delimitada por la línea costera y la cota de los 200 msnm, es más angosta entre Tonalá y La Tigresa, y se ensancha en ambos extremos. La línea costera del Istmo de Tehuantepec es compleja y contiene los sistemas lagunares-estuarinos de las Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, que están casi

totalmente separadas del mar por barras de arena, aunque también existen áreas con costas rectas y ríos que desembocan sin formar Deltas. La plataforma continental adyacente es moderadamente amplia, con una anchura cercana al tercio del total subprovincial (Anexo IV.3).

## Geología

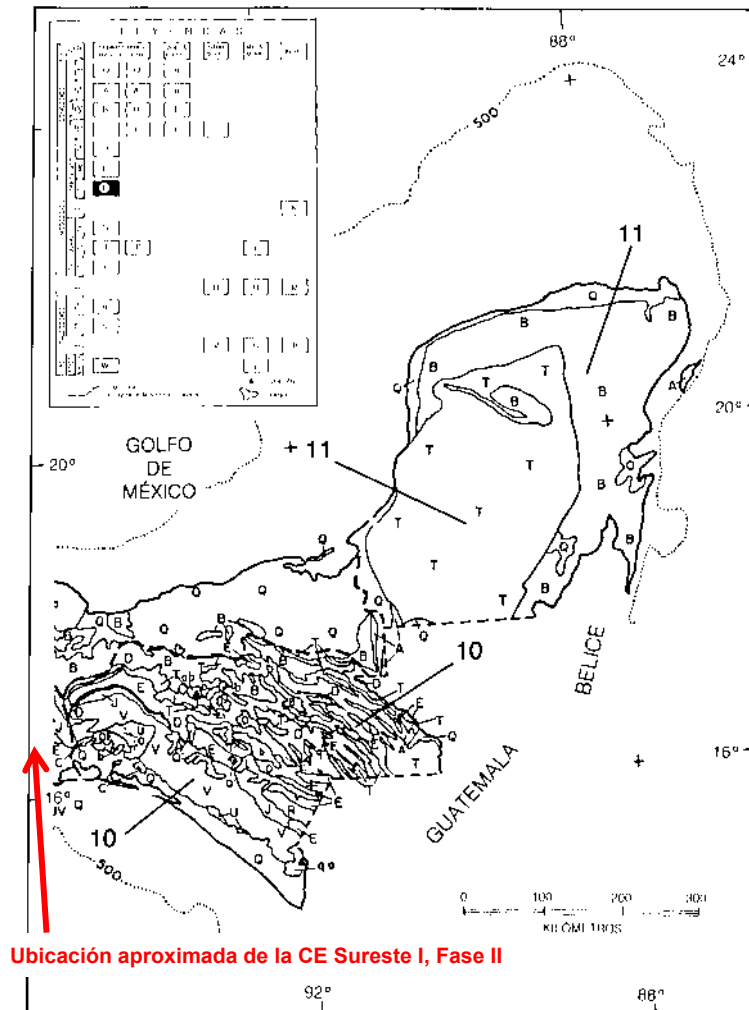
*Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre.* Su geología es compleja, e incluye un gran núcleo, casi continuo, de rocas cristalinas (metamórficas y plutónicas) del Paleozoico y probablemente del Precámbrico, designados comúnmente como Macizo de Chiapas (Anexo IV.3). Este se encuentra parcialmente cubierto en sus extremos noroccidental y suroriental por secuencias moderadamente gruesas de cuerpos de rocas sedimentarias continentales, posiblemente del Jurásico Temprano (Figura IV-27).

El Macizo de Chiapas está compuesto principalmente por plutones graníticos, granodioríticos y dioríticos que intrusieron a cuerpos metamórficos de mayor antigüedad. En la región ístmica hay tres pequeños cuerpos de micaesquistos y gneis, al parecer del Paleozoico, de los cuales el más oriental se encuentra en contacto con un cuerpo gnéisico de tamaño medio y edad precámbrica. Los plutones han dado edades que varían desde el Proterozoico al Cretácico, pero la opinión actual favorece a una edad Paleozoica Tardía para la mayor parte del Macizo.

La Formación Todos Santos del Jurásico Temprano y sus equivalentes constituyen las unidades mesozoicas de mayor antigüedad, y están constituidas por filarenitas rojas continentales, no fosilíferas, que yacen discordantemente sobre el Macizo. Las unidades Jurásicas están plegadas formando estructuras abiertas o bloques homoclinales, ambos afectados fuertemente por fallas, especialmente en la región del Istmo.

Los cuerpos cretácicos del área del Istmo yacen discordantemente sobre el Macizo o sobre las unidades jurásicas tempranas, y están constituidos por sedimentos clásticos marinos de grano fino y calizas micríticas del Cretácico Medio a Tardío, deformadas en pliegues apretados y afallados en estructuras arqueadas de rumbo E-W. Algunos de estos cuerpos están intrusionados por pequeños plutones graníticos del Cenozoico Temprano. Existen cuerpos piroclásticos-silíceos-cenozoicos medios en las porciones ístmica y suroriental del Macizo. Los del Istmo están deformados en cordones de bloques homoclinales basculados hacia el norte. También están afallados e intrusionados por cuerpos subvolcánicos e hipobasales, dioríticos a doleríticos. La constitución geológica de esta Subprovincia se completa con depósitos fluviales

del Cenozoico Tardío, localizados principalmente en las cuencas de los Ríos Cintalapa y Santo Domingo.

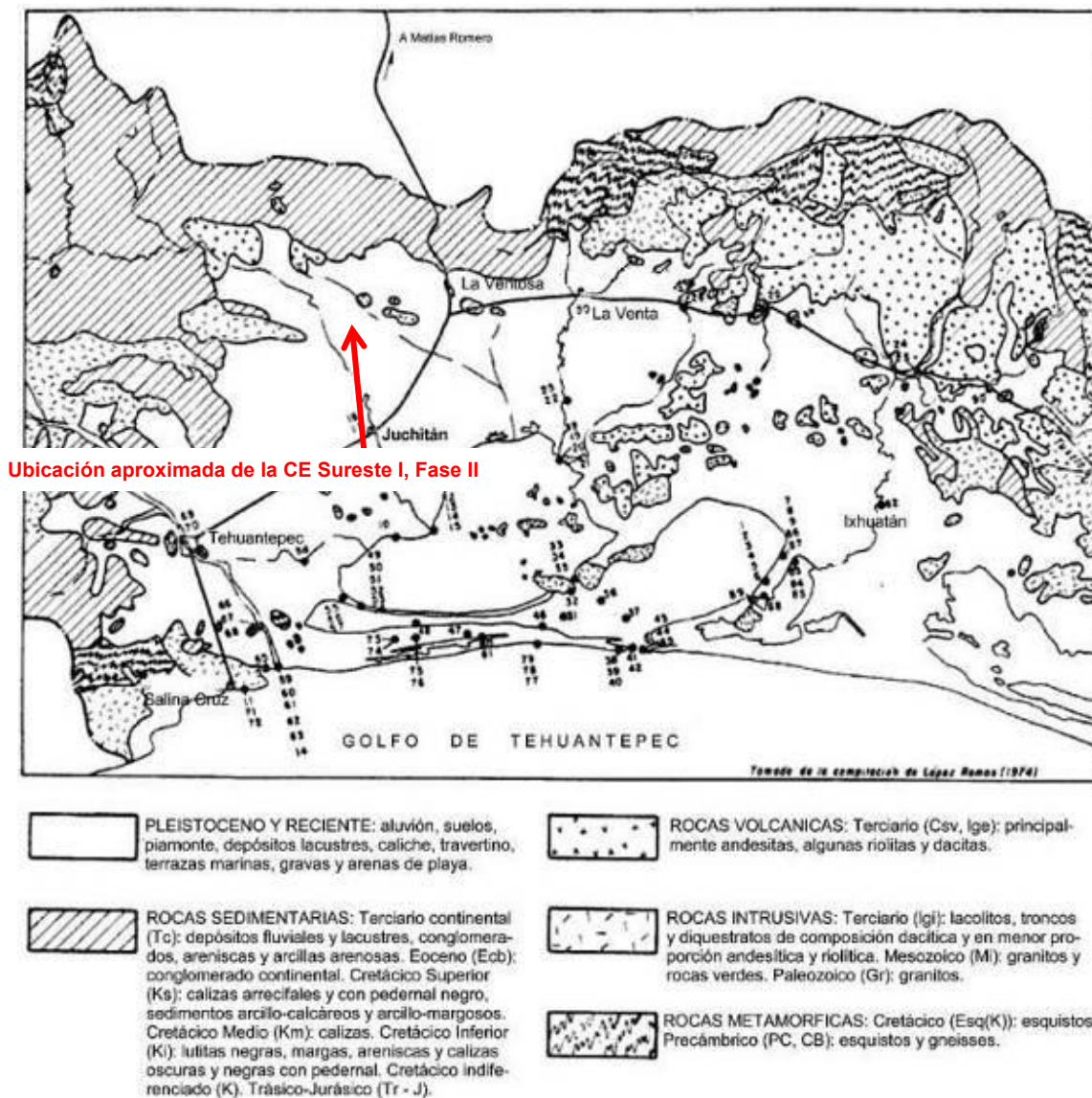


**Figura IV-27. Mapa geológico generalizado de la Provincia de la Sierra Madre de Chiapas (10) y regiones adyacentes. Modificado de Ferrusquía (1998).**

*Planicie Costera del Pacífico.* Una gran parte del segmento chiapaneco de esta Subprovincia consiste en depósitos cuaternarios de playa y fluviales. El segmento ístmico (entre Juchitán y Arriaga) muestra mayor complejidad debido a que los sedimentos cuaternarios están puntuados por pequeños cuerpos líticos poco elevados, de edad y composición diversa. El más antiguo se encuentra justo al noroeste de Acuites y está formado por filita y esquisto, aparentemente de edad paleozoica, y se encuentra flanqueado por otros pequeños plutones granitoides del Cenozoico Temprano (otros más pequeños aún rodean a las lagunas Superior e Inferior). Otros

cuerpos aislados, de caliza cretácica y de vulcanitas cenozoicas tardías, completan la constitución geológica de esta Subprovincia.

El área de influencia y el SAR del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se ubican prácticamente en la porción media de la llanura aluvial, de lleno en aluviones y suelos recientes que incluyen gravas y arenas de playa. La Figura IV-28 presenta el plano geológico sintetizado de la región, realizado por Carranza-Edwards (1980), a partir de la compilación de López-Ramos (1974).



**Figura IV-28. Plano geológico sintetizado de la región sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).**

## Presencia de fallas y fracturamientos

El marco tectónico actual del SAR es resultado de la interacción entre la Placa Americana y la Placa de Cocos, que se originó hace unos 26 millones de años (Manea *et al*, 2005) y penetra bajo la Placa Americana con dirección NNE y a una velocidad media de 8 cm/año, produciendo numerosos sismos con profundidad focal frecuentemente menor a los 60 km. Se han detectado levantamientos de la corteza, mediante observaciones mareográficas en Puerto Ángel, Oaxaca y Acapulco, Guerrero. Dichos levantamientos se asocian con la ocurrencia de numerosos sismos en la porción Oaxaqueña del Istmo de Tehuantepec (Carranza-Edwards, 1980).

En la Figura IV-29, se muestran los lineamientos tomados de la interpretación de la tectónica mexicana de Guerra-Peña (1976), citada en Carranza-Edwards (1980), que en parte sirvieron de apoyo para unir sismos que podrían definir zonas de fallas. Por la naturaleza del suelo aluvial, difícilmente se registran fracturas y fallas en superficie, en el terreno del proyecto, en el que se depositan continuamente materiales sedimentarios provenientes de las partes bajas de la Sierra de Tolistoque, y a mayor distancia de la sierra de los Chimalapas.

Es posible que el marco tectónico influya directamente en el curso de los ríos que desembocan en la planicie costera, cuya dirección varía de NW-SE a NE-SW, desde el Río Tehuantepec hasta el Río Ostuta. Esto podría relacionarse con variaciones en el echado de la Placa de Cocos el cual se incrementa hacia el Este.

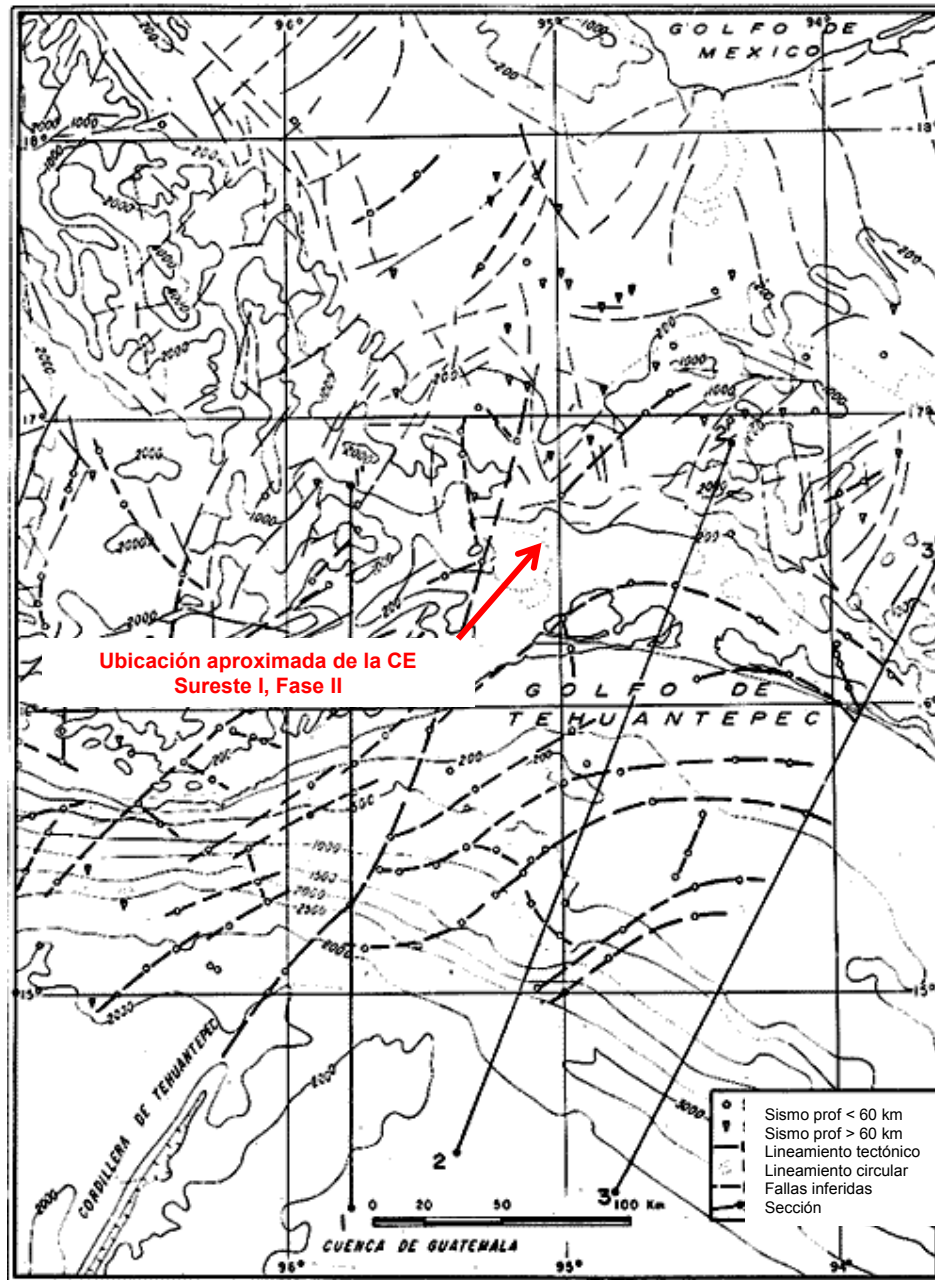


Figura IV-29 Esquema Tectónico Regional del Golfo de Tehuantepec. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).

De acuerdo a información vectorial (INEGI,2000) podemos encontrar fracturas al Norte, de las cuales una con dirección Noreste-Suroeste se encuentra dentro del SAR (Figura IV-30).

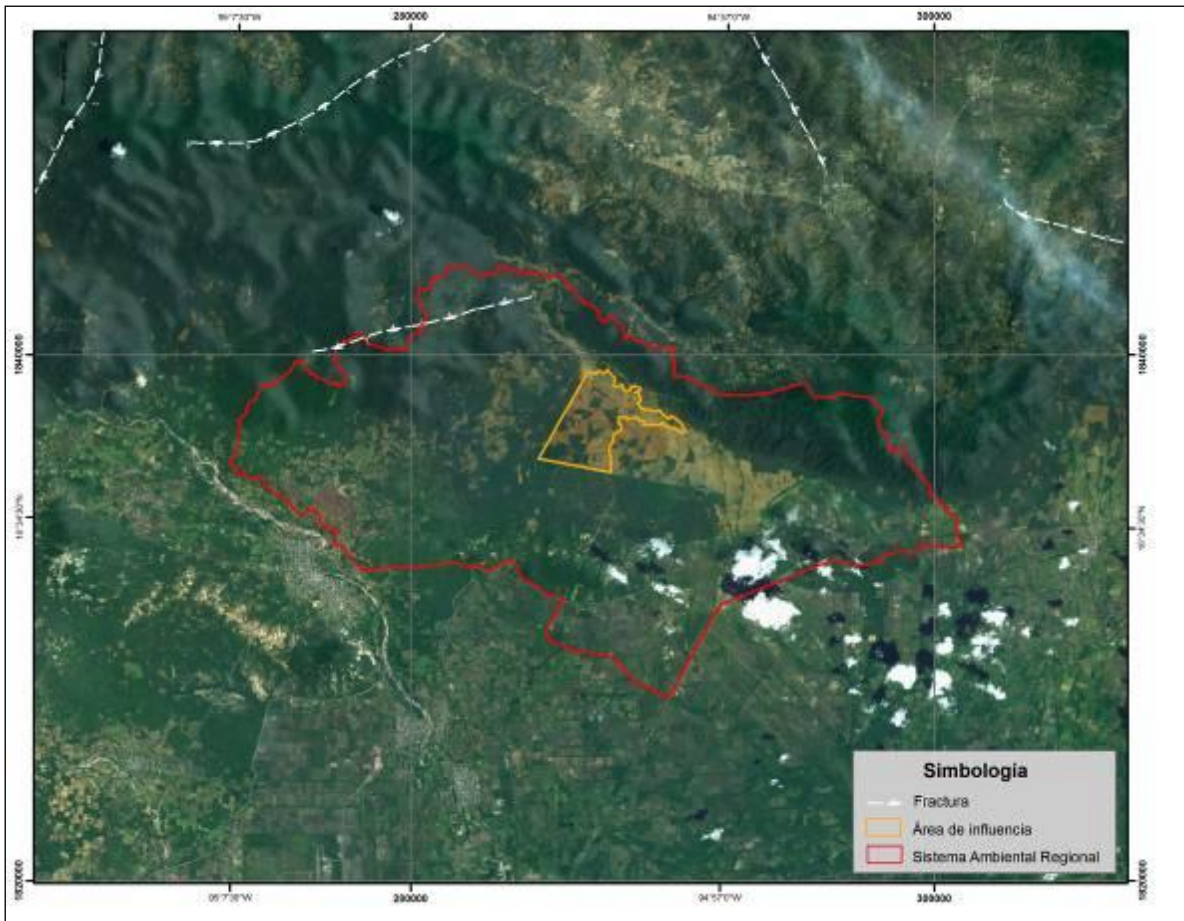
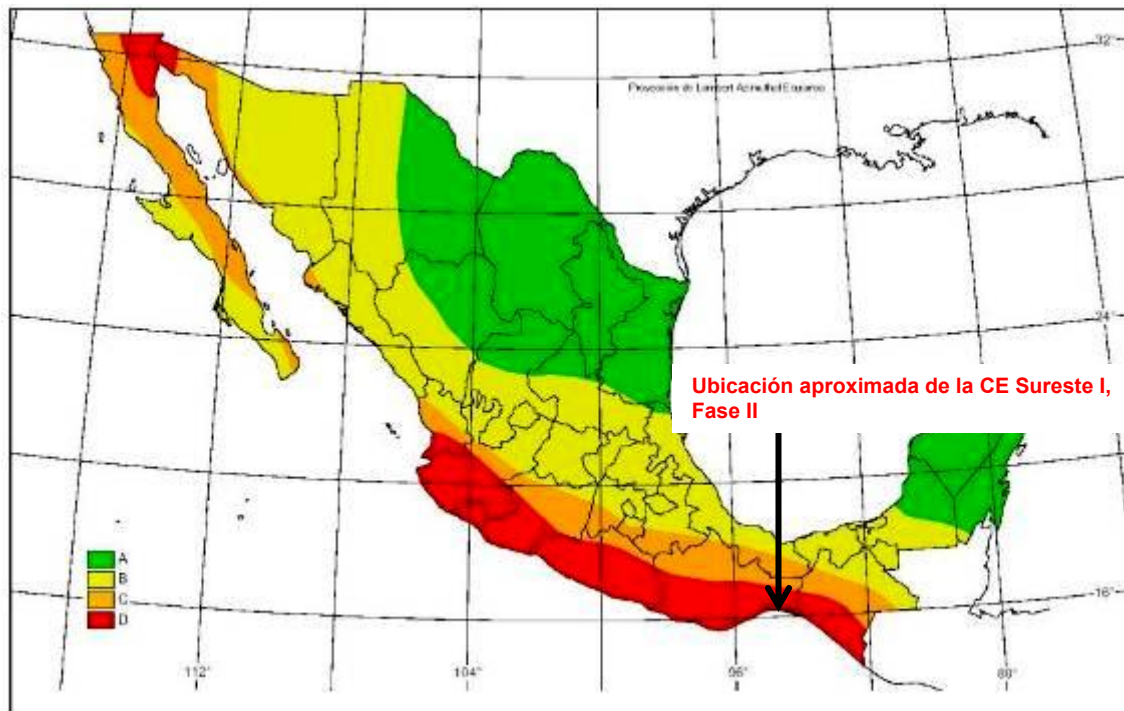


Figura IV-30. Fracturas en el SAR. (INEGI,2000)

### Susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos

En esta sección se describen los niveles de susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos, como sismos, deslizamientos de tierra o actividad volcánica del Área de Influencia y el SAR donde se ubicará el proyecto, según el “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres – Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana” del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Zepeda y González, 2001) (Figura IV-31).



**Figura IV-31. Regionalización Sísmica de México. Tomado de Zepeda y González (2001).**

*Sismos.* Zepeda y González (2001) definen la Regionalización Sísmica de México, elaborada a partir de los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud. Ésta cuenta con cuatro zonas (Figura IV-32). La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos intensos en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad

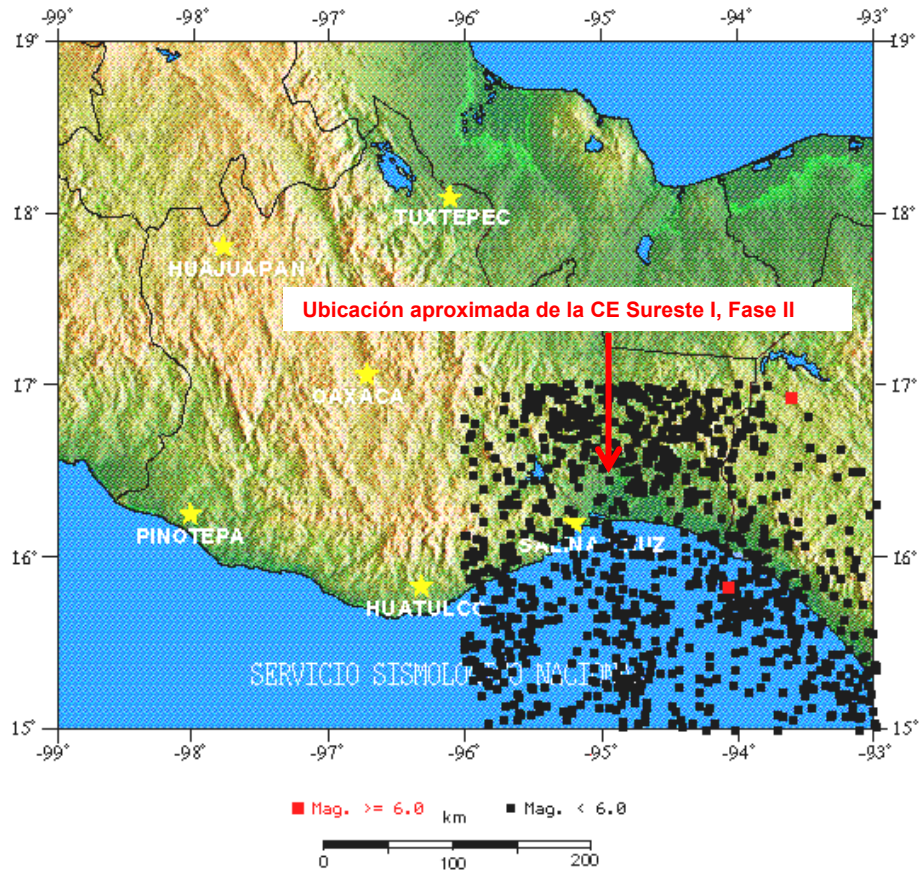


con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

El Área de Influencia y SAR del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se ubica en la zona D, por lo que se les puede considerar como altamente susceptible a eventos sísmicos. Este aspecto deberá ser tomado en cuenta como parte del diseño y construcción de la infraestructura del proyecto, que tendrán que considerar la frecuencia de eventos sísmicos, así como los altos valores de aceleración en el terreno de los movimientos sísmicos registrados en la región.

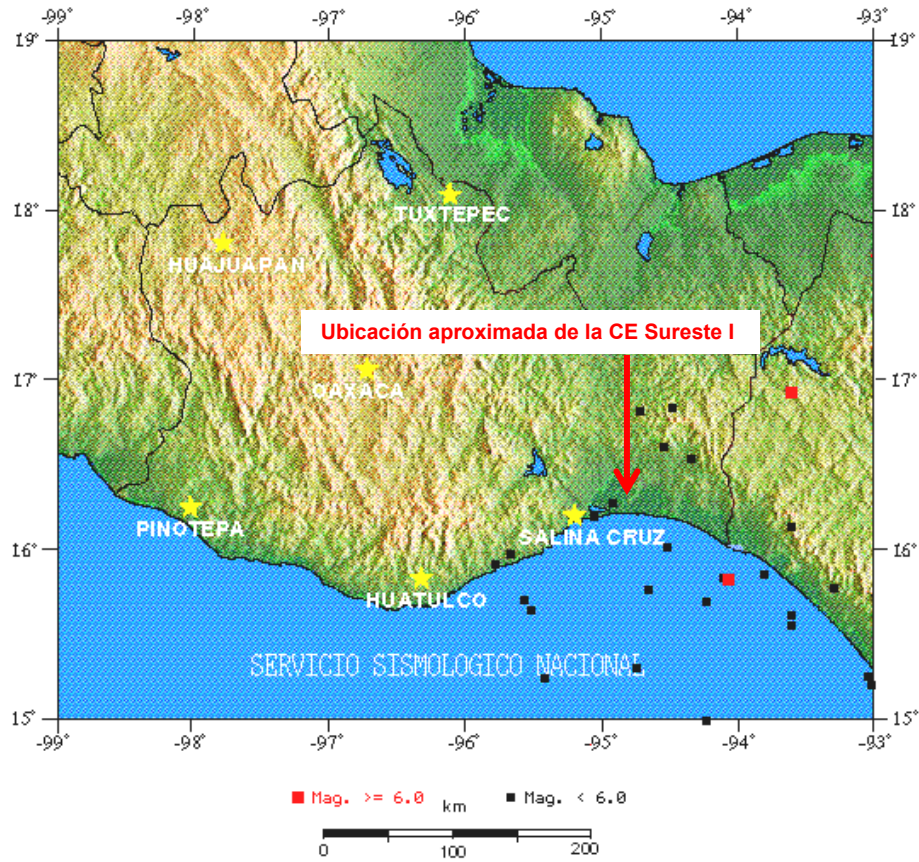
La Figura IV-33 se muestra la consulta realizada al Boletín Sismológico, del Servicio Sismológico Nacional, perteneciente a la UNAM. El mapa muestra las ubicaciones de los 859 eventos sísmicos de todas las magnitudes y profundidades registradas entre 1990 y 1999, en el área comprendida entre 15° y 17° de Latitud Norte y 93° y 96° de Longitud Oeste, de los cuales uno fue menor a magnitud (Mc) tres, 157 fueron de magnitud tres, 676 de magnitud cuatro, 23 de magnitud cinco y dos de magnitud seis.

En la se muestra la consulta realizada para la misma región y periodo, mostrando solo los eventos, con magnitud igual o superior a cinco (Mc): 23; o seis (Mc): dos. No se registraron eventos superiores a estas magnitudes en el área (SSN-UNAM, 2007).



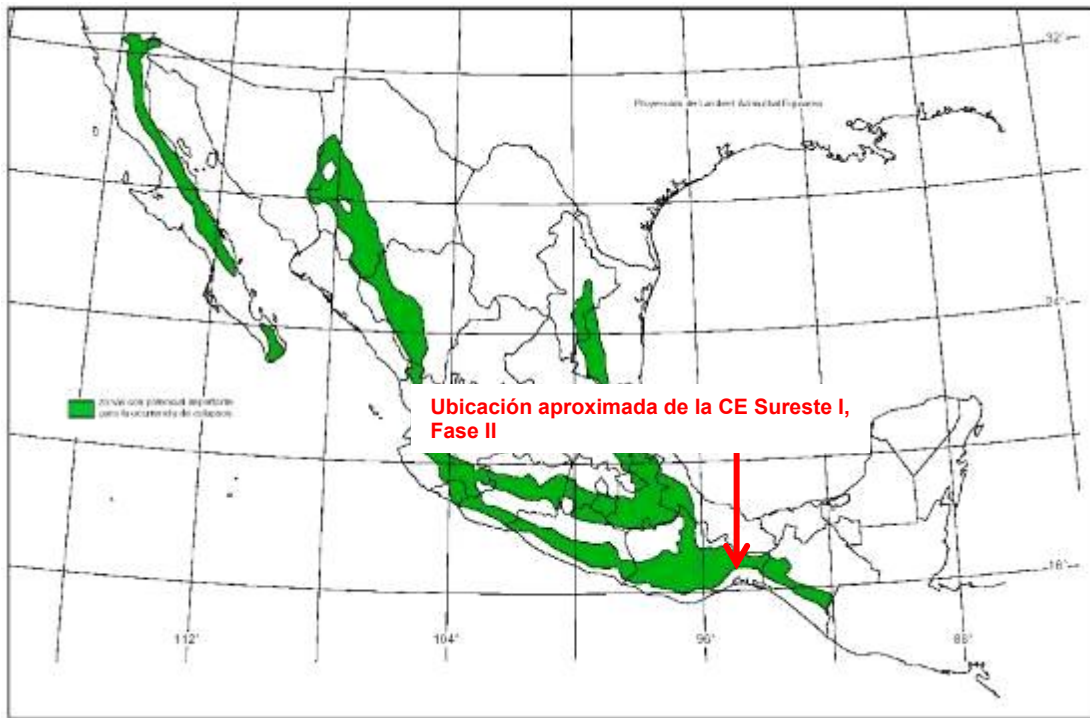
**Figura IV-32. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando todos los sismos (859) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2007).**

*Deslizamientos de tierra.* En la mayor parte de la superficie del SAR, y en particular en el Área de Influencia del proyecto, el terreno es eminentemente plano por lo que no se considera que existan riesgos para la infraestructura del Proyecto por este factor.



**Figura IV-33. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando los 25 sismos de magnitud igual o superior a 5 ( $M_c$ ) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2007).**

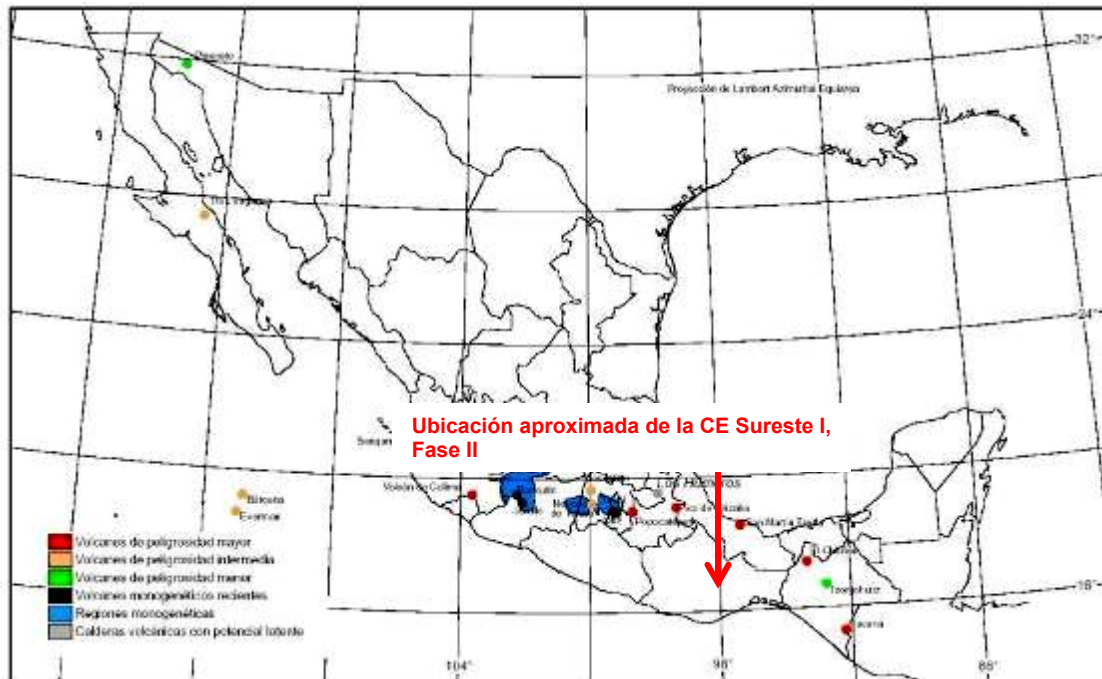
Zepeda y González (2001), definen en forma general las zonas con potencial importante para la ocurrencia de colapsos, tomando en cuenta las características de las diferentes provincias fisiográficas, la geomorfología, los estudios sobre los diferentes climas en todo el país, las condiciones ambientales, el intemperismo de las formaciones geológicas involucradas, la edafología y la distribución de vertientes, ríos y cuencas hidrológicas (Figura IV-34).



**Figura IV-34. Inestabilidad de laderas naturales de México. Tomado de Zepeda y González (2001).**

*Actividad volcánica.* El SAR del proyecto no se encuentra ubicado cerca de volcanes o de zonas con registros de actividad volcánica en tiempos históricos. La Figura IV-35 presenta la clasificación de los volcanes de México, según el Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana (Zepeda y González, 2001), mostrando los volcanes según su nivel de peligrosidad (mayor, intermedia y menor), así como las regiones monogenéticas y las calderas volcánicas con potencial latente.

El volcán de peligrosidad mayor más cercano al área de estudio y por consiguiente al SAR, es El Chichón o Chichonal, ubicado aproximadamente a 205 km de distancia en el estado de Chiapas. Aunque durante la violenta erupción de éste en el año 1982, que destruyó nueve poblaciones y causó alrededor de 2000 muertes, en la región del Istmo de Tehuantepec solo se observaron pequeñas cantidades de cenizas volcánicas en el aire sin mayores afectaciones.



**Figura IV-35. Vulcanismo activo, calderas y regiones monogenéticas de México. Tomado de Zepeda y González (2001).**

### IV.2.1.3 Suelo

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, se localiza en el Distrito de Desarrollo Rural No. 107 “Istmo”, en el extremo este del estado de Oaxaca. Dicho distrito cuenta con una superficie total de 26 214.37 km<sup>2</sup> que representa el 26% de la superficie total del estado. El SAR comprende una superficie de 23 032.61ha. En el cual el uso del suelo es principalmente para actividades agropecuarias como el pastoreo extensivo de ganado bovino y el cultivo de sorgo de temporal. (Figura IV-36).

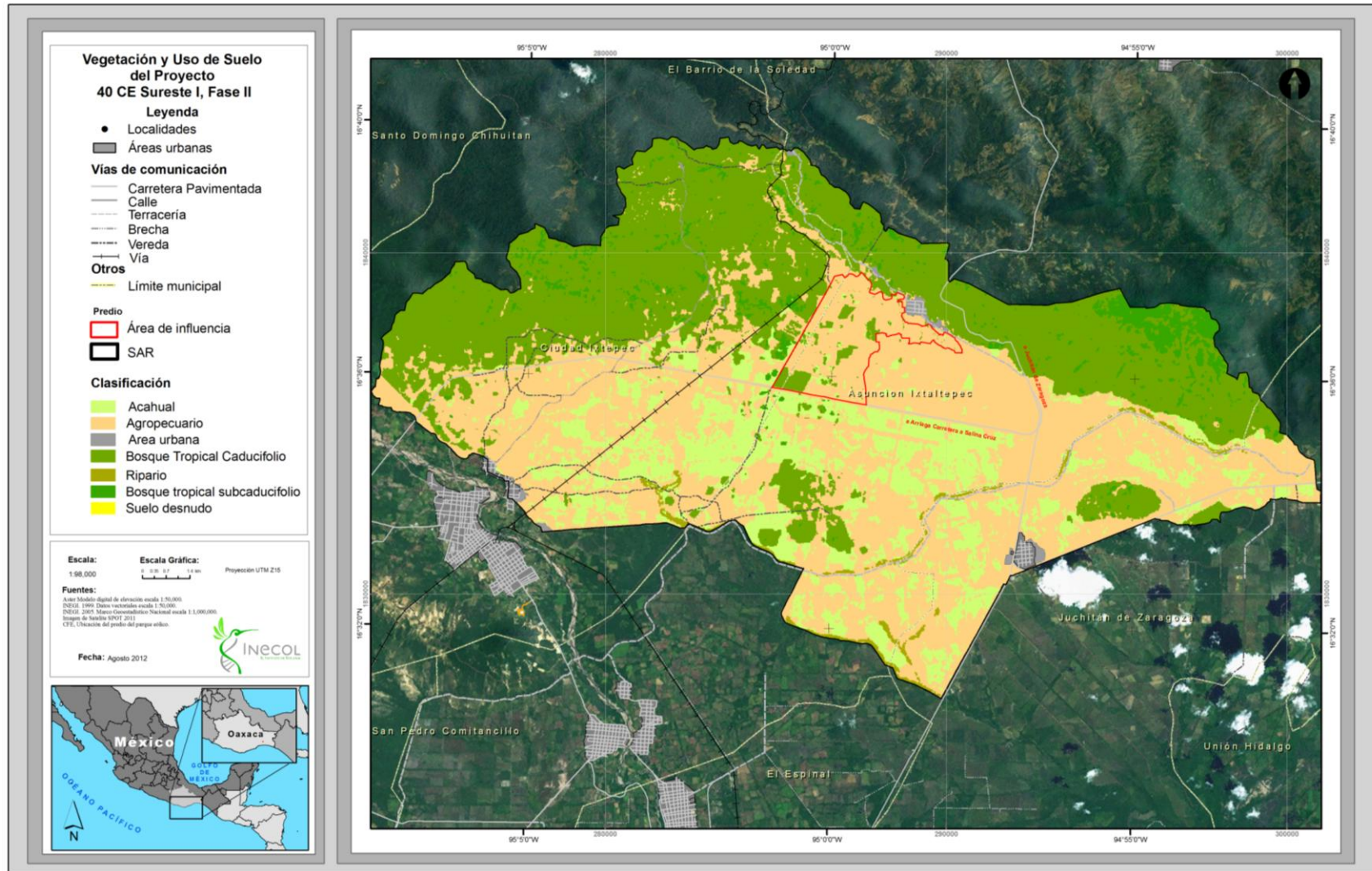


Figura IV-36. Vegetación y uso del suelo en el SAR del proyecto Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

## Metodología

La metodología para la determinar los tipos de suelo presentes en el SAR consistió inicialmente en la revisión de cartas edafológicas del INEGI, CONAFOR y CONABIO a diferentes escalas, reconociendo las unidades edáficas señaladas para esta región. Se realizó un recorrido por el SAR, identificando y reconociendo cortes en el suelo ya existentes tanto naturales como artificiales donde se pudiera apreciar las características generales de cada unidad edáfica generando una vista edáfica que permitiera validar la información cartográfica.

Posteriormente se realizó un recorrido por el Área de Influencia del proyecto identificando las diferencias superficiales en el suelo, como color, pedregosidad, topografía y uso actual. Tomando en cuenta estas características se determinaron las zonas para excavar cuatro pozos de muestreo dentro en el Área de Influencia del proyecto (P1, P2, P3, P4) para el reconocimiento de los diferentes horizontes de suelo. Cada pozo fue georreferenciado (Cuadro IV-4). Se identificaron los horizontes que forman el perfil edáfico y se tomó una muestra para cada horizonte (P1-1, P1-2, P2-1, P2-2) para su posterior análisis en laboratorio (Figura IV-37).

Para completar el estudio a escala regional, tomando como referencia la cartografía edafológica se realizó un recorrido por el SAR, identificando y reconociendo cortes en el suelo ya existentes tanto naturales como artificiales donde se pudiera apreciar las características generales de cada unidad edáfica generando una vista edáfica que permitiera validar la información cartográfica.

**Cuadro IV-4. Ubicación geográfica de los pozos edáficos dentro del Área de Influencia del proyecto.**

	Uso del suelo	UTM		MSNM
Pozo 1	Agrícola	287226	1837863	70
Pozo 2	Agrícola	286851	1836257	71
Pozo 3	Agrícola	289974	1837376	72
Pozo 4	Acahual	288583	1836270	70
Pozo 5	Acahual	288583	1838639	71

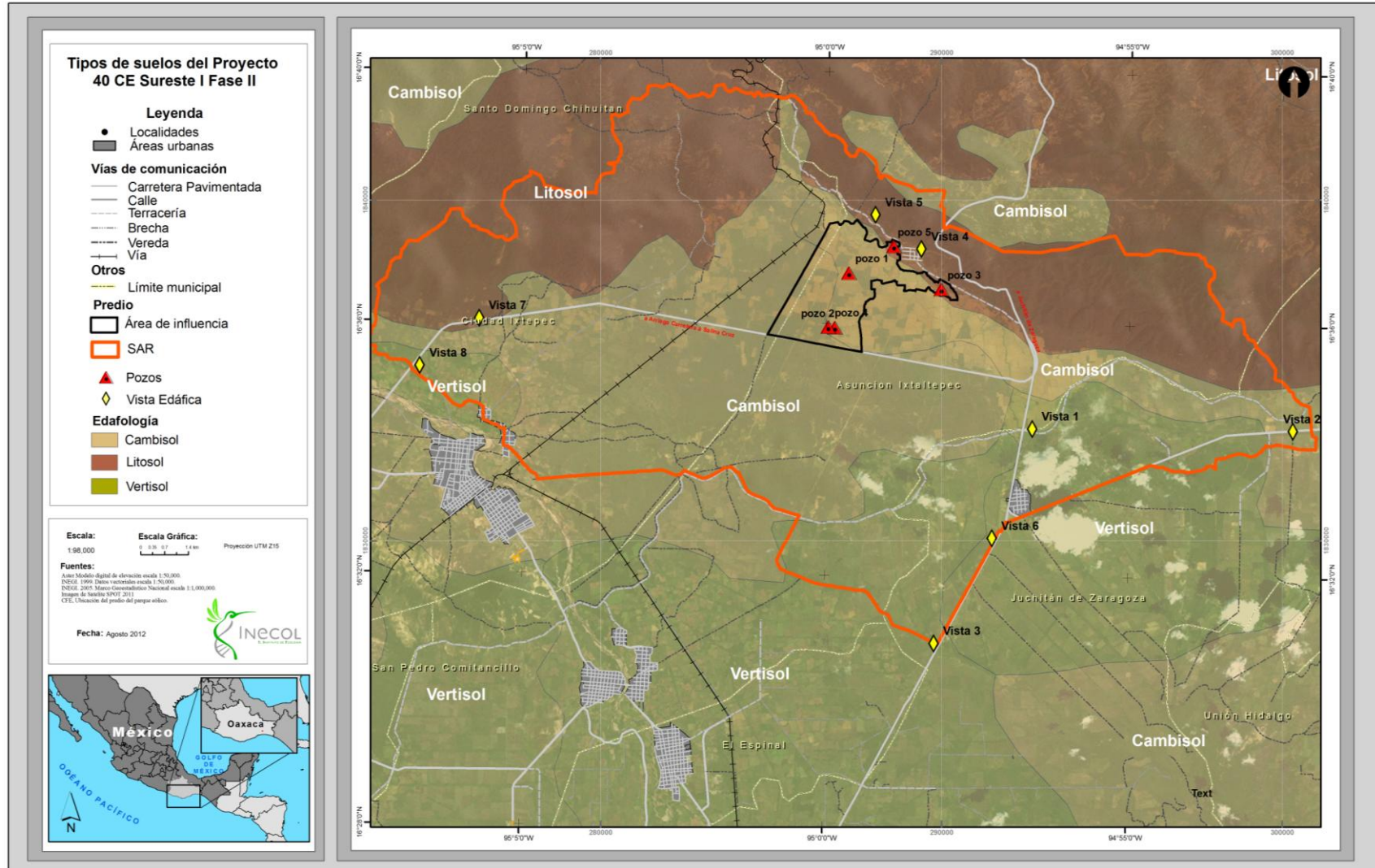


Figura IV-37. Mapa de los tipos de suelo en el predio, señalando los pozos edáficos y vistas edáficas.



## Resultados

A continuación se describen los pozos, los horizontes y los tipos de suelos.

### Pozo 1

En este pozo se estableció en la región central del Área de Influencia del proyecto a una altura de setenta metros sobre el nivel del mar en una planicie agrícola con resto de cultivo de sorgo y que actualmente esta en reposo para la próxima temporada de siembra de sorgo. Figura IV-38. En el pozo se identificaron dos horizontes el primero se reconoció de los 0 a 40 cm. es un suelo con presencia de materia orgánica color en seco 4/6 5YR rojo amarillento y húmedo  $\frac{3}{4}$  5 YR café rojizo oscuro. El segundo se encontró de los 41 a 100 cm y su coloración en seco fue 5/6 7,5 YR café fuerte y húmedo 4/4 5 YR café rojizo: según los resultados del análisis en laboratorio, se trata de un suelo de textura migajón arcilloso y pH casi neutro (Figura IV-39).



**Figura IV-38. Vista panorámica a los cuatro puntos cardinales del pozo 1**



**Figura IV-39. Perfil Edáfico del pozo 1.**

#### Información General acerca del suelo

Drenaje natural: Bueno

Morfología general: Planicie

Pendiente: No

Condiciones de humedad del corte: seco.

*Presencia de rocas superficiales:* Escasa no mayores a 5 cm de diámetro.

Evidencia de erosión: Ninguna.

*Influencia humana:* Actividades agrícolas.

Profundidad: No determinada.

Textura: migajón arcilloso

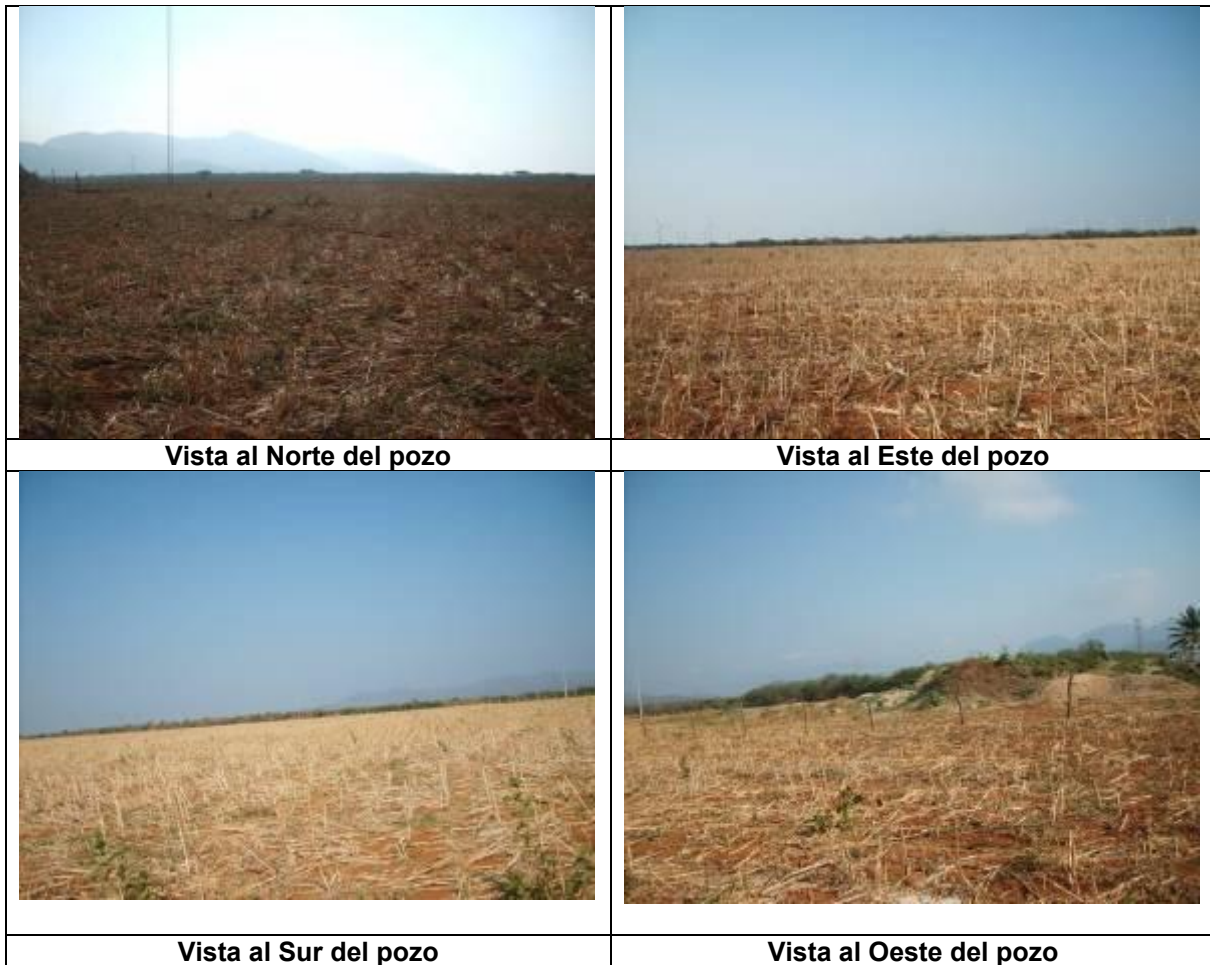
Fertilidad: buena

Tipo de suelo: Cambisol

#### **Pozo 2**

Este pozo se estableció en la parte sur del Área de Influencia del proyecto en las coordenadas a una altura de 71 msnm, en un cultivo de sorgo (Figura IV-40). En este pozo se reconocieron dos horizontes, el primero de 0 - 30 cm donde encontró un suelo con importante presencia de materia orgánica, de textura migajón arcillosa, y pH ligeramente ácido (5.33). Su coloración en seco fue: café fuerte 4/6 7,5 YR y en húmedo café oscuro 3/4 7,5 YR. El segundo horizonte comprendió de los 31 a los 100cm y está formado por un suelo en seco color rojo 4/6 5 YR

café fuerte y en húmedo 4/6 2,5 YR rojo, de textura migajón arcilloso, y pH un poco más neutro (3.34). Este suelo se reconoció como un cambisol (Figura IV-41).



**Figura IV-40. Vista panorámica a los cuatro puntos cardinales del pozo 2.**



**Figura IV-41. Perfil Edáfico del pozo 2.**

#### Información General acerca del suelo

Drenaje natural: Bueno

Morfología general: Planicie

Pendiente: No

Condiciones de humedad del corte: seco.

*Presencia de rocas superficiales:* Escasa no mayores a 5 cm de diámetro.

Evidencia de erosión: Ninguna.

*Influencia humana:* Actividades agrícolas.

Profundidad: No determinada.

Textura: migajón arcilloso

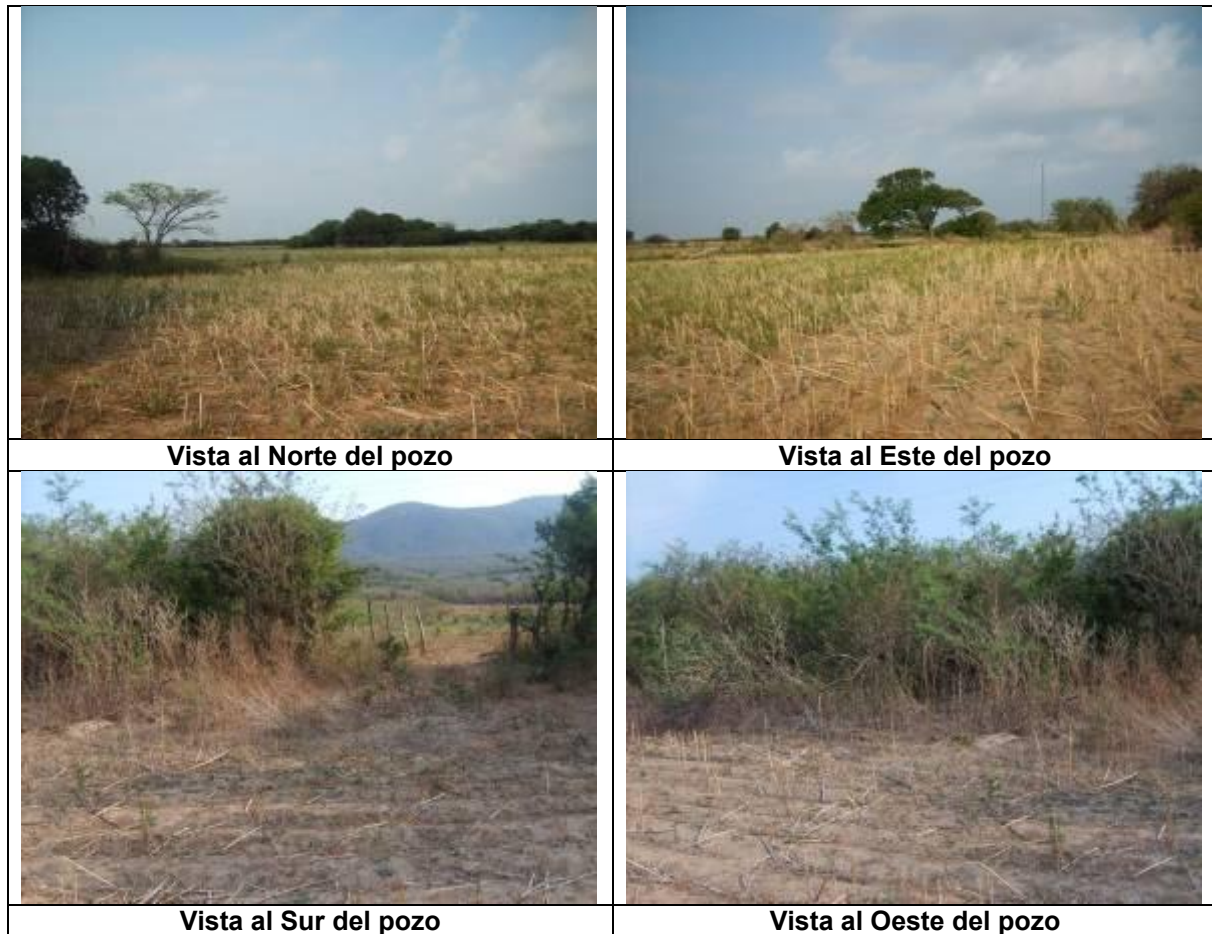
Fertilidad: buena

Tipo de suelo: Cambisol

#### **Pozo 3**

Este pozo fue establecido en la zona este del Área de Influencia del proyecto a 72 msnm en un cultivo de sorgo (Figura IV-42). En este pozo también se identificaron dos horizontes, el primero de los 0 a los 45 cm con un color en seco café amarillento 5/4 10 YR y en húmedo café oscuro 3/3 10 YR de textura franco y pH casi neutra (6.67). El segundo se encontró de los 46 cm a 100 cm color en seco: café amarillento 5/4 10 YR y en húmedo café rojizo oscuro HUE 3/4 5YR

textura franco y pH neutro (7.02), ambos perfiles presentaron ausencia de piedras (Figura IV-43).



**Figura IV-42. Vista panorámica a los cuatro puntos cardinales del pozo 3.**



**Figura IV-43. Perfil Edáfico del pozo 3.**

#### Información General acerca del suelo

Drenaje natural: regular

Morfología general: Planicie

Pendiente: No

Condiciones de humedad del corte: seco.

*Presencia de rocas superficiales:* Escasa no mayores a 5 cm de diámetro.

Evidencia de erosión: Ninguna.

*Influencia humana:* Actividades agrícolas.

Profundidad: No determinada.

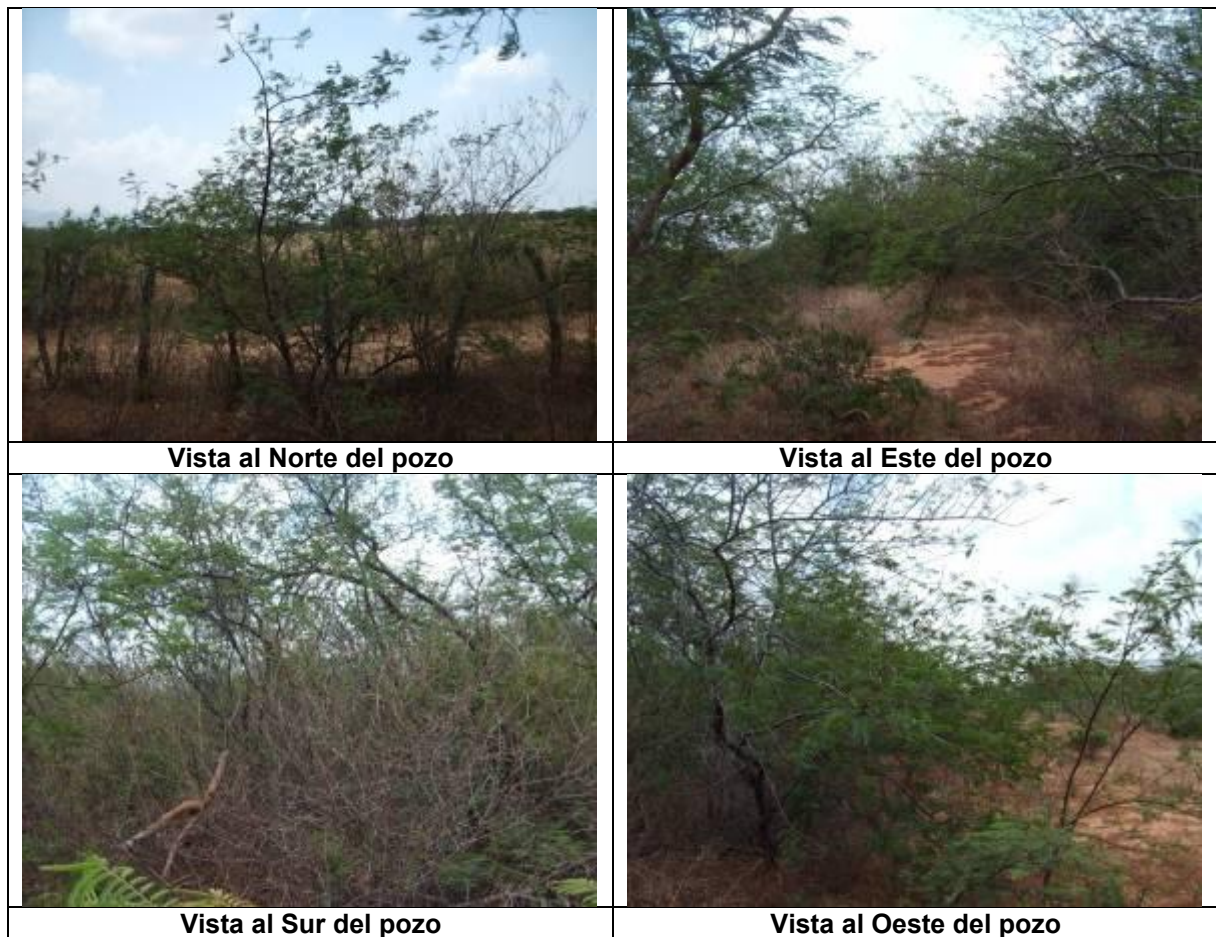
Textura: franco -migajón arcilloso

Fertilidad: media

Tipo de suelo: Cambisol

**Pozo 4**

Este pozo se ubicó en la zona sur del Área de Influencia del proyecto dentro de un acahual con elementos de selva baja caducifolia en las coordenadas a una altura de 70 msnm (Figura IV-44). Se reconocieron dos horizontes edáficos, el primero de 0 a 50 cm formado por un suelo de color en seco café fuerte 4/6 7,5 YR y en húmedo café rojizo oscuro 3/4 5 YR de textura migajón arcillo arenoso, y pH ligeramente ácido (6.05). El segundo horizonte fue de los 50 a los 100cm de color en seco rojo amarillento 4/6 5 YR y en húmedo 3/6 2,5 YR rojo oscuro con textura migajón arcillo arenoso y pH ligeramente ácido (6.05) (Figura IV-45).



**Figura IV-44. Vista panorámica a los cuatro puntos cardinales del pozo 4.**



**Figura IV-45. Perfil Edáfico del pozo 4.**

#### Información General acerca del suelo

Drenaje natural:

Morfología general: Planicie

Pendiente: No

Condiciones de humedad del corte: seco.

*Presencia de rocas superficiales:* Escasa no mayores a 5 cm de diámetro.

Evidencia de erosión: Ninguna.

*Influencia humana:* evidencia de actividades pecuarias.

Profundidad: No determinada.

Textura: migajón arcillo arenoso.

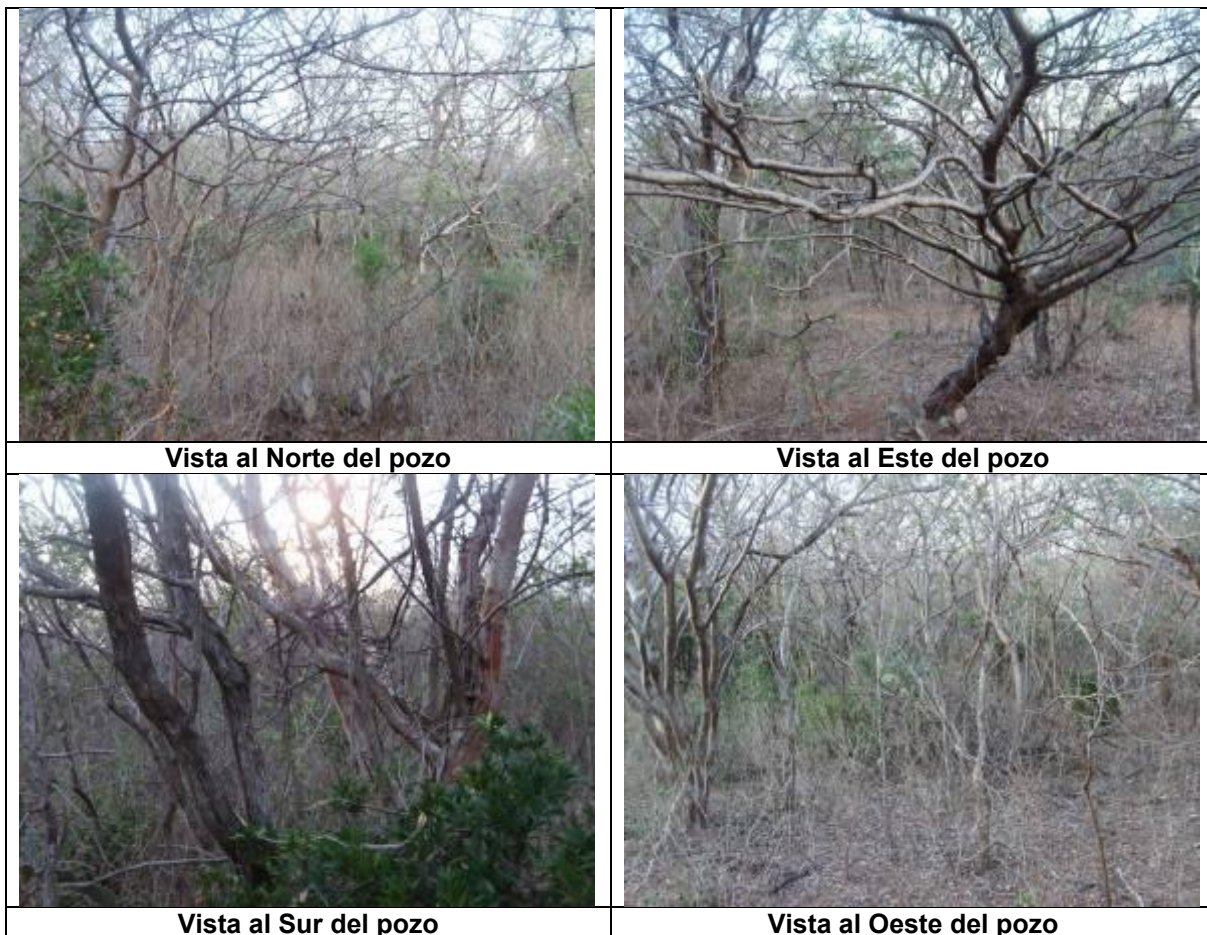
Fertilidad: media.

Tipo de suelo: Cambisol



**Pozo 5**

Este pozo fue establecido en la zona norte del Área de Influencia del proyecto a 71 msnm en un acahual con elementos de selva baja caducifolia (Figura IV-46). Se identificaron claramente dos horizontes, el primero de los 0 a los 45 cm con un color en seco café fuerte 4/6 7,5 YR café fuerte y en húmedo café oscuro 3/3 7,5 YR de textura migajón limoso y pH casi ligeramente ácido (6.05). El segundo se encontró de los 46 cm a 100 cm color en seco: rojo amarillento 4/6 5 YR y en húmedo rojo oscuro 3/6 2,5 5YR textura arcillo-arenosa y pH casi neutro (6.48), ambos perfiles presentaron ausencia de piedras (Figura IV-47).



**Figura IV-46. Vista panorámica a los cuatro puntos cardinales del pozo 5.**



**Figura IV-47. Perfil Edáfico del pozo 5.**

#### Información General acerca del suelo

Drenaje natural: regular

Morfología general: Planicie

Pendiente: No

Condiciones de humedad del corte: seco.

*Presencia de rocas superficiales:* Escasa no mayores a 5 cm de diámetro.

Evidencia de erosión: Ninguna.

*Influencia humana:* Acahual con evidencia de actividades pecuarias.

Profundidad: No determinada.

Textura: migajón arcillo-limoso

Fertilidad: media

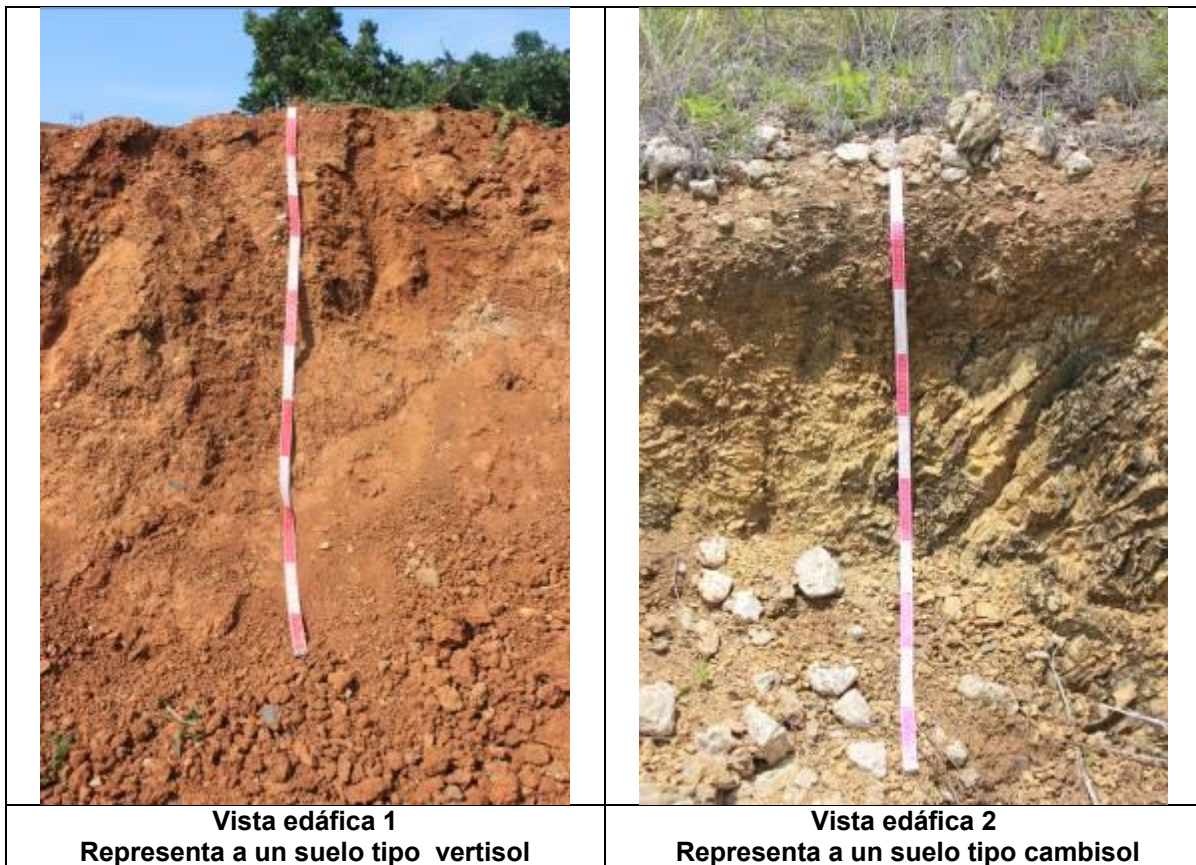
Tipo de suelo: Cambisol

#### ***Vistas Edáficas dentro del SAR***

Las vistas edáficas son visualizaciones realizadas al suelo aprovechando cortes naturales o artificiales ya existentes, donde se pueden apreciar sus características generales como color, pedregosidad, textura y profundidad. Esto es muy útil para corroborar y validar lo que la información cartográfica señala sobre un suelo de determinado lugar. A continuación se muestran las vistas edáficas realizadas en el SAR. (Cuadro IV-5 y Figura IV-37).

**Cuadro IV-5. Ubicación geográfica de las vistas edáficas dentro del SAR.**

	Uso del suelo	UTM		MSNM
Vista Edáfica 1	Agropecuario	292665	1833281	40
Vista Edáfica 2	Agropecuario	300316	1833200	45
Vista Edáfica 3	Agropecuario	289768	1826991	26
Vista Edáfica 4	Banco de materiales	289416	1838562	115
Vista Edáfica 5	Acahual	288067	1839567	155
Vista Edáfica 6	Agropecuario	291478	1830072	67
Vista Edáfica 7	Agropecuario	276434	1836549	88
Vista Edáfica 8	Agropecuario	274686	1835161	85





**Vista edáfica 3**  
Representa a un suelo tipo vertisol



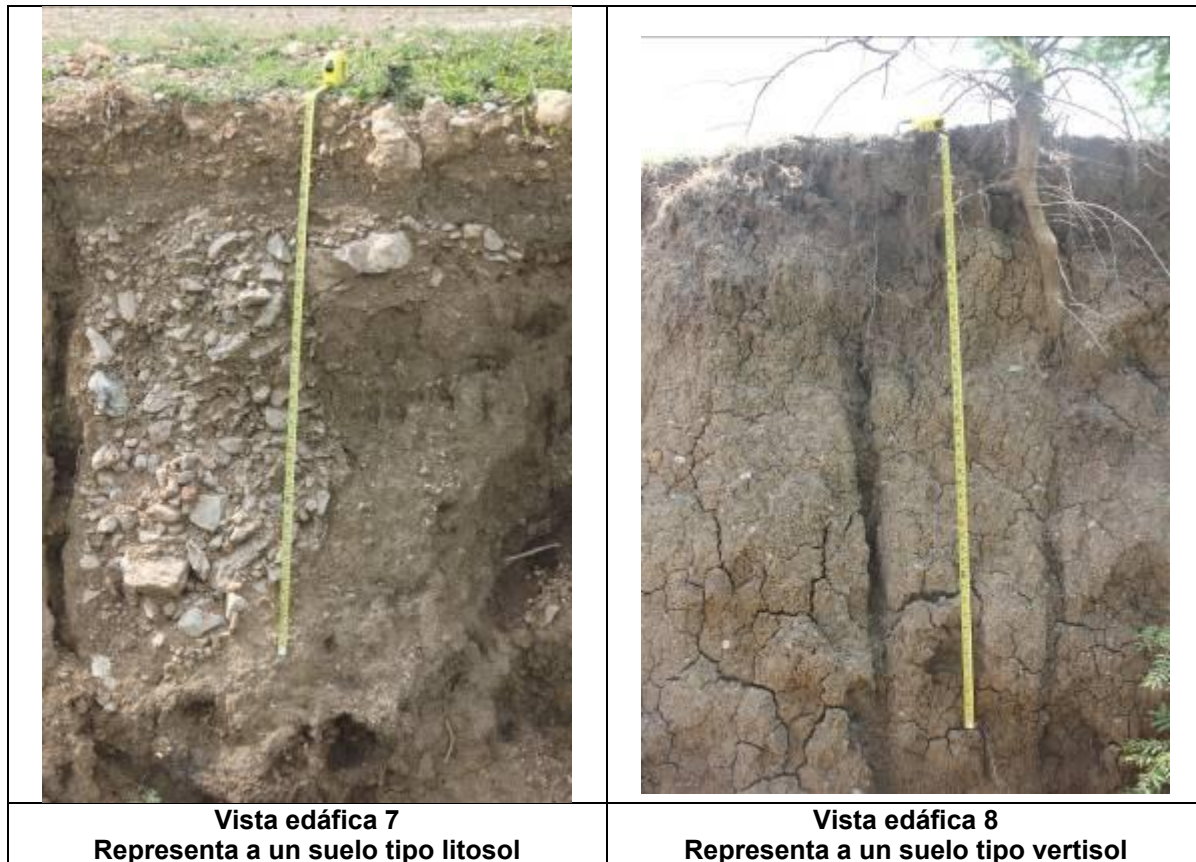
**Vista edáfica 4**  
Representa a un suelo de tipo litosol



**Vista edáfica**  
**Representa a un suelo tipo 5 litosol**



**Vista edáfica 6**  
**Representa a un suelo tipo vertisol**



**Discusión:**

Las cartas edafológicas señalan que para el SAR del proyecto se encuentran litosoles en la parte norte, en la parte central cambisoles (en la que se ubica el Área de Influencia) y en la parte sur vertisoles.

Como resultado de los trabajos de campo se encontró que los suelos dentro del área de influencia del proyecto son formados por materiales no consolidados, característicos de las planicies tropicales secas. Originalmente pudieron ser selvas bajas caducifolias pero con la intervención humana se han utilizado para labores agropecuarias. Sus horizontes superiores son de coloración rojiza con presencia de materia orgánica.

De manera general las características físicas y químicas de los suelos dentro del Área de Influencia del proyecto corresponden al tipo Cambisol (Anexo I. Análisis físico químico de suelos). Dentro del SAR aparece además de los anteriores los vertisoles. A continuación se describe las características generales de los suelos cambisoles, litosoles y vertisoles.

**Cambisoles** El término Cambisol deriva del vocablo latino *cambiare* que significa “cambiar”, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Se localizan en lomeríos de pendientes suaves, sierras de laderas tendidas y algunas zonas de llanuras inundables, donde los climas son templados, semicálidos y cálidos, húmedos y subhúmedos, que propician el crecimiento de una variada gama de asociaciones vegetales. Estos suelos se formaron a partir de calizas, conglomerados, rocas ígneas y aluviones. Están constituidos por un horizonte A ócrico de color pardo amarillento, pardo rojizo, o gris oscuro, con textura de arena migajosa a migajón arcilloso, el cual descansa sobre un horizonte B cámbico cuyo color es pardo pálido, pardo rojizo oscuro o gris muy oscuro, en tanto que su textura varía de migajón arenoso a arcillo-arenoso.

Los cambisoles pueden ser de tres tipos, éutricos, gléycos y ferrálicos; los éutricos son de ligera a moderadamente ácidos, con capacidad media de intercambio catiónico y contenidos medios de calcio y magnesio y bajos de potasio. Tales características les confieren buena fertilidad. Los gléycos y ferrálicos, en cambio, son ácidos (con pH hasta de 4,0), con baja capacidad de intercambio catiónico y pobres en nutrientes, debido a lo cual sus rendimientos en las actividades agrícolas son poco considerables. Para su uso en dicha actividad es conveniente agregarles cal, con el fin de aumentar el pH, y fertilizantes. Se hallan asociados a vertisoles y fluvisoles.

### **Litsoles**

Los Litsoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Litsoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Litsoles incluyen los subgrupos Lítico del orden Entisol (Estados Unidos de Norteamérica); Leptic Rudosols y Ténnosols (Australia); y Petrozems y Litozems (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Litsoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Las características generales de los Litsoles es que su material parental puede ser de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 % (en volumen) de tierra fina. Se encuentran principalmente tierras en altitud media o alta con topografía

fuertemente disectada. Los Litosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Desarrollo del perfil: Los Litosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Litosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

### **Vertisol**

El término vertisol deriva del vocablo latino *vertere* que significa “verter” o “revolver”, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. Se han formado a través de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones. El horizonte A que presentan es profundo, de textura arcillosa o de migajón arcilloso, que debido a su alto contenido de material fino (arcillas montmorinolíticas) los hace compactos y masivos al estar secos y muy adhesivos y expandibles cuando se humedecen. Estos cambios provocan la formación de grietas en su superficie de por lo menos un centímetro de ancho.

Su contenido de materia orgánica es medio y la capacidad para absorber cationes de calcio, magnesio y potasio va de alta a muy alta; encontrándose a disposición de las plantas cantidades altas de los dos primeros elementos, y bajas del último.

De manera general lo que impone mayores restricciones para su manejo es el alto porcentaje de arcilla que los integra, pues deben tener un grado de humedad adecuado, de otra forma si están muy secos o tienen exceso de agua es difícil introducir los implementos de labranza. En estos suelos se pueden cultivar pastos, se realizan actividades agrícolas de temporal y de riego, además se desarrollan pastos inducidos, selva mediana subperennifolia y baja caducifolia en estado secundario.

Como conclusión diremos que de manera general los suelos del SAR son característicos de planicies, delgados, medianamente fértiles usados principalmente para actividades agropecuarias (cultivo de sorgo y pastizales) teniendo su principal limitante en la disposición del agua que depende directamente de las lluvias estacionales. Por todo esto se considera que no tienen problemas de erosión, por el contrario se considera que esta zona es formadora de suelos y su estabilidad edafológica es apropiada para el establecimiento del proyecto.



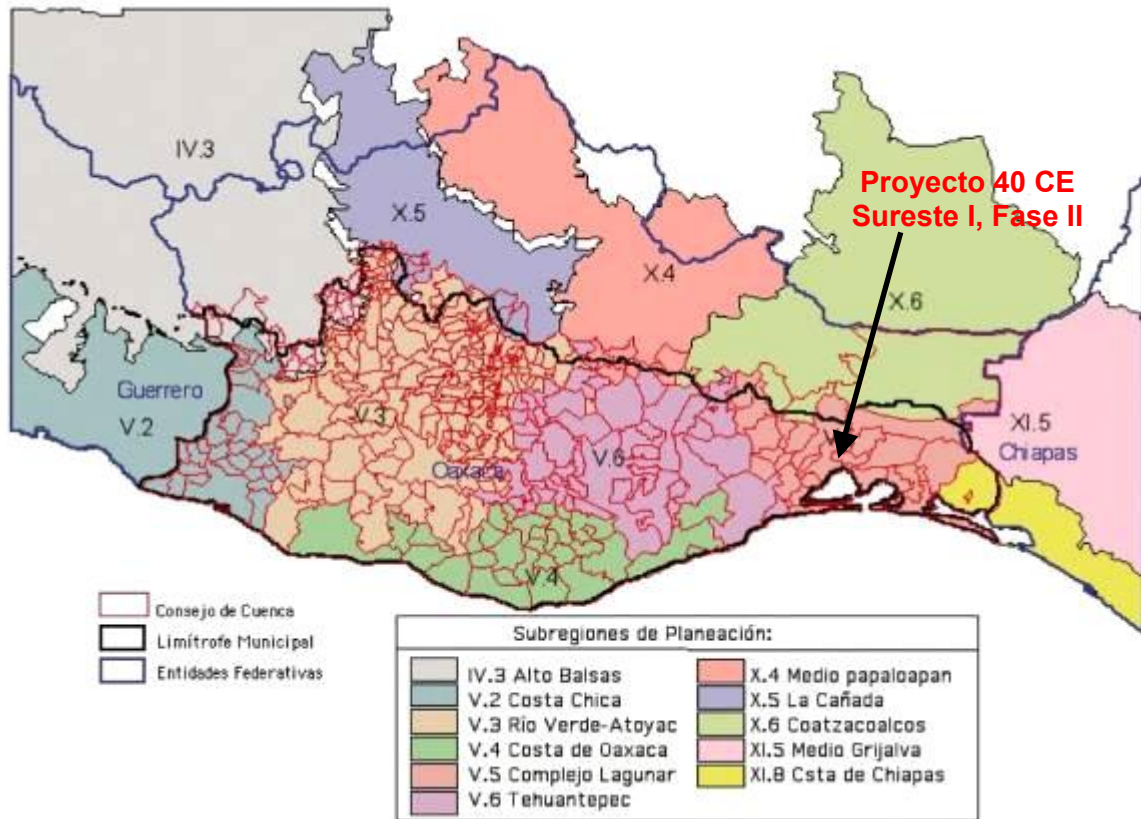
#### **IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea**

##### **Metodología**

La metodología para la descripción de la hidrología presente en el SAR se basó en la información más reciente de diferentes fuentes bibliográficas y cartográficas tanto de la CONAGUA como del INEGI. Además de la revisión documental se realizó un recorrido prospectivo para obtener elementos a mayor detalle respecto de la situación actual de la hidrología local, en este se buscaron indicadores hidrológicos como aguajes, jagüeyes, pozos, cauces de escurrimientos y obras de riego, así mismo también se obtuvieron referencias de algunos ejidatarios que han excavado pozos en busca del manto freático.

##### **Recursos hidrológicos**

El SAR se ubica en la Subregión V.5 Complejo Lagunar, de la Región Hidrológico-Administrativa V, Pacífico Sur de la CONAGUA (Figura IV-48), que toma su nombre del conjunto de lagunas que se ubican en ella, incluyendo la Laguna Superior, la Laguna Inferior, la Laguna Oriental y el Mar Muerto, las Bahías de Salina Cruz y La Ventosa. La subregión se integra por 23 municipios, todos dentro del estado de Oaxaca, con una superficie de 7 223 km<sup>2</sup>, y sus principales corrientes son los Ríos Los Perros, Espíritu Santo, Santo Domingo, Cazadero, Niltepec, Ostuta y Novillero (CNA, 2003).



**Figura IV-48. Región Hidrológico-Administrativa V Pacífico Sur (Subregión V.5 Complejo Lagunar) de la CONAGUA.**

El balance y disponibilidad de aguas de las corrientes principales de la Subregión Complejo Lagunar se muestra en el Cuadro IV-6. El río de mayor importancia de la Subregión es el Río Los Perros, que nace de la conjunción de tres corrientes que escurren de montañas próximas a Guevea de Humboldt y del Cerro Las Flores. Pasa por las poblaciones de Ixtepec, Ixtaltepec y Juchitán, y desemboca en la Laguna Superior al oriente de Santa María Xadani. Lleva ese nombre ya que en su curso alto existió una importante colonia de nutrias, a las que también se conoce como perros de agua. Entre el Río Los Perros y el Río Tapanatepec, descienden ríos de cuencas cortas de poca longitud, que se relacionan a continuación: Espíritu Santo (Chicapa o Santo Domingo), Cazadero, que desemboca en la Laguna Superior; Niltepec, que desemboca en la Laguna Inferior y Ostuta, que desemboca en la Laguna Oriental.

**Cuadro IV-6. Balance y disponibilidad de aguas superficiales de la Subregión V.5 Complejo Lagunar, Oaxaca. Tomado de CNA, (2003).**

Variable		Río Los Perros	Río Espíritu Santo	Río Niltepec	Río Ostuta
Superficie Hidrológica (km <sup>2</sup> )		1998,01	1865,09	391,43	1540,48
Esgurrimiento virgen por cuenca propia (hm <sup>3</sup> )		228,74	386,72	138,52	1047,09
Extracciones para usos consuntivos en la cuenca (hm <sup>3</sup> )		0,42	5,14	0,03	0,8
Evaporación en vasos de almacenamiento (hm <sup>3</sup> )		0	0	0	0
Exportaciones (hm <sup>3</sup> )		0	0	0	0
Importaciones (hm <sup>3</sup> )		701,23	0	0	0
Esgurrimiento aguas abajo inferido (hm <sup>3</sup> )		228,32	381,57	138,69	1046,3
Disponibilidad	DR	9,83	8,93	9,98	9,93
	Cond	Abundancia	Disponibilidad	Abundancia	Abundancia

**DR: Disponibilidad relativa; COND: Condición de disponibilidad.**

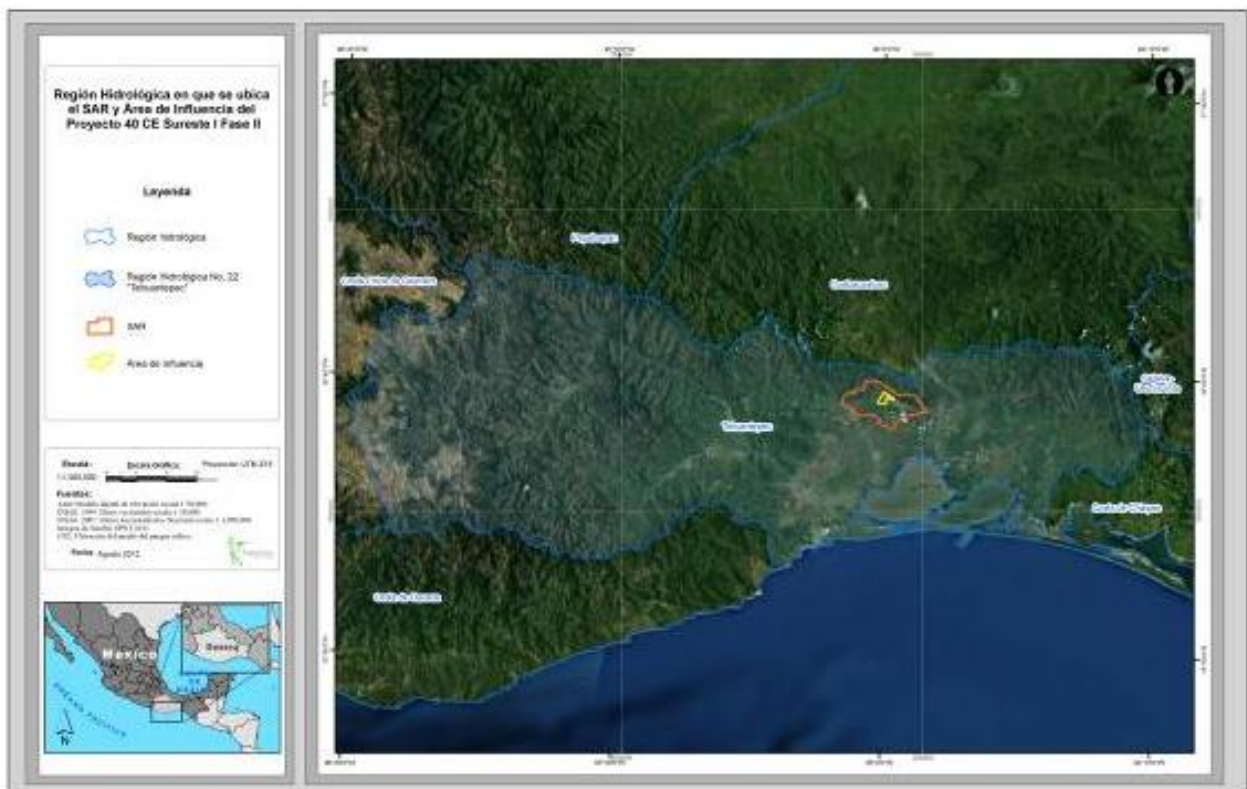
Los escurrimientos de la Subregión, son de 1 801,27 hm<sup>3</sup>, aunados a la importación de agua procedente de la subregión Tehuantepec, suman un volumen anual de 2 502,5 hm<sup>3</sup>, de los cuales 707,62 hm<sup>3</sup>/año se dedican a diversos usos consuntivos, principalmente para cubrir las demandas del uso agrícola del Distrito de Riego 019 Tehuantepec, de donde resulta una disponibilidad o cantidad excedente de agua, accesible para satisfacer las necesidades de nuevos aprovechamientos o para cubrir las demandas del crecimiento (CNA, 2003). El área de estudio y por lo tanto el SAD no se ubican dentro de los límites de ninguna Región Prioritaria para la Conservación de CONABIO (Arriaga *et al*, 2002).

### Hidrología superficial

El SAR del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II se localiza en la parte oriental de la Región Hidrológica 22 (RH 22), en el Istmo de Tehuantepec (Figura IV-49). La RH 22 limita al oeste con la RH 20 Costa Chica de Guerrero, al sur, con la RH 21 Costa de Oaxaca, al este con las RH 23 Soconusco y RH 30 Río Grijalva, y al norte, con las RH 28 Río Papaloapan y RH 29, Río Coatzacoalcos (Figura IV-50).

La porción occidental de la RH 22 se encuentra ocupada por la cuenca del río Tehuantepec, cuya vertiente Sur pertenece a la Sierra Madre del Sur y drena por los ríos

Amarillo y Tequisistlán; la vertiente Norte drena la ladera de la Sierra de Zongolica, continuación de la Sierra Madre Oriental, al Sur de la Faja Volcánica Transmexicana, por el colector principal, el río Tehuantepec, que vierte sus aguas al Golfo de Tehuantepec, en el puerto de Salina Cruz. La presa Benito Juárez capta el mayor porcentaje del caudal que escurre en la cuenca, porque esta área se encuentra en parte de clima más húmedo de la región, beneficiando a los municipios de Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, Santa Cruz Espinal, Juchitán, Tehuantepec y San Blas Atempa.



**Figura IV-49. Ubicación aproximada del Proyecto 40 CE Sureste I, en la Región Hidrológica No. 22 "Tehuantepec", de la CONAGUA.**



**Figura IV-50. Ubicación del Proyecto y la RH 22 en relación con el Istmo de Tehuantepec.**

En la RH 22 se encuentran cuencas menores entre las que destacan, por la magnitud de sus áreas, las de los ríos Los Perros, Espiritu Santo-Chicapa y Cazadero, que desembocan en la Laguna Superior; el Niltepec, que desagua en la Laguna Inferior y el Zanatepec, que vierte su caudal en la Laguna Oriental. Las dos primeras cuencas nacen en la punta oriental de la Sierra de Zongolica y las restantes en la punta occidental de la Sierra de Soconusco, conocida como

la Sierra de los Chimalapa. La zona fronteriza entre ambas puntas se conoce como Paso Chivela en la que se ubica la carretera transístmica Salina Cruz-Coatzacoalcos. Las cuencas mencionadas están localizadas en la parte menos húmeda de la región, las cuales no cuentan con obras de almacenamiento de agua superficial, por lo que gran parte del escurrimiento se infiltra.

El Municipio de Asunción Ixtaltepec, es abastecido de recursos hidrológicos, principalmente para riego, desde la Presa Benito Juárez, además del caudal aportado por el Río Los Perros que atraviesa la cabecera municipal, el río Verde que corre en las comunidades de Mena Nizanda, La Mata, y el Río Chivixhuyo, el cual se localiza en la agencia municipal del mismo nombre, aunque presentan pérdidas importantes de agua por filtración y evaporación, provocando ineficiencia en los sistemas de producción, según lo señala el propio Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013 del Municipio de Asunción Ixtaltepec.

La corriente hidrológica más cercana al área de influencia del proyecto y del SAR es el Río Los Perros, que fluye en dirección NE-SW a unos 8 km al SE, y atraviesa las poblaciones de Cd. Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal y Juchitán de Zaragoza, antes de desembocar en la Laguna Superior.

Este río se encuentra muy deteriorado por ser receptor de una gran cantidad de desechos residuales que se tiran en el al cruzar por otras comunidades antes de llegar a Asunción Ixtaltepec, por lo que sus aguas llegan ya con un alto grado de contaminación. Además, el fuerte comportamiento estacional de la precipitación y los escurrimientos superficiales de la región, hacen que el río ya no pueda ser aprovechado para abastecimiento de agua, consumo humano, o agricultura. Asimismo, ha servido como banco de arena donde la población obtiene material para la construcción. Sin embargo, durante la época de lluvias es frecuente el desbordamiento de este río afectando a la población.

### **Hidrología subterránea**

En la subregión Complejo Lagunar en la cual se localiza el SAR se encuentra inscrito sólo un acuífero que es el denominado Ostuta, con superficie de 1 300 km<sup>2</sup>, que recibe como recarga renovable un volumen de 8 hm<sup>3</sup>/año, frente a una extracción, que se realiza a través de 49 obras de alumbramiento, de 2,62 hm<sup>3</sup>/ año destinados a satisfacer las demandas de diversos usos consuntivos. La diferencia entre la recarga y la extracción o lo que se conoce como

reserva excedente es de  $5,6 \text{ hm}^3/\text{año}$ , lo que la permite calificar como subexplotada, con disponibilidad de agua subterránea para todos los usos sin restricciones (CNA, 2003).

### Hidrología en el Área de Influencia

La hidrología dentro del área de influencia del proyecto solo esta formada por escurrimientos intermitentes con actividad solamente en la temporada de lluvias, el cauce de estas corrientes intermitentes esta situado en la parte norte (Figura IV-51 y Figura IV-52), las características de cauce (profundidad y taludes) indican que al ser una corriente intermitente es un flujo laminar de baja consideración, carece de cuerpos de agua permanentes tanto naturales como inducidos como aguajes, jagüeyes, obras de riego y pozos (Anexo VI.9).



**Figura IV-51. Lecho de una corriente hidrológica intermitente en la parte norte del área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I, Anexo VI.9**



**Figura IV-52.**Continuación de la corriente intermitente en la parte norte del área de influencia del proyecto.



## IV.2.2 Aspectos bióticos

Los efectos negativos que se presentan a causa de las actividades antropogénicas se reflejan en el corto plazo principalmente sobre los sistemas biológicos. La flora y fauna de una región son los primeros componentes del ecosistema que se ven afectados por los procesos de perturbación ambiental causada por la ejecución de diversas actividades antropogénicas. Es por ello que es sumamente importante tener una caracterización completa del componente biológico por varios motivos, conocer la condición actual y tendencias de estos componentes antes de la ejecución del proyecto (*establecer una línea base del ecosistema y sus componentes*), identificar a las especies de flora y fauna más vulnerables a procesos de degradación dado sus características biológicas (tasas de reproducción, tasas de mortandad, tasa de crecimiento) y ecológicas intrínsecas (especialización del nicho ecológico, distribución, diversidad de gremios alimenticios).

La caracterización del componente biológico debe incluir un buen inventario de las especies de flora y fauna y una estimación de su diversidad. Al mismo tiempo, se debe hacer una descripción de la distribución de las especies dentro del ecosistema y evaluar su grado de vulnerabilidad ante cualquier factor de cambio. Contando con esta información de base se puede inferir la salud ambiental de cualquier ecosistema.

Se ha mencionado que los procesos y funciones de un ecosistema dependen de los organismos que lo habitan. Por lo tanto, contar con información sobre la biodiversidad que alberga el SAR ayudaría a definir su estado de conservación, evaluando su funcionalidad ecológica e identificando los procesos clave que mantienen el equilibrio ecológico regional.

Cuando se intenta evaluar la calidad ambiental de un área a intervenir es muy recomendable contar con un sistema de referencia. Un sistema de referencia se define como una región que se encuentra en buen estado de conservación, que se infiere, mantiene los ensamblajes de flora y fauna en condiciones naturales y que comprende aquel o aquellos ecosistemas que históricamente también se distribuían por el área a intervenir. De esta manera, se puede medir la severidad de los procesos de cambio que llevaron a que el área a intervenir se encuentre en las condiciones actuales. Este enfoque ha sido utilizado de manera exitosa en dos temas: 1) Cuando se pretende restaurar un ecosistema altamente degradado y) Cuando se evalúa en el grado de conservación (línea base), de una región con miras de

implementar algún proyecto de desarrollo. El segundo caso es el que nos ocupa en este apartado.

Se tiene evidencia científica que la superficie del SAR originalmente estaba cubierta por bosque tropical caducifolio (Challenger 1998, Redodowsky, 1987 y Miranda y Hernández 1963). Con los procesos de transformación que se han presentado en la región del Istmo de Tehuantepec, este tipo de vegetación y toda su biodiversidad asociada se ha reducido a fragmentos distribuidos por toda el SAR (Rafael-Villegas, com per, ver sección V.3.1 del Capítulo V). Las partes menor conservadas del bosque tropical se han restringido a las zonas de serranía y, particularmente en el SAR, a la Sierra de Tolistoque. Y se ha conservado porque las condiciones orográficas de la Sierra y el tipo de suelo han impedido que se establezcan sistemas productivos altamente transformantes como la agricultura o la ganadería. Este tipo de procesos de transformación del paisaje es muy común en todas las regiones del mundo (Fisher y Linder Mayer. 2010).

Considerando lo anterior, la descripción de los aspectos biológicos del SAR se realizó tomando como sistema de referencia a la Sierra de Tolistoque. Por lo tanto se procedió a recopilar estudios que se hayan realizado para describir la diversidad presente en la Sierra de Tolistoque.

Dado su buen estado de conservación de la Sierra de Tolistoque, se han logrado certificar **Áreas destinadas voluntariamente a la conservación** (ver cap III Instrumentos de conservación), por lo que se han generado diversos estudios técnicos que incluyen información valiosa sobre la biodiversidad que albergan. Sin embargo, después de analizar dicha información, se tomo la desición de no considerar algunos de ellos por presentar solamente información bibliográfica pero no verificación en campo, por lo que solo se consideraron aquellos estudios que si se pudo corroborar que incluyen registros verificados en campo de las especies reportadas. Mismo procedimiento se realizó para el resto del SAR

Para el caso de la descripción de la biodiversidad de nuestro sistema de referencia se consideró la información de los siguientes trabajos: Pérez- García E ( 2006), Gallardo-Cruz (2005), INECOL, 2010 y MacKay (2010), En el SAR, adicionalmente de los trabajos en campo realizados específicamente para el presente MIA-Regional, se recopiló información principalmente de estudios de manifiesto ambiental de las centrales eólicas presentes dentro del SAR igualmente solo se consideró aquellos estudios que presentaran registros de campo

de las especies de flora y fauna, estos fueron: MIA-Particular (MIA-P) PE La Ventosa; MIA-P PE Fuerza Eólica del Istmo, MIA-P de la CE en el Istmo de Tehuantepec (2010); MIA-P L.T. Oaxaca I, III y IV-S. E. La Ventosa (2010), MIA-Partícula de EDF (2008), MIA-Particular de Peñoles (2008), MIA-Particular, de Iberdrola (2004) y MIA-Particular de CFE (2010), Reporte del Monitoreo en el PE BiiNee Stipa II. Adicionalmente a estos estudios, también se consideró la información generada durante el Estudio Prospectivo Regional realizado por CFE, en el 2008, estudio de aproximadamente de 3 900 km<sup>2</sup>, y los trabajos de campo realizados para describir los aspectos biológicos dentro del SAR

Esta sección esta estructurada de la siguiente manera. Primero se incluye un análisis a nivel del SAR, incluyendo el sistema de referencia, que permite hacer una comparación entre diferentes sitios dentro del SAR, evaluando la diversidad alfa y beta, lo que permite ponderar el grado de conservación que guarda la flora y fauna en general.

En una segunda etapa se hace una descripción dentro del Área de Influencia que permitió conocer de manera detallada las especies de flora y fauna determinando algunos parámetros ecológicos como composición, estructura y abundancia que diagnostica el estado de conservación que tiene el Área de Influencia con respecto a la flora y fauna a nivel de SAR.

Finalmente, con la información obtenida y con los resultados de los análisis realizados se procedió a construir indicadores ambientales relacionados con la biodiversidad del SAR y del Área de Influencia estableciendo su línea base del proyecto. Estos indicadores se presentan en la sección IV.2.5 del presente capítulo.

#### **IV.2.2.1 Vegetación terrestre**

##### **Método**

Para describir la vegetación terrestre en el SAR la información se analizó en dos niveles. El primero fue incluir información que describiera de manera general las condiciones de la vegetación en el SAR, estableciendo patrones de diversidad y distribución de la vegetación. El segundo, fue a nivel del Área de Influencia haciendo una descripción más detallada de la estructura y composición de los remanentes de vegetación que aún conserva.

En el primer caso se realizó un mapa de vegetación para identificar los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo presentes en el SAR que también sirvió para guiar en campo los muestreos. El mapa de vegetación se obtuvo en una clasificación no supervisada basada en imágenes de satélite Landsat, ETM 2011 y SPOT abril, 2011 que se utilizaron como base en la fotointerpretación, análisis y delimitación de la vegetación y uso del suelo en los dos niveles de análisis (SAR y Área de Influencia) respectivamente. La delimitación de la vegetación y uso del suelo, se llevó a cabo por medio de un análisis espectral, también llamado índice NDVI por sus siglas en inglés (Normalized Difference Vegetation Index, Rouse et al., 1974), en el cual se obtuvo una clasificación de las imágenes Land Sat y SPOT de acuerdo a los atributos de disimilitud en las coberturas del suelo y características de la vegetación. NDVI es un cociente basado en las porciones infrarroja y roja del espectro electromagnético. Estas bandas son valiosas para los estudios de cobertura porque contienen hasta el 80% de la información referente a la vegetación, lo cual permite discernir sobre su calidad, estado y estructura. El NDVI fue calculado con ERDAS 9.3 usando como fuente de datos una imagen SPOT abril, 2011. Los valores del NDVI fueron posteriormente clasificados en cuatro categorías con ArcGIS 9.3. Se le indicó al programa que los valores de NDVI fueran agrupados de acuerdo a Natural breaks (agrupamientos naturales), una utilidad de ArcGIS que permite establecer clases de acuerdo al agrupamiento de píxeles con valores similares y maximizar las diferencias entre clases. Los límites entre cada clase son establecidos donde hay “saltos” relativamente grandes en los valores de los datos. Para la identificación y categorización de la vegetación, y sus diferentes tipos de comunidades vegetales, se utilizó la clasificación para los tipos de vegetación en México de Rzedowski (1978). Como resultado se generó un mapa de vegetación preliminar.

La primera clasificación obtenida fue verificada en campo y se hicieron las anotaciones correspondientes para posteriormente realizar las correcciones o ajustes necesarios en el software mediante interpretaciones visual. Para obtener la información de campo se efectuaron visitas en el SAR, en estos recorridos se identificaron el mayor número posible de puntos de verificación. En cada punto de verificación se tomaron fotos del sitio (Anexo V). Se contó con 41 puntos (ver Figura IV-53) de verificación que sirvieron para apoyar la verificación y se superpusieron las clasificaciones obtenidas del análisis anterior con los puntos de verificación, con las cuales se afinó el detalle en la delimitación e identificación de las unidades de vegetación que conforman la cubierta vegetal y uso del suelo y con ello se

generó un mapa actualizado de la vegetación y uso del suelo para el SAR (ver Figura IV-55). (Figura IV-53).

**Análisis de diversidad de la vegetación terrestre**

**Búsqueda de estudios sobre la vegetación terrestre en el sar**

Se revisaron los estudios de manifestación de impacto ambiental, artículos y reportes técnicos donde presentaran datos de especies así como de su abundancia dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) de la información recopilada se seleccionaron ocho estudios (Cuadro IV-7)

**Cuadro IV-7. Descripción de los sitios establecidos dentro del SAR**

#	Clave	Sitio	Estudio	Tipo de Vegetación	Año
1	Área de influencia	Área de influencia	MIA-Particular SURESTE I	BTC, ABTC	INECOL, 2012
2	La ventosa 1	MIA línea de transmisión	MIA-Particular LA VENTOSA	BTC	Benítez-Badillo, G. 2010.
3	La ventosa 2	MIA línea de transmisión	MIA-Particular LA VENTOSA	ABTC	Benítez-Badillo, G. 2010.
4	Sitio 2 (INECOL)	Sierra Tolistoque	Base de datos de vegetación	BTC	INECOL, 2010
5	Nizanda_	Nizanda_ Gallardo-Cruz	Asunción Ixtaltepec	BTC	Gallardo-Cruz (2005)
6	Sitio 1 (INECOL)	Muestreo 1	Base de datos de vegetación	BTC	INECOL, 2012
7	Sitio 3 (INECOL)	Muestreo 3	Base de datos de vegetación	ABTC	INECOL, 2012
8	Sitio 4 (INECOL)	Muestreo 4	Base de datos de vegetación	ABTC	INECOL, 2012

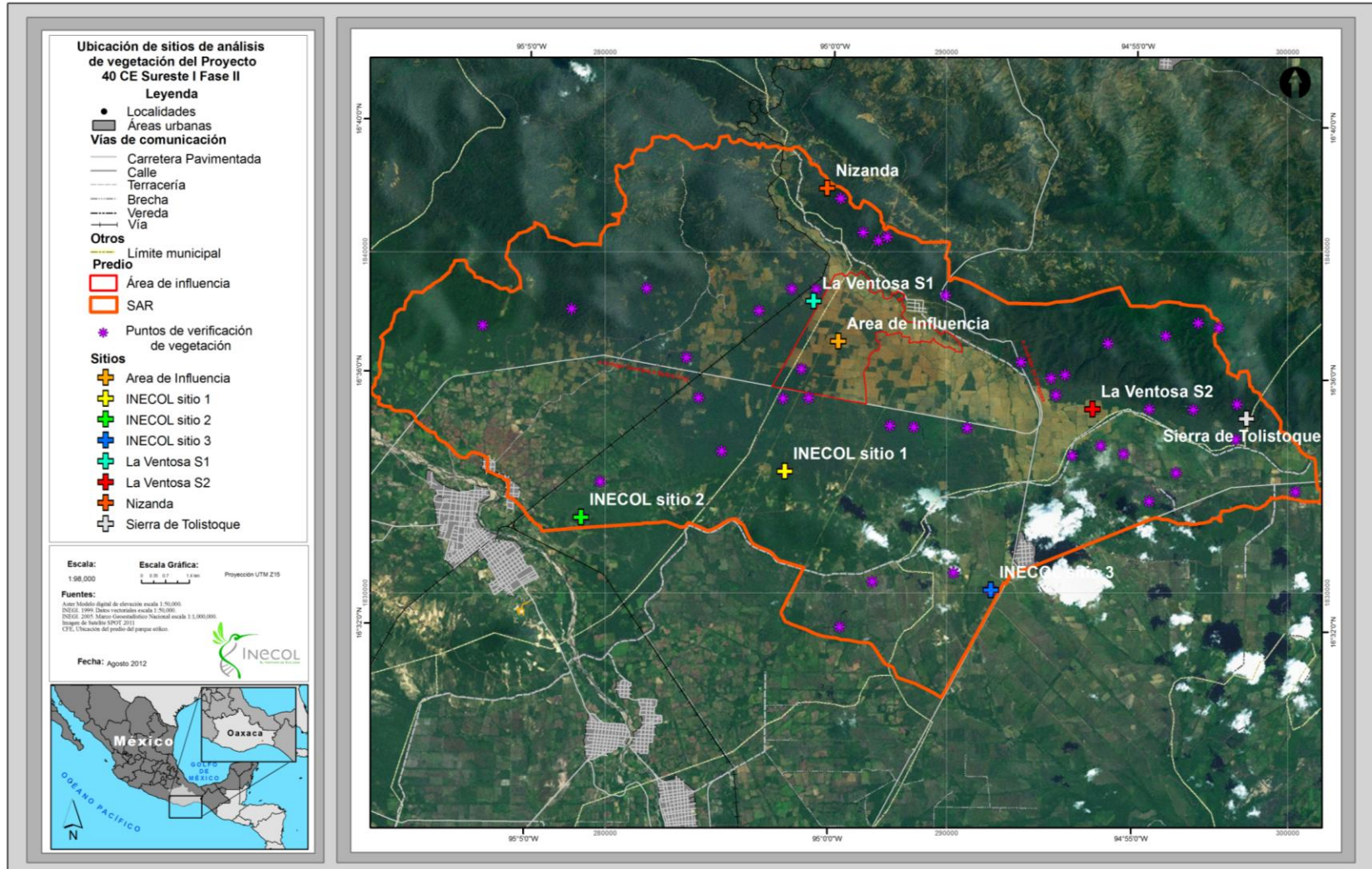


Figura IV-53. Ubicación de los puntos de verificación y sitios establecidos dentro del SAR

### **Análisis de datos**

Con la información obtenida de los siete sitios seleccionados dentro del SAR y con el fin de describir a las comunidades vegetales se realizó un análisis estructural del estrato arbóreo y arbustivo. En cada sitio registrado se siguieron los siguientes procedimientos para la descripción cuantitativa de las comunidades vegetales:

Con los datos obtenidos por medio de los estudios incluidos y por el trabajo de campo realizado en el presente estudio se calculó la densidad relativa, frecuencia relativa e índice de valor de importancia.

La densidad relativa (**DR%**) es el número de individuos por especies, dividido por el número total de individuos presentes, multiplicado este valor por cien.

La frecuencia relativa (**FR%**) esta daba por el número de parcelas en los que se presentó una especie, entre el número de parcelas de todas las especies, multiplicado por cien.

Valor de importancia (IVI) es la sumatoria de la densidad relativa mas la frecuencia relativa.

$$\text{IVI (\%)} = \text{Dr} + \text{Fr}$$

El número de individuos de cada especie de cada sitio fueron usados además, para realizar análisis comparativos entre todos los sitios registrados

#### *Medidas de diversidad*

Para poder estimar de la diversidad  $\alpha$ , por su estructura y abundancia se analizó basándose en el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), en el que además de una estimación de la riqueza de especies también incorpora el concepto de equidad. En la estimación de este índice únicamente se consideraron los individuos de las especies encontradas en cada sitio. Su fórmula es la siguiente:

$$H' = -\sum P_i * (\ln P_i)$$

Donde:

**H'** = Índice de Shannon-Wiener

**P<sub>i</sub>** = Proporción del número de individuos de la especie *i* con respecto al total

**ln** = Logaritmo natural

Donde  $P_i = n_i/N_t$

**N** = Número total de individuos de todas las especies

**n**= Número de individuos de cada especie *i*

#### *Curvas de acumulación de especies*

Se utilizó el estimador *Chao 1* para determinar el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra, *Bootstrap* este estimador de la riqueza de especies se basa en  $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie *j* y *Sobs* (*Mao Tao*) es el número de especies observadas en las muestras. Utilizando el paquete estadístico de EstimateS 7.5 (Collwell, 2000). Se utilizó este estimador debido a que tiene un sesgo menor, además de que está basado en incidencias de (presencia – ausencia). Sus formulas son las siguientes:

*Chao 1*

$$\mathbf{Chao\ 1 = S + a^2 / 2b}$$

Dónde:

**S** = Numero de especies en una muestra.

**a** = Numero de especies que están representadas solamente por un individuo en esa muestra.

**b** = Numero de especies representadas por exactamente dos individuos en esa muestra.

*Bootstrap*

$$\mathbf{Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n}$$

Dónde:

**S** = Número total de especies

**p<sub>j</sub>** = Proporción de UM que contiene a cada especie

**n** = Numero total de periodos de muestreo

#### ***Diversidad beta***

La diversidad beta se estimo utilizando el índice de similitud de Sorensen que utiliza datos de presencia/usencia de las especies. Este índice mide el grado de semejanza que hay en el número de especies que comparten dos o más sitios (diversidad  $\beta$ ). El índice esta definido por la siguiente formula;



$$I_s = 2a / 2a + b + c$$

Dónde:

**I<sub>s</sub>**= Índice de similitud Sorensen

**a**= Número de especies comunes entre las muestras

**b**= Número de especies en la muestra 1

**c**= Número de especies en la muestra 2

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre sitios y hasta 1 cuando los 2 sitios tienen la misma composición de especies. Para realizar este análisis se utilizó el programa MVSP 3.1 A MultiVariate Statistical Package.

Para analizar la vegetación terrestre dentro del Área de Influencia se realizó el muestreo en campo para determinar la estructura y composición de la vegetación. Cada sitio de muestreo fue geoposicionado con un error de tres metros, información que fue usada posteriormente como puntos de entrenamiento en el procesamiento de la imagen SPOT descrita anteriormente y que fue usada para derivar el mapa de vegetación y uso del suelo.

Para determinar la estructura y composición de las comunidades arbórea y arbustiva, se realizaron cuadros de 10 x 10 m y dentro de estos, tres cuadros de 2 x 2 m para caracterizar el estrato herbáceo. Los datos obtenidos en campo son: densidad, frecuencia y cobertura, con estas estimaciones se construyeron los valores de importancia para cada especie a fin de determinar el papel ecológico que juegan en la comunidad. Los tipos de vegetación fueron reconocidos de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978) para la flora de México.

En cada sitio de muestreo se colectó material botánico (cuando fue posible con flor o fruto) y se "fijo" en alcohol al 70%, para hacer posible su traslado hasta las secadoras del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa, Veracruz, donde se deshidrataron y posteriormente fueron identificadas en las instalaciones del Herbario XAL. Para la identificación se usó literatura botánica especializada como "El manual para la identificación de los géneros y familias de plantas leñosas" de Gentry (1996), La Flora de Guatemala (Standley, 1958), los fascículos de Flora del Bajío y La Flora de Veracruz (Sosa y Gómez-Pompa, 1994). Con la información generada y la verificación de campo se elaboró la cartografía de la zona, entre las que se encuentra el mapa de vegetación y uso de suelo. Cada ejemplar colectado fue comparado

con los ejemplares previamente colectados y depositados en XAL. Una vez identificados, los ejemplares fueron incorporados a la colección del herbario. Una vez identificado todo el material botánico, se procedió a integrar un listado de especies en donde las familias, los géneros y especies se encuentran ordenados alfabéticamente; sin embargo, se sigue el sistema de clasificación por Cronquist (1981). Todos los nombres de las plantas y los autores fueron verificados en la base de datos de W3 TROPICOS (<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>). Para cada especie se cuenta con la siguiente información: (1) nombre científico y (2) forma biológica. Con los datos obtenidos se elaboró el listado florístico, con el cual se determinó el estatus de protección legal de las especies de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. el índice de valor de importancia y el uso actual y potencial de las especies registradas.

## Resultados

### *Descripción de la Vegetación presente en el SAR*

El Sistema Ambiental Regional (SAR) muestra algunas variaciones tanto en su estructura como en su composición de especies. Se reconocieron cuatro tipos de vegetación: Bosque Tropical Caducifolio, que es el tipo de vegetación más abundante con un 35.41%, y el de menor área en el SAR es el Ripario (0.74%), Acahual con un 19.54%, Bosque Tropical Subcaducifolio con un 2.33%, también se encuentran con uso de suelo Agrícola representado con un 18.52% y Pastizal con 22.69%. Sólo el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) presenta fragmentos grandes (8154.94 ha); los tipos de vegetación restantes están restringidos a condiciones particulares y ocupan extensiones menores (Cuadro IV-8 y Figura IV-54)

**Cuadro IV-8. Superficies del SAR por tipo de uso del suelo**

<b>Vegetación y Uso de Suelo</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Bosque Tropical Caducifolio	8154.94	35.41
Pastizal	5225.46	22.69
Acahual de BTC	4500.37	19.54
Agrícola	4264.68	18.52
Bosque Tropical Subcaducifolio	536.02	2.33
Área urbana	174.31	0.76
Ripario	171.53	0.74
Suelo desnudo	5.30	0.02
<b>Total</b>	<b>23032.61</b>	<b>100.00</b>

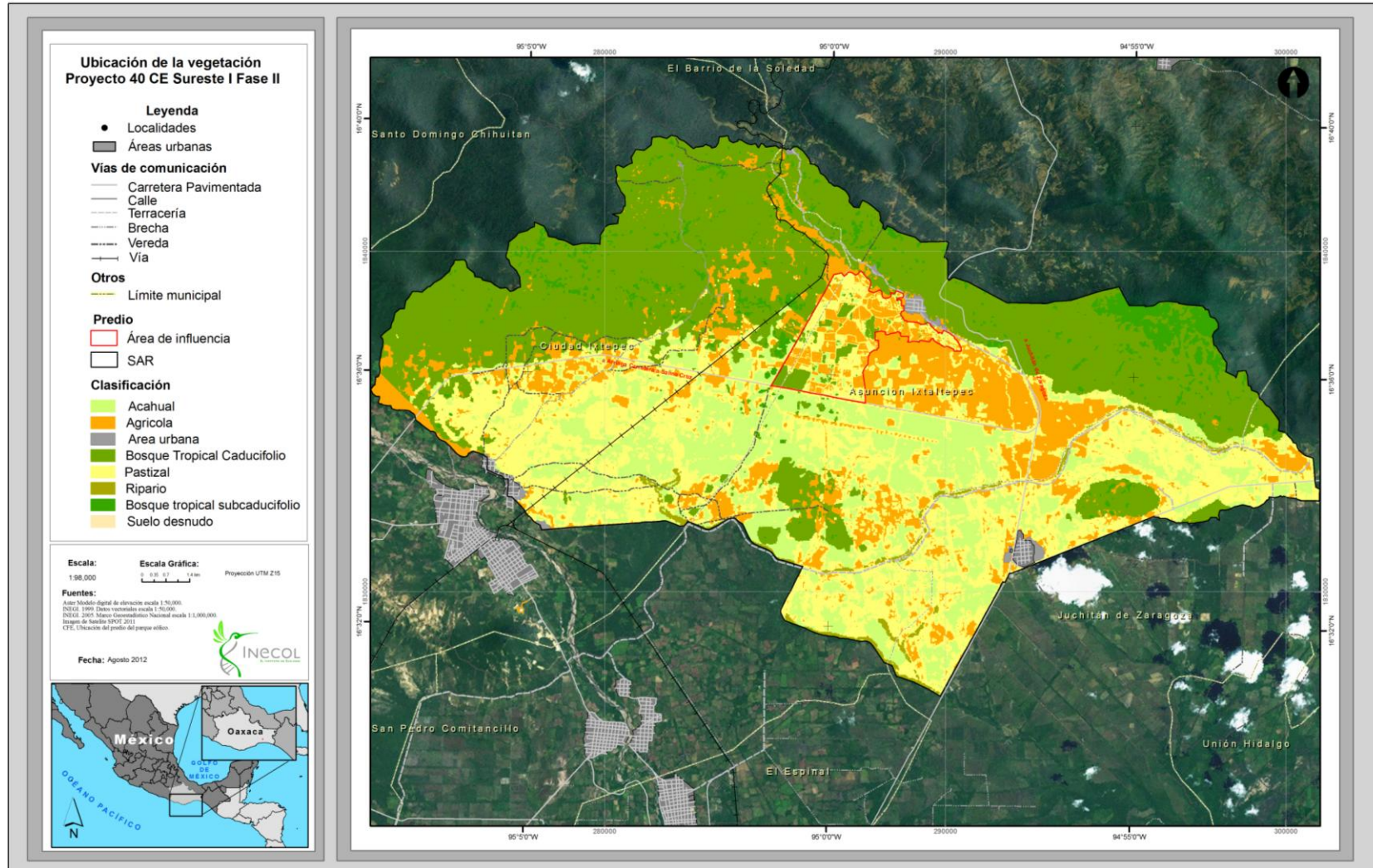


Figura IV-54. Mapa de vegetación y uso de suelo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

### **Descripción de los tipos de vegetación en el SAR**

El las 23032 ha que comprende el SAR se presentan diferentes condiciones ecológicas lo que propicia el establecimiento de distintos tipos de vegetación. Siguiendo el criterio propuesto por Rzedowski (1978), se reconocen los siguientes tipos de vegetación para el SAR: 1. Acahual de BTC, 2. Bosque Tropical Caducifolio, 3. Bosque Tropical Subcaducifolio, 4. Vegetación Riparia y 5. Acahual de BTC (Figura IV-54).

### **Bosque Tropical caducifolio (BTC)**

Además de ser el tipo de vegetación predominante en el SAR, posiblemente también sea el más heterogéneo, pues presenta notables variaciones fisonómicas y de composición entre los sitios donde se desarrolla. En general, el dosel de la Bosque Tropical Caducifolio se ubica a una altura de alrededor de 7 m, aunque se encuentran algunos árboles emergentes de hasta 13 m, principalmente del género *Bursera*. En esta comunidad son muy comunes las plantas trepadoras, principalmente herbáceas y leñosas delgadas.

La variación más notable de la BTC está claramente asociada a la altitud sobre el que se desarrolla. Cuando crece sobre La Sierra de Tolistoque, el BTC está fuertemente dominado por diversas especies como *Euphorbia schlechtendalii*, *Bursera spp*, *Pilosocereus collinsii*, *Cnidocolus megacanthus*, *Pilocarpus racemosus* *Capparis verrucosa*, *Plumeria rubra*, aunque también son frecuentes otras como *Lysiloma divaricatum*, *Gyrocarpus mocinnoi*, *Jacaratia mexicana* y *Malpighia mexicana*, entre otras. En el sotobosque destacan por su abundancia las especies como *Aeschynomene compacta* y *Bonellia macrocarpa*.

En este ambiente las epifitas son en general escasas, Las trepadoras herbáceas de las familias Asclepiadaceae, Convolvulaceae y Dioscoreaceae son muy frecuentes, y junto con algunas trepadoras leñosas de las familias Bignoniaceae, Malpighiaceae y Sapindaceae confieren a la vegetación una fisonomía intrincada.

En sitios con altitudes bajas el BTC presenta una altura de 6 – 10 m, sin embargo, aunque se trate del mismo tipo de vegetaciones que el anterior las características estructurales difieren entre cada sitio sus componentes principales son *Lonchocarpus lanceolatus* como principales especies acompañantes se registraron a *Pseudobombax ellipticum*, *Lysiloma microphyllum*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Bumelia celastrina*, *Sabal mexicana*, *Prosopis laevigata*. En el estrato arbustivo con una altura de 2-4 m, las especies más

representativas son *Capparis incana*, *Rhamnus humboldtiana*, *Cnidocolus megacanthus*, *Mimosa acantholoba*, *Jatropha gaumeri*, *Acacia collinsi* y *Cordia seleriana*.

### ***Bosque tropical subcadicifolio (BTSC)***

Este tipo de vegetación se desarrolla en sitios donde la humedad edáfica tiende a ser mayor. El BTSC se distribuye en las cañadas húmedas y en las partes altas de La Sierra de Tolistoque. En esta comunidad se presentan algunos elementos típicos de bosques más húmedas como: *Phyllostylon rhamnoides*, *Pterocarpus hayesii*, *Recchia mexicana*, *Brosimum alicastrum*, *Jacaratia mexicana*, *Allophylus cominia*, *Malmea depressa*, *Apoplanesia paniculata*, *Capparis verrucosa*, *Malpighia glabra*, *Acalypha eurostaquia*, *Forchhammeria trifoliata* y *Acacia pennatula*. Cabe mencionar que este tipo de vegetación, junto con la BTC que lo rodea, es el que presenta el mejor estado de conservación en el SAR.

### ***Vegetación riparia***

Esta comunidad ha desaparecido casi por completo debido a las actividades agrícolas, por lo que sólo permanecen algunos fragmentos aislados a lo largo del cauce de los ríos y arroyos presentes dentro del SAR. Tal situación dificulta reconstruir con exactitud su composición florística, aunque todavía destacan *Thouinidium decandrum* y *Enterolobium cyclocarpum*. Los fragmentos remanentes de este tipo de vegetación permiten suponer que se trataba de una comunidad continua pero estrecha, restringida al borde del río y cuyo dosel más o menos abierto alcanzaba una altura de 15 m.

Por otro lado, a orillas del canal que cruza el SAR se localiza un bosque de galería de *Parkinsonia aculeata* y *Acacia sp.* Los sitios donde éste se encuentra por lo regular sufren de algún disturbio y por ello es probable que se trate de una comunidad secundaria.

### ***Vegetación secundaria o Acahual de BTC***

La vegetación de sitios perturbados por las actividades humanas y los estadios sucesionales fueron agrupados como de vegetación secundaria. A pesar de ser un conjunto heterogéneo, en general en ella dominan plantas “arvenses”, particularmente de las familias Asteraceae, Malvaceae y Poaceae. En el caso de las Poaceae, es notable

que los pastos sean más frecuentes en la vegetación secundaria, mientras que en la vegetación nativa están prácticamente ausentes. Los sitios de acahual avanzados están frecuentemente dominados por Fabaceae espinosas, especialmente de los géneros *Mimosa* y *Acacia*.

El acahual dentro del SAR tiene una altura que varía de 4 a 6 m y cuyo dosel varía en cada fragmento manteniéndose por lo regular de manera abierta y disgregada. La composición de estas comunidades secundarias de acuerdo al valor de importancia reportados se registra a *Bursera simaruba*, *Acacia picachensis*, *Thouinia paucidentata*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Plumeria rubra*, *Sideroxylon celastrinum*, *Amphipterygium adstringens* y *Gossypium aridum*. En el estrato arbustivo con una altura general de 3 m de altura esta representado principalmente por *Senna fruticosa*, *Capparis incana*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Euphorbia tithymaloides*, *Cnidioscolus megacanthus*, *Randia spp.*, y *Manihot aesculifolia*. Por lo tanto, su presencia en la región aumenta conforme avanza la degradación de los ecosistemas nativos.

#### **Riqueza y composición de especies de flora.**

De acuerdo a la información recabada la riqueza total registrada de los siete sitios fue de 400 individuos de árboles y arbustos. Se identificaron 303 especies, 52 familias y 152 géneros.

Las familias más abundantes fueron Fabaceae (70 especies), Euphorbiaceae (35 especies), Asteraceae (14 especies), Rubiaceae (13 especies), Cactaceae 10 especies), Bignoniaceae, Burseraceae, Capparaceae, Malpighiaceae y Sapindaceae con nueve especies y Boraginaceae, Malvaceae y Rutaceae con ocho especies, el resto de las familias tienen menos de seis especies. En el SAR los géneros con mayor número de especies fueron *Croton* (13), seguido de *Lonchocarpus* (11), *Acacia* (10), *Bursera* (9) y *Caesalpinia* (8).

**Abundancia:** De las 303 especies registradas, seis estuvieron representadas por más de 100 especies: *Croton niveus* fue la más abundante con 422 especies seguido de *Acacia pennatula* con 181 especies, demás de *Coccoloba hirtella* y *Euphorbia schlechtendalii* con 153 especies, *Acacia farnesiana* con 120 especies y *Bonellia macrocarpa* con 113 especies. El sitio con el mayor número de especies fue Nizanda (Nizanda\_ Gallardo-Cruz) con 145 especies, seguido de La Ventosa (MIA, Línea de Trasmisión) con 87 especies.

### *Valor de importancia ecológica por especie (IVI)*

Las veinte especies que obtuvieron los mayores índices de valor de importancia (IVI) en cada uno de los sitios se presentan más abajo: *Acacia pennatula* fue la especie más importante en cuatro de los siete sitios, con valores que oscilan entre 20.10 y 22.61. Otras especies muy importantes por su valor de importancia y número de especies fueron *Amphipterygium adstringens*, *Acacia farnesiana*, *Acacia pennatula*, *Allophylus cominia*, *Piscidia piscipula*, *Acacia cornígera*, *Prosopis laevigata*, y *Celtis pallida*, por lo que la fisionomía en la el SAR estaría determinada por estas tres especies.

En el Sitio 1, se determinó a *Acacia pennatula* como la especie con el mayor IVI (22,61%), seguida de Sterculiaceae (18,35%) y *Fridericia patellifera* (13,59%). Estas tres especies acumulan a más del 50% del IVI total (Tabla 2), por lo que la fisionomía en el Sitio 1 estaría determinada por estas tres especies. La especie con mayor IVI del Sitio 2 fue *Allophylus cominia* (26,79%) (Cuadro IV-9), por ser la más frecuente (4,10%) y abundante (22,69%), lo contrario de *Acacia pennatula*, que posee un bajo valor de IVI (2,96%), En el Sitio 3, se determinó a *Amphipterygium adstringens* como la especie con el mayor IVI (64,15%), seguida de *Acacia farnesiana* (35,31%) y *Celtis ehrenbergiana* (15,3%). En el Sitio 4, se determinó a *Acacia farnesiana* como la especie con el mayor IVI (51,06%), seguida de *Acacia pennatula* (31,02%) y *Piscidia piscipula* (21,11%). En el Sitio Nizanda, se determinó a *Euphorbia schlechtendali* como la especie con el mayor IVI (14,40%), seguida de *Bursera spp.* (10,50%) y *Pilosocereus collinsii* (6,60%). En el Sitio La ventosa 1, se determinó a *Capparis incana* como la especie con el mayor IVI (44,03%), seguida de *Lonchocarpus lanceolatus* (31,36%) y *Pseudobombax ellipticum* (23,70%). En el Sitio La ventosa 2, se determinó a *Bursera simaruba* como la especie con el mayor IVI (43,35%), seguida de *Senna fruticosa* (42,38%) y *Capparis incana* (37,07%).



**Cuadro IV-9. Valor de Importancia (VI) de las primeras 20 especies de cada una de los sitios registrados dentro del SAR.**

**Sitio 1 BTC\_01**

Arboles y arbustos	No. Individ.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	43	16.86	1.0	5.75	22.61
Sterculiaceae	38	14.9	0.6	3.45	18.35
<i>Fridericia patellifera</i> (Schltdl.) L.G.Lohmann	20	7.84	1.0	5.75	13.59
<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	15	5.88	1.0	5.75	11.63
<i>Croton</i> spp. 3	20	7.84	0.6	3.45	11.29
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	15	5.88	0.6	3.45	9.33
<i>Guettarda combsii</i> Urb.	9	3.53	0.8	4.6	8.13
<i>Euphorbia</i> spp. 2	11	4.31	0.6	3.45	7.76
<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw	7	2.75	0.6	3.45	6.19
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	7	2.75	0.6	3.45	6.19
<i>Crescentia cujete</i> L.	4	1.57	0.6	3.45	5.02
<i>Tetrapterys discolor</i> (G.Mey.) DC.	4	1.57	0.6	3.45	5.02
<i>Croton</i> spp. 2	6	2.35	0.4	2.3	4.65
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	5	1.96	0.4	2.3	4.26
<i>Zinowiewia tacanensis</i> Lundell	4	1.57	0.4	2.3	3.87
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	3	1.18	0.4	2.3	3.48
<i>Bursera instabilis</i> McVaugh & Rzed.	3	1.18	0.4	2.3	3.48
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	3	1.18	0.4	2.3	3.48
<i>Euphorbia</i> spp. 1	3	1.18	0.4	2.3	3.48

**Sitio 2 BTC\_02**

<b>Arboles y arbustos</b>	<b>No. Individ.</b>	<b>Den. Rel.(DR%)</b>	<b>Frec. (F)</b>	<b>Frec.Rel. (FR%)</b>	<b>Val. Importancia (VI%)</b>
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	86	22.69	1.0	4.1	26.79
<i>Croton arboreus</i> Millsp.	36	9.5	0.8	3.28	12.78
<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	32	8.44	1.0	4.1	12.54
<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	28	7.39	1.0	4.1	11.49
<i>Croton ovalifolius</i> Vahl	19	5.01	0.8	3.28	8.29
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	15	3.96	0.8	3.28	7.24
<i>Guaiaacum coulteri</i> A. Gray	9	2.37	0.8	3.28	5.65
<i>Cnidocolus multilobus</i> (Pax) I.M.Johnst.	8	2.11	0.8	3.28	5.39
<i>Acanthocereus</i> sp.	6	1.58	0.8	3.28	4.86
<i>Diphysa floribunda</i> Peyr.	5	1.32	0.8	3.28	4.6
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	7	1.85	0.6	2.46	4.31
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	7	1.85	0.6	2.46	4.31
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	7	1.85	0.6	2.46	4.31
<i>Jacquinia pungens</i> A. Gray	6	1.58	0.6	2.46	4.04
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	6	1.58	0.6	2.46	4.04
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	6	1.58	0.6	2.46	4.04
<i>Bunchosia lindeniana</i> A.Juss.	9	2.37	0.4	1.64	4.01
<i>Randia laetevirens</i> Standl.	5	1.32	0.6	2.46	3.78
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	4	1.06	0.6	2.46	3.51
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	5	1.32	0.4	1.64	2.96

**Sitio 3 ABTC**

<b>Arboles y arbustos</b>	<b>No. Individ.</b>	<b>Den. Rel.(DR%)</b>	<b>Frec. (F)</b>	<b>Frec.Rel. (FR%)</b>	<b>Val. Importancia (VI%)</b>
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.	79	50.64	1.0	13.5	64.15
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	34	21.79	1.0	13.5	35.31
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	7	4.49	0.8	10.8	15.3
<i>Colubrina elliptica</i> (Sw.) Brizicky & W.L.Stern	8	5.13	0.6	8.1	13.24
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	7	4.49	0.6	8.1	12.6
<i>Bursera instabilis</i> McVaugh & Rzed.	6	3.85	0.4	5.4	9.25
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	2	1.28	0.4	5.4	6.69
<i>Guaiaecum coulteri</i> A. Gray	2	1.28	0.4	5.4	6.69
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	2	1.28	0.4	5.4	6.69
<i>Tetrapteryx discolor</i> (G.Mey.) DC.	2	1.28	0.4	5.4	6.69
<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<i>Croton spp.</i>	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<i>Desconocida spp.</i> 01	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.	1	0.64	0.2	2.7	3.34
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>7.4</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

**Sitio 4 ABTC**

<b>Arboles y arbustos</b>	<b>No. Individ.</b>	<b>Den. Rel.(DR%)</b>	<b>Frec. (F)</b>	<b>Frec.Rel. (FR%)</b>	<b>Val. Importancia (VI%)</b>
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	29	36.25	0.8	14.8	51.06
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	10	12.5	1.0	18.5	31.02
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	8	10	0.6	11.1	21.11
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	8	10	0.4	7.4	17.41
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	7	8.75	0.4	7.4	16.16
<i>Zinowiewia tacanensis</i> Lundell	3	3.75	0.4	7.4	11.16
<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.	2	2.5	0.4	7.4	9.91
<i>Cordia podocephala</i> Torr.	3	3.75	0.2	3.7	7.45
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	3	3.75	0.2	3.7	7.45
<i>Croton glandulosus</i> L.	2	2.5	0.2	3.7	6.2
<i>Prosopis</i> spp.	2	2.5	0.2	3.7	6.2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	1.25	0.2	3.7	4.95
<i>Desconocida</i> spp. 02	1	1.25	0.2	3.7	4.95
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	1	1.25	0.2	3.7	4.95
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>5.4</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

**Nizanda\_ Gallardo-Cruz BTC**

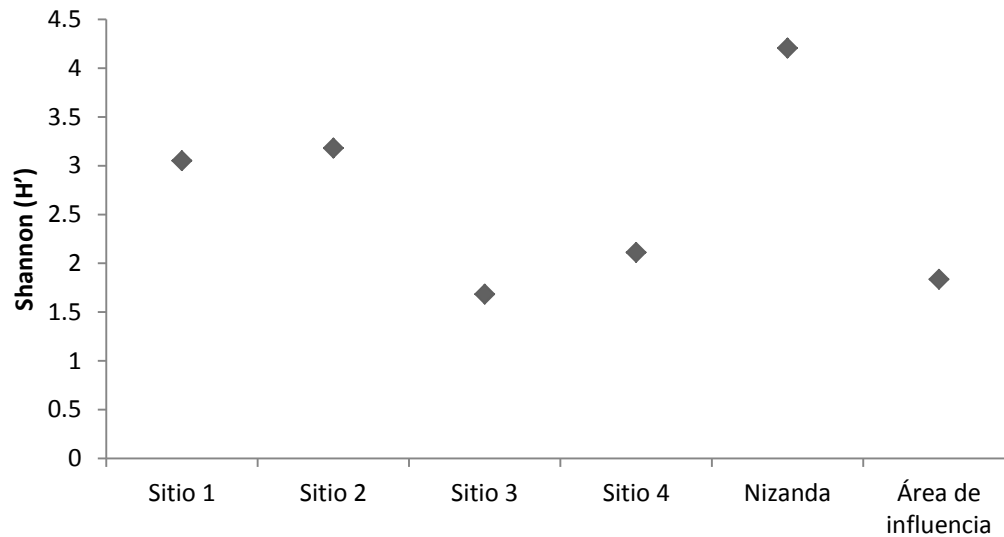
<b>Arboles y arbustos</b>	<b>No.In div.</b>	<b>Den. Rel.(DR%)</b>	<b>Frec. (F)</b>	<b>Frec.Rel.(FR%)</b>	<b>Val.Importancia(VI%)</b>
<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	153	10.45	0.72	3.95	14.40
<i>Bursera spp.</i>	93	6.35	0.75	4.12	10.50
<i>Pilosocereus collinsii</i> (Britton & Rose) Byles & G.D. Rowley	51	3.48	0.57	3.13	6.60
<i>Cnidocolus megacanthus</i> Breckon ex Fern.Casas	53	3.62	0.45	2.47	6.10
<i>Capparis verrucosa</i> Jacq.	38	2.6	0.54	2.97	5.60
<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	67	4.58	0.18	0.99	5.60
<i>Plumeria rubra</i> L.	40	2.73	0.51	2.8	5.50
<i>Acalyphaspp.</i> 09	41	2.8	0.42	2.31	5.10
<i>Celosia monosperma</i> Rose	34	2.32	0.36	1.98	4.30
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	32	2.19	0.36	1.98	4.20
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	24	1.64	0.39	2.14	3.80
<i>Lonchocarpus longipedicellatus</i> Pittier	25	1.71	0.39	2.14	3.80
<i>Gyrocarpus mocinoi</i> Espejo	20	1.37	0.33	1.81	3.20
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	17	1.16	0.36	1.98	3.10
<i>Malpighia mexicana</i> A.Juss.	24	1.64	0.27	1.48	3.10
<i>Coursetia spp.</i> 03	19	1.3	0.33	1.81	3.10
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	21	1.43	0.27	1.48	2.90
<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl	15	1.02	0.33	1.81	2.80
<i>Hippomane mancinella</i> L.	19	1.3	0.27	1.48	2.80
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	21	1.43	0.24	1.32	2.80

<b>La Ventosa BTC_01</b>				
<b>Arboles y arbustos</b>	<b>Den. Rel. (DR%)</b>	<b>Cob. Rel. (CR%)</b>	<b>Frec.Rel. (FR%)</b>	<b>Val.Importancia (IVI%)</b>
<i>Capparis incana</i> Kunth	26.27	3.88	13.88	44.03
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.	22.78	0.79	8.40	31.96
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	0.05	23.22	0.42	23.70
<i>Rhamnus humboldtiana</i> Willd. ex Schult.	11.56	3.29	5.21	20.06
<i>Cnidocolus megacanthus</i> Breckon ex Fern.Casas	4.77	6.56	8.68	20.00
<i>Lysiloma microphylla</i> Benth.	9.69	1.71	5.12	16.52
<i>Mimosa acantholoba</i> var. <i>eurycarpa</i> (B. L. Rob.) Barneby	9.23	3.12	2.52	14.87
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	3.35	5.36	5.99	14.70
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	7.61	3.16	3.47	14.24
<i>Cordia seleriana</i> Fernald	3.65	3.85	5.21	12.70
<i>Caesalpinia sclerocarpa</i> Standl.	7.88	0.98	3.19	12.05
<i>Euphorbia tithymaloides</i> L.	3.35	2.53	5.99	11.87
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	2.03	3.13	5.99	11.16
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D.Penn.	3.25	2.08	5.12	10.45
Indeterminada	2.54	2.76	4.26	9.56
<i>Sabal mexicana</i> Mart.	0.11	8.47	0.42	8.99
<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl	2.03	2.35	4.26	8.63
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	5.53	1.22	1.85	8.60
<i>Opuntia karwinskiana</i> Salm-Dyck	1.01	4.01	3.47	8.49
<i>Acacia spp.</i>	4.16	2.39	1.74	8.29

<b>La Ventosa ABTC_02</b>				
<b>Arboles y arbustos</b>	<b>Den. Rel.(DR%)</b>	<b>Cob. Rel.(CR%)</b>	<b>Frec.Rel.(FR%)</b>	<b>Val.Importancia(VI%)</b>
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	0.71	39.39	3.85	43.95
<i>Senna fruticosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	0.90	36.81	5.26	42.98
<i>Capparis incana</i> Kunth	19.82	6.72	10.53	37.07
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S.Watson) Britton & Rose	20.72	3.39	5.26	29.37
<i>Euphorbia tithymaloides</i> L.	12.61	4.37	10.53	27.50
<i>Cnidocolus megacanthus</i> Breckon ex Fern.Casas	15.32	5.94	5.26	26.52
<i>Randia</i> spp.	7.21	5.96	10.53	23.69
<i>Acacia picachensis</i> Brandegees	18.57	1.00	3.85	23.42
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	10.71	0.99	7.69	19.40
<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl	0.90	12.85	5.26	19.02
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.	9.29	0.92	7.69	17.90
<i>Plumeria rubra</i> L.	2.86	10.83	3.85	17.54
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D.Penn.	1.43	10.89	3.85	16.16
<i>Cephalocereus collinsii</i> Britton & Rose.	6.31	3.73	5.26	15.30
<i>Gossypium aridum</i> (Rose & Standl.) Skovst.	10.00	1.12	3.85	14.97
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	7.86	2.80	3.85	14.51
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	5.00	1.50	7.69	14.19
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	3.57	2.81	7.69	14.08
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.	0.71	8.39	3.85	12.95
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Stähl & Källersjö	2.70	4.34	5.26	12.30

### **Diversidad de especies**

Los resultados obtenidos de la diversidad con el Índice de Shannon para cada sitio incluido en el análisis muestran cambios en la diversidad para cada sitio. *Nizanda* fue el sitio con mayor diversidad dentro del SAR ya que se encuentra en las zonas más altas y mejor conservadas obteniendo el valor más alto (4.2) para el sitio de *Nizanda* y 3.1 para el *Sitio 2* (Figura IV-55).



**Figura IV-55. Diversidad de especies en seis sitios de las comunidades leñosas del SAR. Cada punto muestra la diversidad Shannon (H).**

La riqueza de especies (S) en los sitios observados es variable (Cuadro 2). *Nizanda* presentó la mayor riqueza con 145 especies, seguido por *Sitio 2* con 57 especies y el que menos especies presentó es *Sitio 4* con solo 14 especies. Los valores más altos del índice de Shannon-Weaver (H') se presentaron en *Nizanda* (4.2065) seguido por Sitio 1I y Sitio 2 (3.504 y 3.1801 respectivamente). El valor más bajo se dio en Sitio 3(1.6828); el resto de los sitios presentan valores intermedios.

La comparación de los valores de H' de los sitios mostró diferencias significativas, mientras que los valores de equitatividad fueron muy homogéneos entre todos sitios (Cuadro IV-10), no encontrándose diferencias significativas entre ellos.

**Cuadro IV-10. Valores de riqueza, equitatividad e índice de Shannon a cada sitio incluido dentro del análisis del SAR.**

Sitios	Riqueza de especies	Equitatividad	Índice de Shannon (H')
<b>Nizanda</b>	145	0.8452	4.2065
<b>Sitio 2</b>	57	0.7866	3.1801
<b>Sitio 1</b>	24	0.9598	3.0504
<b>Área de influencia</b>	20	0.6129	1.8359
<b>Sitio 3</b>	17	0.594	1.6828
<b>Sitio 4</b>	14	0.8002	2.1118



### Curvas de acumulación de especies

En el SAR para la curva de acumulación Sitio vs. Especies se realizó una matriz con el número de especies presentes en cada sitio. Los resultados que se obtuvieron dentro de los estimadores esta entre el 70% y 80% de complementariedad. De acuerdo con la literatura revisada el mejor estimador es aquel que se acerca o alcanza a una sintonía o que presenta valores muy cercanos a los observados (Escalante-espinoza 2004). Por lo tanto, el estimador que presenta el valor más cercano a la riqueza de especies registradas es *Bootstrap Mean*; mientras que el estimador que más se alejó al número de especies registradas fue *Chao 1*(Figura IV-56).

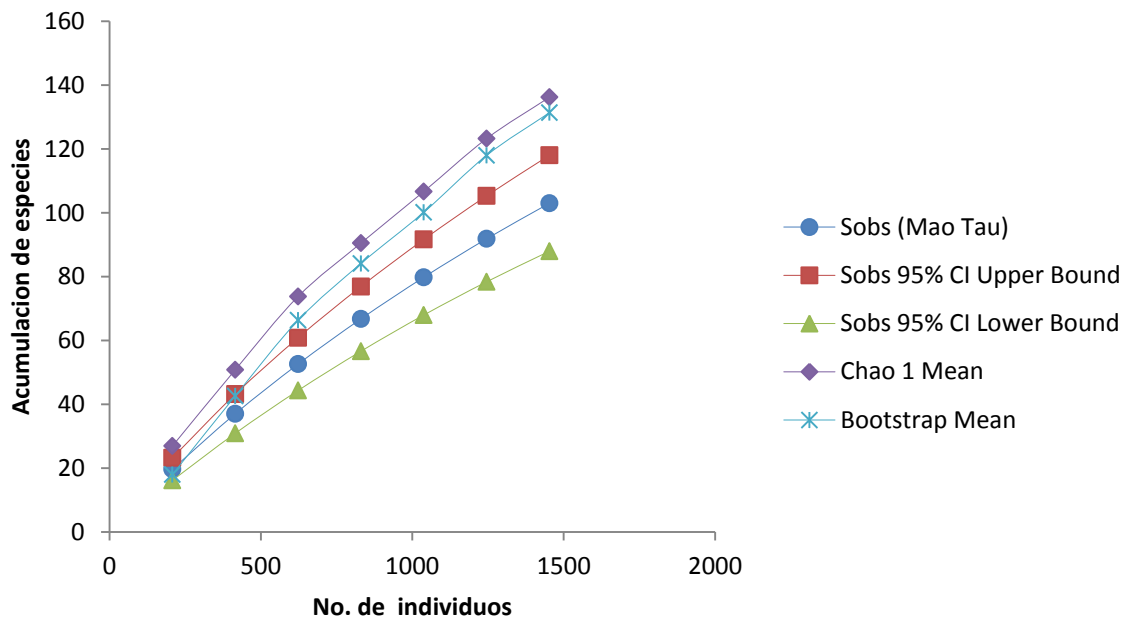


Figura IV-56. Curvas de acumulación de especies registradas de siete sitios registrados dentro del SAR.

### Índice de similitud

El índice de similitud de Sorencen, muestra en general importante valoración en cuanto a similitud de especies, relacionando el número de especies compartidas con respecto a todas las especies encontradas en los 2 sitios. Estos resultados, como se

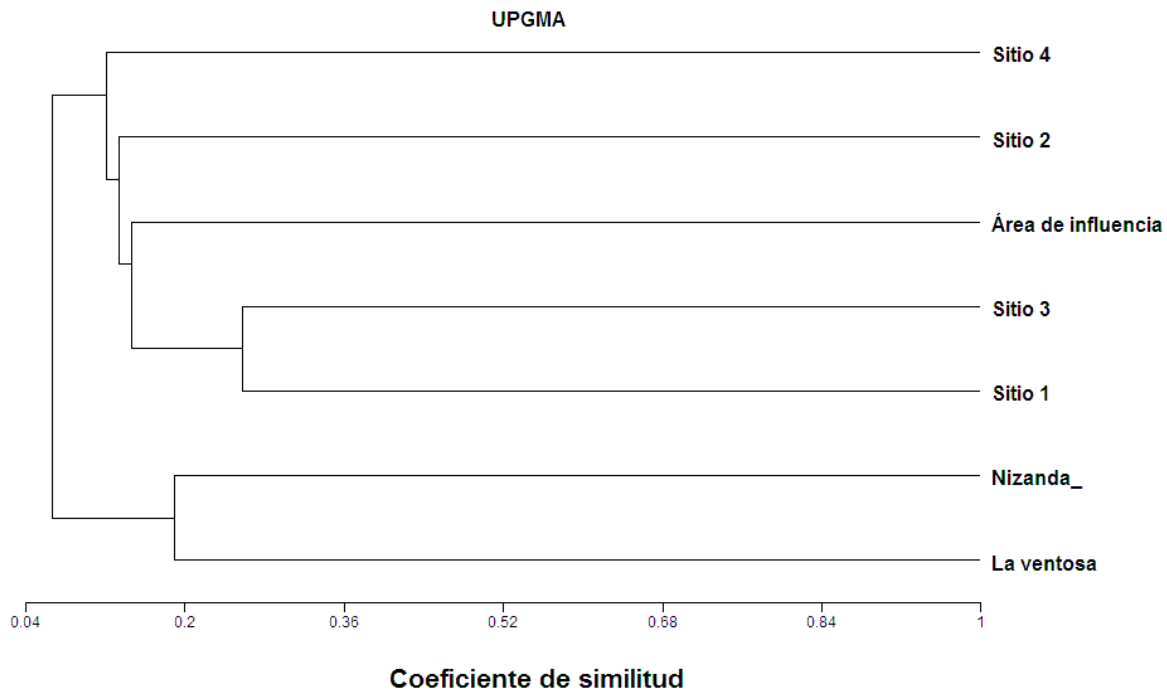
observa en el cuadro 2. Indica que hay poca similitud en la riqueza de especies entre los 7 sitios, por lo tanto, se espera que la diversidad beta en el SAR sea alta. De acuerdo con el índice de similitud de Sorensen los sitios que comparten el mayor número de especies son el Sitio 2 y 3 con el 56% (.56) al igual que el *Sitio 3* y 4 los cuales muestran una similitud del 40 % (.40). Por otro lado, se observa que los valores de similitud más bajos son los del *Sitio 1, 2, 3 y 4* con el de *La ventosa*, al igual que el Sitio1 con *Nizanda* en donde se observa un valor de 9.2% (.092) (Cuadro IV-11.)

**Cuadro IV-11. Índice de similitud (Sorensen) de todos los sitios dentro del SAR. Los números en negritas son los de mayor similitud y los subrayados corresponden a los de menor similitud.**

Sitios	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	La ventosa	Nizanda	Área de influencia
<b>Sitio 1</b>	45	8	7	4	6	6	4
<b>Sitio 2</b>	0.158	56	3	2	7	9	5
<b>Sitio 3</b>	0.226	<b>0.560</b>	17	2	2	4	1
<b>Sitio 4</b>	0.138	0.381	<u>0.400</u>	13	0	3	1
<b>La ventosa</b>	0.063	0.079	0.079	<u>0.081</u>	144	22	5
<b>Nizanda</b>	0.092	0.128	0.129	0.133	0.130	86	6
<b>Área de influencia</b>	0.127	0.308	0.160	0.364	0.333	0.333	18

### ***Dendograma de similitud de los sitios***

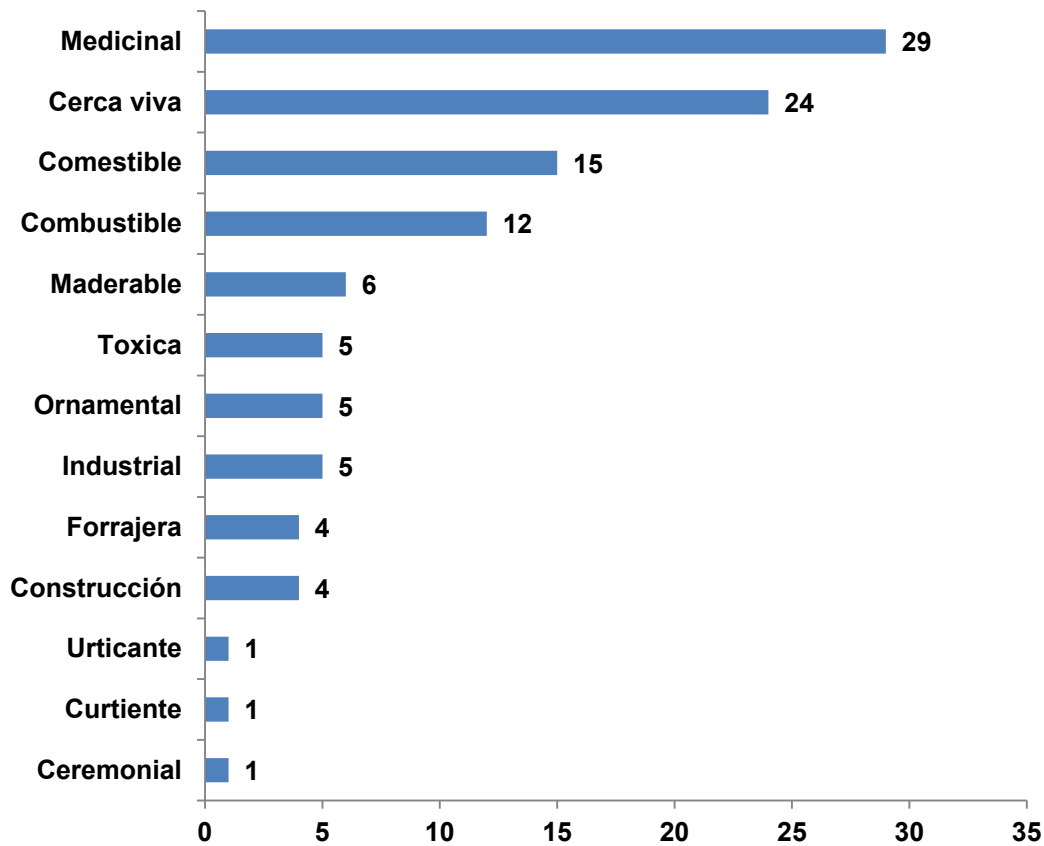
El análisis del dendrograma de presencia-ausencia de la vegetación de especies por sitio arrojó la formación de 2 grupos principales dentro del SAR. El grupo 1 está formado por el sitio de La Ventosa y Nizanda\_Gallardo-Cruz, los presentan el Bosque tropical caducifolio y separados uno de otro, con un coeficiente de similitud de solamente 0.2. El subgrupo 2 que corresponde al área de influencia y sitio 1 y 3 presentan un coeficiente de similitud de 0.09 el subgrupo 3 está constituido por el subgrupo 2 y el sitio 2 (Figura IV-57)



**Figura IV-57. Índice de similitud donde muestra las relaciones florísticas entre los siete sitios dentro del SAR. Generada a partir de una matriz con los valores (presencia-ausencia) de especies por sitio y el criterio de unión de pares por promedios (UPGMA).**

***Flora potencialmente útil dentro del SAR***

Se registraron un total de 54 especies con potencial de uso, este número representa el 62 % de la flora total registrada en el inventario florístico y pertenecen a 44 géneros y 21 familias. De las cuales, las más representativas fueron Fabaceae con 21 especies, seguida por Euphorbiaceae con 5 y Cactaceae y Malvaceae con 3 cada una. Mientras que los géneros más representativos fueron Acacia y Pithecellobium con 3 especies cada una y Bursera, Caesalpinia, Croton, Euphorbia, Lonchocarpus y Lysiloma con 2.



**Figura IV-58. Número de especies con potencial de uso por categoría de uso de acuerdo con la revisión bibliográfica.**

De acuerdo con las formas de vida, las especies útiles corresponden arboles con 30 especies, seguidas arbustos con 22 especies y las herbáceas con 2 especies. Podemos observar que para el SAR la principal fuente de satisfactores son los arboles, sin embargo, para este estudio solo se tomaron especies leñosas. Los 4 usos con el mayor número de especies fueron: medicinal que tiene 29 (26 %), seguido de las cercas vivas con 24 especies (21 %), los comestibles tienen 15 (13 %) y los combustibles con el 12 (11 %) los usos menos representativos fueron ceremonial, curtiente y urticante con una especie representativa, dichas especies se listan en el Anexo II (Figura IV-58).

**Especies catalogadas en alguna categoría de riesgo en el SAR**

Se registró un total de cinco especies en alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana 059, (NOM-059-ECOL-2010) y una especie endémica para el SAR. Estas cinco especies se encuentran registradas para el Bosque tropical caducifolio y en menor proporción para los Acahuales tardíos. (Cuadro IV-12)

**Cuadro IV-12. Especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-ECOL-2010.**

Familia	Nombre científico	F.B	Distribución	Categoría
<b>Asparagaceae</b>	Beaucarnea stricta Lem.	Arbusto	endémica	Amenazada
<b>Bignoniaceae</b>	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	Árbol	no endémica	Amenazada
<b>Fabaceae</b>	Dalbergia granadillo Pittier	Árbol	no endémica	Protección especial
<b>Zygophyllaceae</b>	Guaiacum coulteri A. Gray Guayacán	Arbusto	endémica	Protección especial
<b>Zygophyllaceae</b>	Guaiacum sanctum L.	Árbol	no endémica	Amenazada

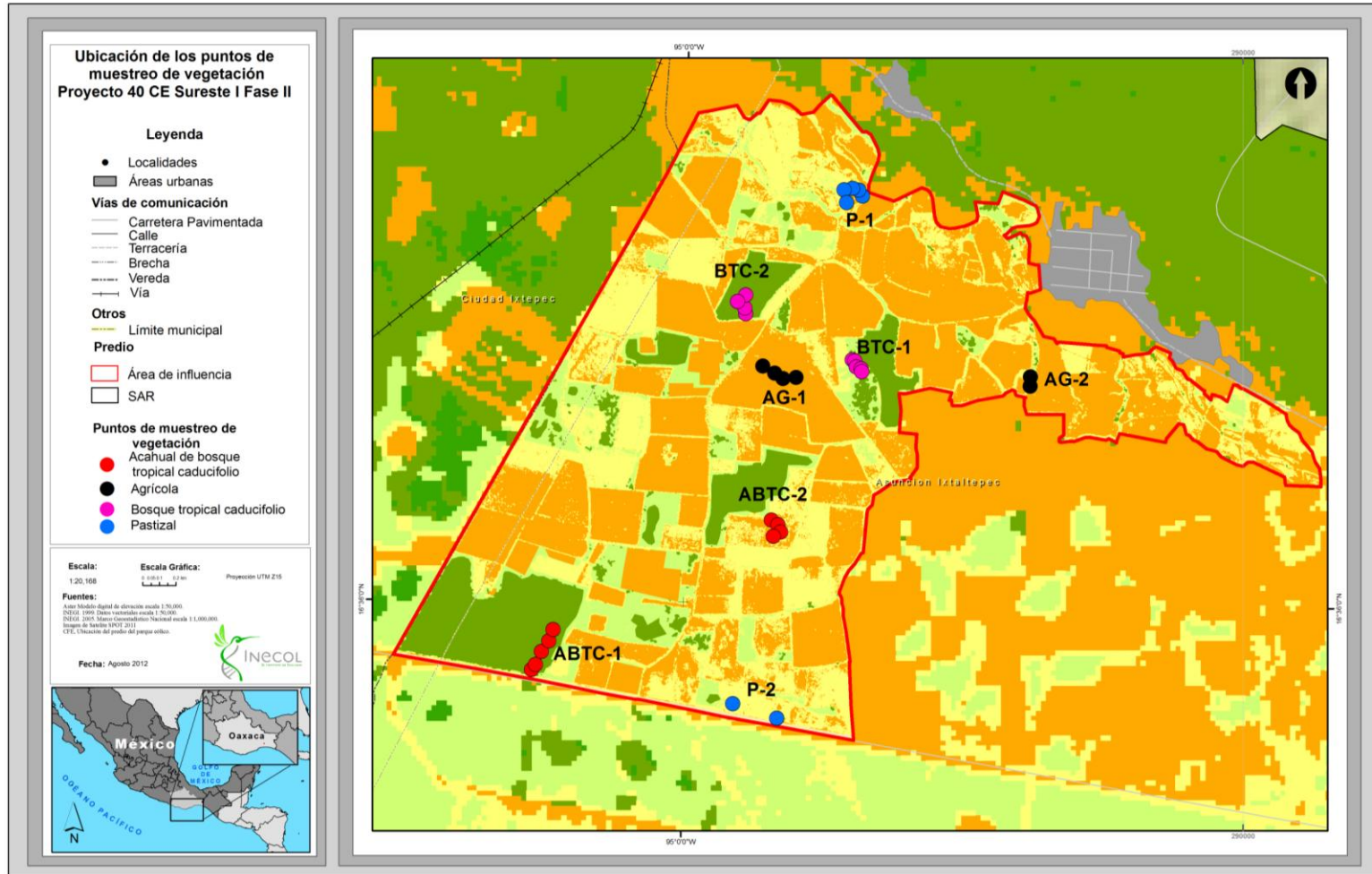
**Descripción de los sitios muestreados**

La selección de los sitios de muestreo se llevo a cabo de manera previa a la visita a campo, con el fin de identificar y planear las visitas a los diferentes fragmentos de vegetación y tener una organización en cuanto al tiempo de captura de datos y a la caracterización de cubierta vegetal. Los puntos seleccionados para el muestreo se señalan en el Cuadro IV-13 y Figura IV-59.

**Cuadro IV-13. Puntos de muestreo seleccionados para vegetación del proyecto dentro del Área de influencia.**

Clave Punto muestreo	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación
	Zona 15		
	X	Y	
BTC-1	287650	1837827	Bosque tropical caducifolio
BTC-2	287010	1838103	Bosque tropical caducifolio
ABTC-2	287164	1836864	Acahual de BTC
ABTC-1	285722	1835966	Acahual de BTC
P-1	287712	1838810	Pastizal
P-2	287197	1835673	Pastizal
AG-1	287113	1837790	Agrícola
AG-2	288721	1837725	Agrícola

BTC: Bosque tropical caducifolio



**Figura IV-59. Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación dentro del área de influencia localizados en la imagen SPOT 2011.**

**Tipos de vegetación**

En el listado florístico se registraron 84 especies contenidas en 59 géneros y 21 familias de plantas vasculares (Anexo IV.11). De acuerdo a Rzedowski (1978).

Actualmente el 54,94% de la superficie del área de influencia presenta uso agrícola. El 13,88% de la vegetación constituye acahuales de bosque tropical caducifolio, el 11,37% del área total corresponde a bosque tropical caducifolio, el cual se encuentra muy perturbado por la actividad agrícola y ganadera que es una práctica común en el área de influencia, el 19,22% de la superficie del área de influencia pertenece a pastizal y el 0,59% corresponde a suelo desnudo (Cuadro IV-14). La suma de suelo agrícola, pastizal y suelo desnudo corresponde al 74,75% del área de influencia

**Cuadro IV-14. Superficies por tipo de uso del suelo**

<b>Vegetación y Uso de Suelo del área de influencia</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Bosque tropical caducifolio	101.68	11.37
Acahual	124.17	13.88
Agrícola	491.47	54.94
Pastizal	171.88	19.22
Suelo desnudo	5.30	0.59
<b>Total</b>	<b>894.50</b>	<b>100.00</b>

El área de influencia donde se llevará a cabo el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se encuentra inmerso en la Provincia Florística de la Costa Pacífica, una región que se extiende en forma de una franja estrecha y continua desde el este de Sonora y SE de Chihuahua hasta Chiapas prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica, que específicamente en el Istmo de Tehuantepec incluye la Depresión Central de Chiapas. El clima en esta Provincia Florística es caliente y semihúmedo o semiseco, lo que propicia el desarrollo de los tipos de vegetación dominantes, como son el bosque tropical caducifolio y el subcaducifolio. La flora incluye un número elevado de especies endémicas, con una clara dominancia de especies de la familia Fabaceae en las comunidades maduras y estables. Esta Provincia Florística se encuentra incluida en la Región denominada Caribeña, la cual pertenece al reino florístico Neotropical.

El bosque tropical caducifolio tiene como elementos dominantes especies arbóreas que esta temporada de secas la vegetación ha perdido más del 25% de

sus hojas. En México se le encuentra en temperatura media anual entre 20-29°C con mínima extrema no menor a 0°C, a altitudes de 0 a 1,900 msnm.

Actualmente, la comunidad vegetal se encuentra fuertemente perturbada por desmontes y cultivos, de manera que en grandes áreas ha sido sustituida por cultivos.

En estos ecosistemas la humedad tiene una distribución desigual, lo cual tiene como resultado dos estaciones bien definidas, que propicia que el bosque presente dos apariencias, una con follaje verde y exuberante durante el periodo de lluvias y otro extremadamente “árido” durante la época seca a causa de la pérdida de las hojas.

Estructuralmente el bosque tropical caducifolio tiene una altura entre cinco y 15 m, con doseles generalmente uniformes en altura. Comúnmente solo se encuentra un estrato arbóreo, aunque pueden formarse dos, con algunos elementos aislados o eminencias que por ser sumamente aislados no pueden ser considerados como un estrato aparte. El DAP (Diámetro a la altura del pecho) de los troncos no sobrepasa por lo general 50 cm y estos son con frecuencia retorcidos y ramificados. El estrato herbáceo es poco desarrollado aun en situaciones de poca perturbación y puede ser inexistente. En este tipo vegetación es común que pocas especies sean las dominantes dentro de las comunidades, e incluso puede ser solo una.

*Descripción de la vegetación y uso del suelo.* Se reconocieron dos tipos de comunidades vegetales, el bosque tropical caducifolio primario y la vegetación secundaria o acahual de BTC. Las dos comunidades vegetales ocuparon en conjunto una superficie aproximada de 225,84 ha, que correspondió a 25,25% del total del área de influencia. El 74,75% de la superficie restante del área estuvo ocupada por cultivos, pastizales y suelo desnudo.

*Bosque tropical caducifolio (vegetación primaria).* La selva baja caducifolia sensu Miranda y Hernández (1963) se distribuye de forma fragmentada en la mayor parte del área de influencia, ocupa una superficie de 101,68 ha (11,37%). En gran parte de las proporciones, el bosque tropical caducifolio se encontró muy perturbado, principalmente en las cercanías a los caminos o limitando al cultivo y el desarrollo de otras actividades agropecuarias.

Las especies que caracterizaron al estrato arbóreo del BTC midieron entre tres y cinco metros de altura. Este estrato estuvo dominado principalmente por *Acacia pennatula*, *Capparis vahaducha*, *Lysiloma microphyllum*, *Lonchocarpus guatemalensis*,



*Tabernaemontana microphylla* y *Coccoloba hirtella*. El estrato arbustivo estuvo caracterizado por *Acacia farnesiana*, *Cordia curassavica*, *Croton niveus*, *Jacquinia aurantiaca*, *Jacquinia macrocarpa*, *Ziziphus amole*, *Capparis incana* y *Opuntia cochenillifera*. Las especies características del estrato herbáceo fueron *Antigonon flavescens*, *Blechum pyramidatum*, *Cydista diversifolia*, *Dyschoriste hirsutissima*, *Panicum muticum*, *Paullinia fuscescens*, *Tragia mexicana*, *Arrabidaea patellifera*, *Chamaecrista rotundifolia*, *Elytraria imbricada*, *Ipomoea bracteata*, *Metastelma schlechtendalii*, *Ocimum micranthum*, *Passiflora biflora*, *Ruellia inundata*, *Tridax procumbens* y *Zapoteca formosa*. En general, el BTC original se encontró bastante fragmentado y desplazado por cultivos de sorgo y pastizales. En sentido estricto, la diversidad observada de especies epifitas en el BTC fue nula.

*Acahual de BTC (vegetación secundaria)*. En el área de influencia se observa un gran impacto del bosque tropical caducifolio por las diversas actividades que realiza el hombre. Entre las actividades antrópicas que han modificado al BTC del área de influencia, se observaron las talas para abrir campo a las áreas de cultivo, el pastoreo de ganado vacuno, y la extracción de especies energéticas. La estructura del acahual se reconocieron diferentes etapas de regeneración, pero mayoría presentó de uno a tres estratos: (1) el arbóreo, de 3-7 m de altura, en el que las especies más características fueron *Acacia globulifera*, *Acacia pennatula* y *Lysiloma*; (2) el arbustivo, de 1-3 m de alto, caracterizado por *Acacia farnesiana*, *Coccoloba hirtell*, *Croton niveus*, *Jacquinia aurantiaca* y *Ziziphus amole*; y (3) el herbáceo, de 1-2 m de alto, conformado por *Aristida adscensionis*, *Bulbostylis vestita*, *Ipomoea ternifolia*, *Lasiacis nigra*, *Malachra alceifolia*, *Oplismenus burmannii*, *Setaria grisebachii*, *Simsia amplexicaulis*, *Aristida ternipes*, *Elytraria imbricada*, *Eragrostis ciliaris*, *Evolvulus alsinoides*, *Heliotropium curassavicum*, *Paullinia fuscescens*, *Sida acuta*, *Tragia mexicana* y *Waltheria indica*. Es notable la homogeneidad de especies que presentó la vegetación secundaria, ya que en esta comunidad se presentaron menos de la mitad del total de especies registradas en el área de influencia, en comparación con el bosque tropical caducifolio.

*Cultivos*. Más de la mitad (74.75%) del área correspondió a cultivos y pastizales introducidos e inducidos y suelo desnudo, los cuales ocuparon 669,15 ha (491.97 ha de

cultivos, 171.88 ha de Pastizal y 5.30 ha de suelo desnudo) Algunas especies herbáceas que se encontraron en el cultivo fueron *Cologania broussonetii*, *Passiflora foetida*, *Sida acuta*, *Tridax procumbens*, *Brachiaria sp*, *Cologania broussonetii*, *Corchorus siliquosus*, *Crotalaria pumila*, *Cyperus aggregatus*, *Digitaria hitchcockii*, *Euphorbia heterophylla*, *Evolvulus alsinoides*, *Lasiacis nigra* y *Paullinia pinnata*. Se encontraron especies leñosas como *Acacia farnesiana*, *Coccoloba hirtella* y *Jacquinia aurantiaca*.

*Pastizal*. Este se distribuyó en pequeñas áreas. El pastizal estuvo caracterizado por especies como *Brachiaria sp*, *Desmanthus virgatus*, *Helianthemum patens*, *Lasiacis nigra*, *Rhynchospora colorata*, *Sida acuta* y *Tragia mexicana*. También se localizaron especies leñosas como *Acacia farnesiana* y *Jacquinia aurantiaca*.

### **Parámetros estructurales de la vegetación en los puntos de muestreo dentro del área de influencia para el Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

#### **1) Punto BTC-1 al NE del área de influencia**

En esta localidad se registró bosque tropical caducifolio de 4,4 m de altura promedio con elementos arbóreos de hasta 6 m. De acuerdo a los valores del Cuadro IV-15, en esta comunidad las especies dominantes del dosel superior son *Acacia pennatula* y *Coccoloba hirtella*, acompañada con valores relativamente altos de *Dalbergia granadillo* y *Lysiloma microphyllum*. En el estrato arbustivo se registró la presencia de *Jacquinia aurantiaca* como especies dominantes, la altura de este estrato es de dos metros. En lo que respecta al estrato herbáceo, la especie dominante es *Arrabidaea sp*, teniendo como especies complementarias a *Blechnum pyramidatum* y *Tragia mexicana*. La altura del estrato herbáceo varía entre 0,25-1,5 m.

**Cuadro IV-15. Parámetros estructurales del bosque tropical caducifolio correspondiente al punto BTC-1**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	5	30	35.29	0.80	23.53	238	31.56	90.39
<i>Capparis frondosa</i> Jacq.	3	1	1.18	0.20	5.88	10	1.33	8.39
<i>Coccoloba hirtella</i> Lundell	2.4	26	30.59	1.00	29.41	171	22.68	82.68
<i>Dalbergia granadillo</i> Pittier	4.9	15	17.65	0.40	11.76	100	13.26	42.67
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	4.6	13	15.29	1.00	29.41	235	31.17	76
<b>Total</b>	<b>19.9</b>	<b>85</b>	<b>100</b>	<b>3.4</b>	<b>100</b>	<b>754</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	3.5	1	2.22	0.20	8.00	10	5.81	16.04
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	1.4	2	4.44	0.5	20.00	11	6.40	30.84
<i>Croton niveus</i> Jacq.	2.2	5	11.11	0.40	16.00	30	17.44	44.55
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	1.7	32	71.11	1.00	40.00	105	61.05	172.16
<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.	1.5	1	2.22	0.20	8.00	8	4.65	14.87
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	1	4	8.89	0.20	8.00	8	4.65	21.54
<b>Total</b>	<b>11.3</b>	<b>45</b>	<b>100</b>	<b>2.5</b>	<b>100</b>	<b>172</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Individ.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Antigonon flavescens</i> S. Watson	1.7	23	13.14	1.00	18.52	90	15.82	47.48
<i>Arrabidaea</i> sp.	3.8	29	16.57	0.80	14.81	200	35.15	66.54
<i>Blechum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	1.22	51	29.14	1.00	18.52	100	17.57	65.24
<i>Cydista diversifolia</i> (Kunth) Miers	0.4	10	5.71	0.20	3.70	12	2.11	11.53
<i>Dyschoriste hirsutissima</i> (Nees) Kuntze	0.26	40	22.86	0.80	14.81	33	5.80	43.47
<i>Panicum muticum</i> Forssk.	1.35	14	8.00	1.00	18.52	64	11.25	37.77
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth	3	5	2.86	0.20	3.70	40	7.03	13.59
<i>Tragia mexicana</i> Müll. Arg.	1.5	1	0.57	0.20	3.70	10	1.76	6.03
<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H.M. Hern.	3.1	2	1.14	0.20	3.70	20	3.51	8.36
<b>Total</b>	<b>16.2</b>	<b>175</b>	<b>100</b>	<b>5.40</b>	<b>100.00</b>	<b>569</b>	<b>100.00</b>	<b>300</b>

## 2) Punto BTC-2 al norte del área de influencia

Se evaluó un área de bosque tropical caducifolio de 3,3 m de altura promedio con elementos arbóreos de hasta 4 m (Anexo IV.10). De acuerdo a los valores del Cuadro IV-16 la especie dominante de este estrato es *Lysiloma microphyllum*, teniendo como especies acompañantes a *Acacia pennatula*, *Coccoloba hirtella*, *Lonchocarpus guatemalensis* y *Plumeria rubra*. En lo que respecta al estrato arbustivo la especie dominante es *Croton niveus*, acompañada de *Jacquinia aurantiaca* como especies complementarias. La altura de este estrato varía entre 1,3-2 m. Finalmente en el estrato herbáceo *Blechnum pyramidatum* es claramente dominante con respecto a las demás especies, y *Dyschoriste hirsutissima* es la especie complementaria. La altura del estrato herbáceo varía entre 0,25-0,7 m.

**Cuadro IV-16. Parámetros estructurales del bosque tropical caducifolio ubicado en el punto BTC-2**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	4.7	15	10.27	0.60	20	105	26.05	56.33
<i>Coccoloba hirtella</i> Lundell	2.3	109	74.66	0.80	27	145	35.98	137.30
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	3.5	3	2.05	0.20	7	25	6.20	14.92
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	4.78	16	10.96	1.00	33	118	29.28	73.57
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.75	3	2.05	0.40	13	10	2.48	17.87
<b>Total</b>	<b>16.0</b>	<b>146</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>403</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Capparis incana</i> Kunth	3.7	3	0.83	0.60	15.00	36	7.47	23.30
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	0.28	6	1.66	0.20	5.00	8	1.66	8.32
<i>Croton niveus</i> Jacq.	2.06	311	86.15	1.00	25.00	270	56.02	167.17
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	1.9	32	8.86	1.00	25.00	103	21.37	55.23
<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.	1.3	2	0.55	0.20	5.00	5	1.04	6.59
<i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill.	0.67	3	0.83	0.60	15.00	10	2.07	17.91
<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	3	3	0.83	0.20	5.00	25	5.19	11.02
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	7	1	0.28	0.20	5.00	25	5.19	10.46
<b>Total</b>	<b>19.9</b>	<b>361</b>	<b>100</b>	<b>4.00</b>	<b>100</b>	<b>482</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Arrabidaea patellifera</i> (Schltdl.) Sandwith	3	28	17.39	0.40	10	60	21.58	48.97
<i>Blechnum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	0.72	79	49.07	0.60	15	87	31.18	95.24
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	0.3	3	1.86	0.20	5	50	17.99	24.85
<i>Dyschoriste hirsutissima</i> (Nees) Kuntze	0.22	24	14.91	0.80	20	38	13.79	48.70
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	0.06	7	4.35	0.40	10	4	1.44	15.79
<i>Ipomoea bracteata</i> Cav.	0.3	1	0.62	0.20	5	0.5	0.18	5.80
<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	0.3	1	0.62	0.20	5	5	1.80	7.42
<i>Ocimum micranthum</i> Willd.	0.28	1	0.62	0.20	5	2	0.72	6.34
<i>Panicum muticum</i> Forssk.	0.1	1	0.62	0.20	5	1	0.36	5.98
<i>Passiflora biflora</i> Lam.	1	5	3.11	0.20	5	8	2.70	10.80
<i>Ruellia inundata</i> Kunth	0.15	1	0.62	0.20	5	3	1.08	6.70
<i>Tridax procumbens</i> L.	0.16	10	6.21	0.40	10	20	7.19	23.41
<b>Total</b>	<b>6.6</b>	<b>161</b>	<b>100</b>	<b>4.00</b>	<b>100</b>	<b>278</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### 3) Punto ABTC-2 al sur del área de influencia

Se identificó un fragmento correspondiente a vegetación secundaria de una altura promedio de 1,8 m con elementos arbóreos de hasta 2,5 m. De acuerdo a los valores de importancia del Cuadro IV-18 las especies más importantes del estrato arbóreo son *Acacia pennatula* y *Acacia globulifera*. En el estrato arbustivo la especie dominante es *Acacia farnesiana*, acompañada de *Jacquinia aurantiaca* como especies complementarias. La altura promedio del estrato arbustivo es de 1 m, con elementos de hasta 2,5 m. Por último en el estrato herbáceo la especie dominante es *Lasiacis nigra*, acompañada de *Simsia amplexicaulis*, *Bulbostylis vestita*, *Aristida adscensionis* y *Waltheria indica*. La altura promedio del estrato herbáceo es de 0,39 m.

**Cuadro IV-17. Parámetros estructurales de acahual de bosque tropical caducifolio ubicado en el punto ABTC-2**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Indiv	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia globulifera</i> Saff.	2.4	5	14.71	0.6	25	31	25.41	65.12
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	2.3	18	52.94	1	42	77	63.11	157.72
<i>Coccoloba hirtella</i> Lundell	0.93	9	26.47	0.60	25	13	10.66	62.13
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	0.8	2	5.88	0.2	8	1	0.82	15.04
<b>Total</b>	<b>6.5</b>	<b>34</b>	<b>100</b>	<b>2.40</b>	<b>100</b>	<b>122</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	2.4	52	89.66	1.00	63	195	98.98	251.14
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	0.4	6	10.34	0.60	38	2	1.02	48.86
<b>Total</b>	<b>2.78</b>	<b>58</b>	<b>100</b>	<b>1.60</b>	<b>100</b>	<b>197</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Abutilon barrancae</i> M.E. Jones	0.17	19	3.39	0.6	10	7	1.92	14.99
<i>Aristida adscensionis</i> L.	0.2	92	16.40	0.6	10	68	18.68	44.76
<i>Bulbostylis vestita</i> (Kunth) C.B. Clarke	0.25	84	14.97	1.0	16	28	7.69	38.79
<i>Ipomoea ternifolia</i> Cav.	2	6	1.07	0.2	3	12	3.30	7.59
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	0.15	130	23.17	0.2	3	90	24.73	51.12
<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	0.28	43	7.66	0.8	13	18	4.95	25.51
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	0.2	32	5.70	0.6	10	24	6.59	21.97
<i>Setaria grisebachii</i> E. Fourn.	0.21	46	8.20	0.6	10	56	15.38	33.26
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	0.19	8	1.43	0.4	6	1	0.27	8.15
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	0.30	100	17.83	1.0	16	59	16.21	50.16
<i>Waltheria indica</i> L.	0.3	1	0.18	0.20	3	1	0.27	3.68
<b>Total</b>	<b>4.24</b>	<b>561</b>	<b>100</b>	<b>6.20</b>	<b>100</b>	<b>364</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



#### 4) Punto ABTC-1 Al SO del área de influencia

En esta localidad fue detectado un acahual de BTC de 2,6 m de altura promedio con algunos elementos de hasta 4 m. Las especies más importantes del estrato arbóreo de acuerdo a los valores del Cuadro IV-19 son *Acacia pennatula* y *Lysiloma microphyllum*. En el estrato arbustivo la especie dominante es *Croton niveus*, aunque se encuentran también como especies complementarias *Acacia farnesiana*, *Jacquinia aurantiaca* y *Senna hirsuta*. La altura del estrato arbustivo es de 1,9 m en promedio. En lo que respecta al estrato herbáceo, este es poco diverso, la especie dominante es *Elytraria imbricata* con *Heliotropium curassavicum* como especie complementaria. La altura de las hierbas varía entre 0,4 y 1 m.

**Cuadro IV-18. Parámetros estructurales del acahual de BTC ubicado en el punto ABTC-1**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Individ.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Benth.	4.3	58	72.50	1	31	355	73.80	177.55
<i>Coccoloba hirtella</i> Lundell	2.48	9	11.25	1	31	54	11.23	53.73
<i>Condalia mirandana</i> M.C. Johnst.	1.5	2	2.50	0.40	13	2	0.42	15.42
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	2.6	11	13.75	0.8	25	70	14.55	53.30
<b>Total</b>	<b>10.8</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>3.20</b>	<b>100</b>	<b>481</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Individ.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	2.5	4	3.15	0.4	9	6	2.78	15.02
<i>Capparis incana</i> Kunth	4	1	0.79	0.20	5	20	9.26	14.59
<i>Croton niveus</i> Jacq.	1.475	90	70.87	0.80	18	140	64.81	153.86
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	1.3	11	8.66	1.00	23	32	14.81	46.20
<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	1	15	11.81	1	23	13	6.02	40.56
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	1	1	0.79	0.20	5	1	0.46	5.80
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	0.925	5	3.94	0.80	18	4	1.85	23.97
<b>Total</b>	<b>12.20</b>	<b>127</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>216</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Aristida ternipes</i> Cav.	0.06	4	5.63	0.60	14	3	15.00	34.92
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	0.04	35	49.30	0.80	19	4	20.00	88.34
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	0.24	4	5.63	0.40	10	1	5.00	20.16
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	0.3	2	2.82	0.20	5	1	5.00	12.58
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	6.1	8	11.27	1.00	24	5	25.00	60.08
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth	0.2	1	1.41	0.20	5	1	5.00	11.17
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	4.1	16	22.54	0.80	19	4	20.00	61.58
<i>Tragia mexicana</i> Müll. Arg.	0.28	1	1.41	0.20	5	1	5.00	11.17
<b>Total</b>	<b>11.3</b>	<b>71</b>	<b>100</b>	<b>4.20</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### 5) Punto P-1 al NE del área de influencia

En este sitio de muestreo fue registrado un pastizal de 0,2-0,8 m de altura, donde las especies dominantes son las gramíneas *Brachiaria* sp y *Lasiacis nigra*, acompañadas de especies herbáceas como *Sida acuta*, *Tridax tenuifolia*, *Elytraria imbricata*, *Evolvulus alsinoides* *Waltheria indica*. Como especies complementarias en este pastizal fueron registradas algunas especies leñosas de no más de 0,5 m de altura entre las que se puede mencionar *Acacia pennatula* y *Acacia farnesiana*

**Cuadro IV-19. Parámetros estructurales del Pastizal ubicado en el punto P-1**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia pennatula</i> (Schitdl. & Cham.) Benth.	0.5	1	100.00	0.2	100	1	100	300.00
<b>Total</b>	<b>0.50</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	0.28	15	100.00	0.80	100	5	100.00	300.00
<b>Total</b>	<b>0.3</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>0.80</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Abutilon barrancae</i> M.E. Jones	0.1	1	0.03	0.20	4	1	0.16	3.76
<i>Brachiaria sp</i>	0.16	1875	53.15	1.00	18	373	60.26	131.26
<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	0.2	1	0.03	0.20	4	1	0.16	3.76
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	0.08	114	3.23	0.20	4	9	1.45	8.26
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	0.03	114	3.23	0.20	4	12	1.94	8.74
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	0.3	9	0.26	0.20	4	10	1.62	5.44
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	0.1	1	0.03	0.20	4	1	0.16	3.76
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	0.155	114	3.23	0.40	7	35	5.65	16.03
<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	0.23	5	0.14	0.20	4	1	0.16	3.87
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	0.07	391	11.08	0.40	7	6	0.97	19.19
<i>Setaria grisebachii</i> E. Fourn.	0.02	5	0.14	0.20	4	1	0.16	3.87
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	0.20	339	9.61	1.00	18	76	12.28	39.74
<i>Tridax tenuifolia</i> Rose	0.15	558	15.82	1.00	18	92	14.86	48.54
<i>Waltheria indica</i> L.	0.3	1	0.03	0.20	4	1	0.16	3.76
<b>Total</b>	<b>2.09</b>	<b>3528</b>	<b>100</b>	<b>5.60</b>	<b>100</b>	<b>619</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### 6) Punto P-2 al Sur del área de influencia

En este sitio de muestreo fue registrado un pastizal de 0,2-0,8 m de altura, donde las especies dominantes son las gramíneas *Brachiariasp* y *Lasiacis nigra*, acompañadas de especies herbáceas como *Rhynchospora colorata*, *Tridax tenuifolia* y *Desmanthus virgatus*. Como especies complementarias en el pastizal se registraron algunas especies leñosas hasta de 0,7 m de altura entre las que se puede mencionar *Acacia farnesiana*, *Jacquinia aurantiac* y *Parkinsonia praecox* (Cuadro IV-20).

**Cuadro IV-20. Parámetros estructurales del Pastizal ubicado en el punto P-2**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	0,725	11	100	0,80	100	9	100	300
<b>Total</b>	<b>0,730</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	0,92	67	98,53	1,00	83	82	98,80	280,66
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	0,50	1	1,47	0,20	17	1	1,20	19,34
<b>Total</b>	<b>0,70</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>1,2</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Brachiaria sp</i>	0,14	1233	39,65	1,00	17	176	40,65	96,96
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	1,30	42	1,35	0,40	7	21	4,85	12,87
<i>Helianthemum patens</i> Hemsl.	0,05	41	1,32	0,40	7	5	1,15	9,14
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	0,12	1545	49,68	0,60	10	184	42,49	102,17
<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.	0,06	102	3,28	1,00	17	24	5,54	25,49
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	0,14	25	0,80	0,80	13	8	1,85	15,98
<i>Tragia mexicana</i> Müll. Arg.	0,09	121	3,89	0,80	13	14	3,23	20,46
<i>Tridax tenuifolia</i> Rose	0,10	1	0,03	1,00	17	1	0,23	16,93
<b>Total</b>	<b>0,25</b>	<b>3110</b>	<b>100</b>	<b>6,00</b>	<b>100</b>	<b>433</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### 7) Punto AG-1 al SO del área de influencia

En este sitio de muestreo fue registrado un cultivo de 0,2 m de altura, donde las especies dominantes son las herbáceas como *Sida acuta*, *Tridax procumbens* y *Cologania broussonetii*. Como especies complementarias en el pastizal se registraron algunas especies leñosas de hasta 0,5 m de altura entre las que se puede mencionar *Coccoloba hirtella*, *Jacquinia aurantiaca* y *Acacia farnesiana* (Cuadro IV-1).

**Cuadro IV-1. Parámetros estructurales del sitio agrícola ubicado en el punto AG-1**

Arboles	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Coccoloba hirtella</i> Lundell	0.50	74	100.00	1.00	100	65	100.00	300.00
<b>Total</b>	<b>0.50</b>	<b>74</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	0.2	17	73.91	1.00	63	9	64.29	200.70
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	0.25	6	26.09	0.60	38	5	35.71	99.30
<b>Total</b>	<b>0.5</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>1.60</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Cologania broussonetii</i> (Balb.) DC.	0.25	1	0.50	0.20	7	1	0.85	8.01
<i>Passiflora foetida</i> L.	0.25	3	1.49	0.40	13	10	8.47	23.29
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	0.26	45	22.28	1.00	33	12	10.17	65.78
<i>Tridax procumbens</i> L.	0.28	16	7.92	0.40	13	11	9.32	30.58
<i>Waltheria indica</i> L.	0.35	137	67.82	1.00	33	84	71.19	172.34
<b>Total</b>	<b>1.39</b>	<b>202</b>	<b>100</b>	<b>3.00</b>	<b>100</b>	<b>118</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**8) Punto AG-2 al E del área de influencia**

En este sitio de muestreo fue registrado una área agrícola de 0,2-0,8 m de altura, donde las especies dominantes son las herbáceas *Sida acuta*, *Lasiacis nigra* y *Euphorbia thymifolia*. Como especies complementarias en el uso de suelo agrícola se registraron algunas especies leñosas de hasta 0,3 m de altura entre las que se puede mencionar *Acacia farnesiana* y *Jacquinia aurantiaca* (Cuadro IV-21).

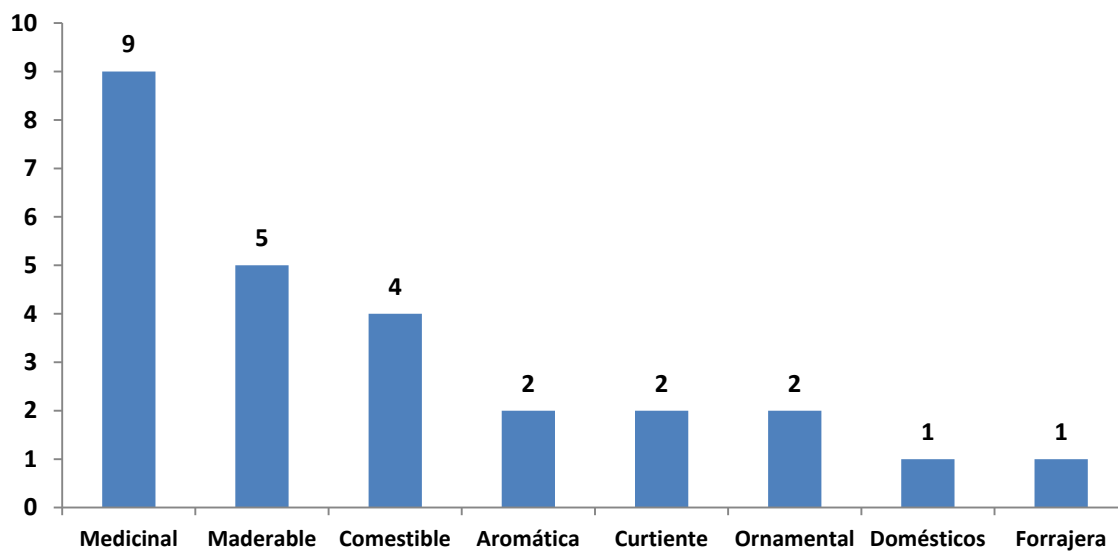
**Cuadro IV-21. Parámetros estructurales del área agrícola ubicada en el punto AG-2**

Arbustos	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Área basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	0.275	10	90.91	0.80	80	4	80.00	250.91
<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T. Aiton	0.3	1	9.09	0.20	20	1	20.00	49.09
<b>Total</b>	<b>0.6</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	Alt.Prom (m)	No. Indiv.	Den. Rel.(DR%)	Frec. (F)	Frec.Rel. (FR%)	Cob. (Area basal rel.)	Cob. Rel (CR%)	Val. Importancia (VI%)
<i>Brachiaria sp</i>	0.05	28	4.41	0.20	3	1	3.23	10.86
<i>Cologania broussonetii</i> (Balb.) DC.	0.25	5	0.79	0.20	3	1	3.23	7.24
<i>Corchorus siliquosus</i> L.	0.07	7	1.10	0.20	3	1	3.23	7.55
<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	0.15	12	1.89	0.20	3	1	3.23	8.34
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	0.051	30	4.72	0.60	10	3	9.68	24.08
<i>Digitaria hitchcockii</i> (Chase) Stuck.	0.2	1	0.16	0.20	3	1	3.23	6.61
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0.05	1	0.16	0.20	3	1	3.23	6.61
<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	0.12	33	5.20	0.80	13	4	12.90	31.00
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	0.05	14	2.20	0.20	3	1	3.23	8.66
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	0.13	104	16.38	0.60	10	3	9.68	35.73
<i>Paullinia pinnata</i> L.	0.1	4	0.63	0.20	3	1	3.23	7.08
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	0.17	289	45.51	0.80	13	4	12.90	71.32
<i>Tephrosia vicioides</i> Schltldl.	0.15	70	11.02	1.00	16	5	16.13	43.28
<i>Tridax tenuifolia</i> Rose	0.17	37	5.83	0.80	13	4	12.90	31.63
<b>Total</b>	<b>1.71</b>	<b>635</b>	<b>100</b>	<b>6.20</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Usos de la vegetación en el Area de influencia (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial)**

De acuerdo a la base de datos de Avendaño (1989), Ambrosio y Avendaño (1999), Avendaño y Acosta (2000), Niembro (1990) se registraron para el Area de influencia, 13 especies con uno o más tipos de uso, incluidas en 11 géneros y nueve familias de plantas vasculares (Anexo IV.12). De los 8 tipos de uso reconocidos, el más ampliamente extendido es el medicinal (9), le sigue el Maderable (5), Comestible (4) y Aromática (2) (Figura IV-60).



**Figura IV-60. Número de especies de plantas vasculares por categoría, registradas en el Área de Influencia.**

**Vegetación endémica o dentro de alguna categoría de protección en el Area de Influencia**

Oaxaca es considerado el estado de la República Mexicana con mayor diversidad de especies de plantas vasculares (30,000 especies aproximadamente) y presenta además un alto número de endemismos. Como resultado de la comparación del listado florístico y la NOM-059-SEMARNAT-2010, fue registrada en el área de influencia la presencia de *Dalbergia granadillo* Pittier, una especie de la familia Fabaceae, listada bajo la categoría P (Peligro de extinción) y no endémica.



#### **IV.2.2.2 Fauna**

El Sistema Ambiental Regional del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II forma parte de la Provincia florístico-faunística Istmo de Tehuantepec (García-Mendoza y Torres-Colín 1999). La mayoría de las especies detectadas en el SAR son de origen neotropical que tienen amplia distribución en la región. Una de las principales amenazas a la que se enfrenta la fauna en esta región es la destrucción del hábitat ocasionada principalmente por las actividades agropecuarias. A pesar de lo anterior, se ha registrado una importante riqueza de especies animales, sobresaliendo las aves (avifauna), seguida de los mamíferos, reptiles y anfibios, en ese orden de importancia. La mayoría de los ensambles descritos para cada grupo faunístico incluyen especies con un alto valor para la conservación debido a su grado de endemismo o porque se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros tratados internacionales.

De manera más específica, se abordan los aspectos relacionados con la fauna que se distribuye en el Área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, que servirá de base al capítulo V, para analizar las posibles interacciones que ocurrirán entre la fauna y el proyecto, en sus etapas de construcción, operación y mantenimiento.

#### **Método**

##### ***Análisis de la fauna del SAR.***

A continuación se describen los criterios utilizados para seleccionar la información de confianza y calidad para el análisis de la diversidad faunística dentro del SAR. Primeramente se realizó la búsqueda bibliográfica de manifestaciones de impacto ambiental, reportes técnicos, planes de manejo y artículos que brindaran información de sobre riqueza y abundancia de especies de fauna presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Una vez organizada toda esta información se seleccionaron los estudios mas relevantes en cuanto a fauna se refiere. De esta información recopilada se tomaron los siguientes estudios para realizar el análisis de la diversidad de fauna en el SAR: Manifestaciones de Impacto Ambiental de las Centrales Eólicas EDF (SIGEA 2010) central eólica Peñoles (SIGEA 2007), central eólica ubicada al sur del área de influencia, Iberdrola (Rincón y Asesores, 2005), Central Eólica BiiNeeStipall cercana al área de influencia, así como de un resumen ejecutivo del 2011 la misma central (Montejo, 2011),

así como la información para aves y herpetofauna del Área Certificada para la Conservación denominada Mena-Nizanda (Pérez-García, 2006).

Se describió la diversidad de la avifauna, de acuerdo a los datos de los estudios realizados en el predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II (2012), mismos que se complementan con los datos derivados del Estudio Prospectivo Regional para las centrales eólicas Oaxaca I, II, III y IV (CFE-INECOL 2008). Este estudio fue realizado en 2008 en un área con alto potencial eólico, delimitada por los paralelos 16° 10' y 16°39' latitud norte y los meridianos 94°34' y 95°15' de longitud oeste en un área de 3 900 km<sup>2</sup>, que incluyó siete sitios potenciales para el establecimiento de parques eólicos, uno de los cuales se tomó para el análisis de la fauna del SAR por formar parte de él. Este sitio fue el denominado Ciudad Ixtepec (CFE-INECOL 2008). Cabe mencionar que dentro del área de 3900 km<sup>2</sup> se encuentra inmerso el predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, situado de manera contigua al sitio potencial Ciudad Ixtepec, por tanto la información que se generó durante el estudio de los 3900 km<sup>2</sup> es un valioso complemento para la elaboración de la presente MIA Regional para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, ya que la información generada y validada con los datos de 2008 permite tener una mejor descripción de la riqueza y la diversidad de especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles en el SAR, así como conocer el estado de conservación de determinadas especies de acuerdo a las leyes nacionales e internacionales.

La cantidad de información que se ha generado para las aves, tanto migratorias como residentes con relación a los proyectos de producción de energía eólica a nivel mundial, no se compara con la generada para el grupo de los murciélagos y fauna terrestre no voladora (anfibios, reptiles y mamíferos), siendo menos representados en los sitios del SAR. A través de los monitoreos en campo en los diferentes tipos de hábitat localizados dentro del SAR se logró describir el ensamble de las comunidades de murciélagos; así como su estatus de conservación.

La información recabada para el grupo de los mamíferos terrestres (no voladores) se obtuvo a partir de la identificación y la abundancia de las especies registradas dentro del SAR, la cual se complementó con datos del Estudio Regional de los 3 900 km<sup>2</sup> (CFE-INECOL 2008), a partir de las observaciones que ocasionalmente se han tenido de este grupo de fauna. En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), de manera similar que los mamíferos terrestres, se empleó el método de transectos en el SAR, y los datos

obtenidos se complementaron, igualmente, con los datos del Estudio Regional de los 3 900 km<sup>2</sup> (CFE-INECOL 2008) a partir de las observaciones de este grupo de fauna.

*Selección de los sitios considerados en el análisis*

En el Cuadro IV-22, se muestra la descripción de los sitios establecidos que fueron analizados para obtener la diversidad de cada grupo de fauna, así como su ubicación en la Figura IV-61 dentro del SAR.

**Cuadro IV-22. Fuentes de información de donde se obtuvo información de la fauna terrestres que se distribuye por el SAR.**

#	Sitio	Estudio	Grupo que comprende	Tipo de información
1	Área de influencia	MIA- Sureste I	Aves, mamíferos, reptiles y anfibios	Riqueza y abundancia, presencia/ausencia
2	Ciudad Ixtepec	Estudio regional	Aves, mamíferos, reptiles y anfibios	Riqueza y abundancia, presencia/ausencia
3	Sierra Tolistoque	Listados de fauna	Aves, mamíferos, reptiles y anfibios	Riqueza y abundancia, presencia/ausencia
4	ACC-Nizanda	Área de protección ejidal certificada	Aves, reptiles y anfibios	Riqueza, presencia/ausencia
5	C.E. EDF	MIA-Particular EDF	Aves	Presencia/ausencia
6	C.E. Peñoles	MIA-Particular Peñoles	Aves	Presencia/ausencia
7	C.E. Iberdrola	MIA-Particular Iberdrola	Aves	Presencia/ausencia
8	C.E. BiiNeeStipal	Resumen Ejecutivo	Aves	Presencia/ausencia
9	La Ventosa	MIA Línea de Transmisión	Mamíferos, reptiles y anfibios	Riqueza, presencia/ausencia Presencia/ausencia

(\*) MIA Particular Proyecto 40 CE Sureste I Fase II

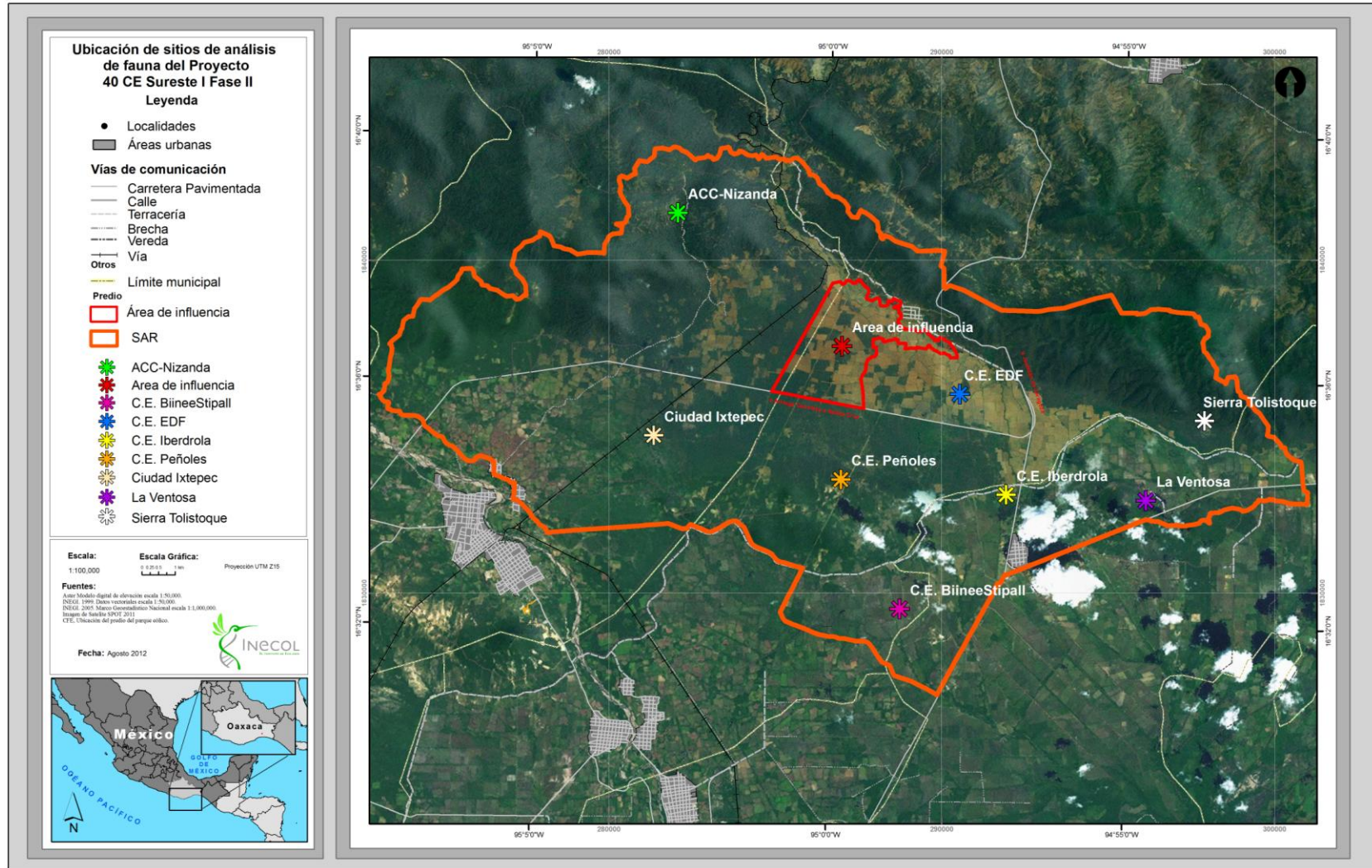


Figura IV-61. Ubicación de los sitios de análisis de fauna dentro del SAR.

### ***Diversidad***

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992). El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Solbrig, 1991; Halffter y Ezcurra, 1992; Heywood, 1994; UNEP, 1992; Harper y Hawksworth, 1994).

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998).

Para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en el SAR, se cuantificó el número de especies y su representatividad. La principal ventaja de los índices de diversidad es que resumen mucha información en un solo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

### ***Métodos de medición a nivel de especies***

La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la **diversidad beta** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Whittaker, 1972). Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante

la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente.

### ***Medición de la diversidad alfa***

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para medir la diversidad alfa en el SAR se usó el índice de Shanon-Wiener ya que se basa en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica).

### ***Índice de diversidad***

Un índice de diversidad es aquel que describe lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia).

Para determinar la diversidad de especies de fauna dentro del SAR, se utilizó el índice de Shannon-Wiener ya que es uno de los índices más utilizados para medir la diversidad de un hábitat determinado. Este índice se calcula de la siguiente forma:

### ***Índice de Shannon-Wiener***

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

$P_i$  = Abundancia relativa

ln = Logaritmo natural

El índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en

predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Este índice normalmente toma valores entre 1 y 4,5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" (Magurran, 1988). Los índices de Shannon fueron comparados entre sitios mediante la prueba de t-Shannon, para determinar si habría o no diferencias significativas en la diversidad de especies entre sitios.

### ***Curvas de acumulación de especies***

Otra herramienta potencialmente útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño son las funciones de acumulación de especies. Este tipo de modelos se pueden ajustar en cualquier programa estadístico con procedimiento de regresión no lineal definida por el usuario. Para el análisis de la riqueza faunística en el SAR se realizaron curvas de acumulación de especies con el Software Stimates Win 8.0.

Para el caso del SAR se consideraron los estimadores no-paramétricos Chao 1 y Bootstrap en el sentido estadístico, ya que solamente requieren datos de presencia-ausencia (Colwell y Coddington, 1994), además, son estimadores de la riqueza que predicen el número de especies que debería existir de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Sobs (Mao Tao) es el número de especies observadas en las muestras. Las especies predichas por los estimadores utilizados siempre serán más que las observadas. Se eligieron estos estimadores de riqueza por ser los que con mayor frecuencia se utilizan en los trabajos de investigación para evaluar los inventarios biológicos en áreas determinadas. De esta manera la riqueza esperada a través de este método puede variar significativamente dependiendo del estimador que se elija. Finalmente se graficó la acumulación del número de especies registradas para el SAR, utilizando los estimadores antes mencionados, que miden la riqueza de especies baárea de influenciaos en la proporción de unidades de muestreo que contiene cada especie (Moreno, 2001).

### ***Medición de la Diversidad Beta***

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de la diversidad alfa que puede ser medida fácilmente en función del número de

especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

### ***Índices de Similitud de Sorensen***

Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada uno de ellas. Los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio ya que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). Este índice se calcula de la siguiente forma:

### ***Índice de Sorensen***

$$IS = \frac{2C}{A + B} * 100$$

Donde:

IS = Índice de Sorensen

A = Número de especies registradas en el sitio A

B = Número de especies registradas en el sitio B

C = Número de especies comunes en ambos sitios

El índice de Sorensen expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Para conocer el grado de similitud entre sitios dentro del SAR se realizó un análisis de clóster con la ayuda del Software MVSP 3.21 (Multi Variate Statistical Package),



utilizando el índice de de similitud de Sorensen como una medida de distancia entre grupos, obteniendo los dendrogramas de similitud correspondientes para cada grupo de fauna. Para este análisis se tomaron datos de presencia-ausencia de especies con el fin de evaluar las tendencias de la diversidad beta dentro del SAR.

### ***Descripción de la Fauna Terrestre en el SAR***

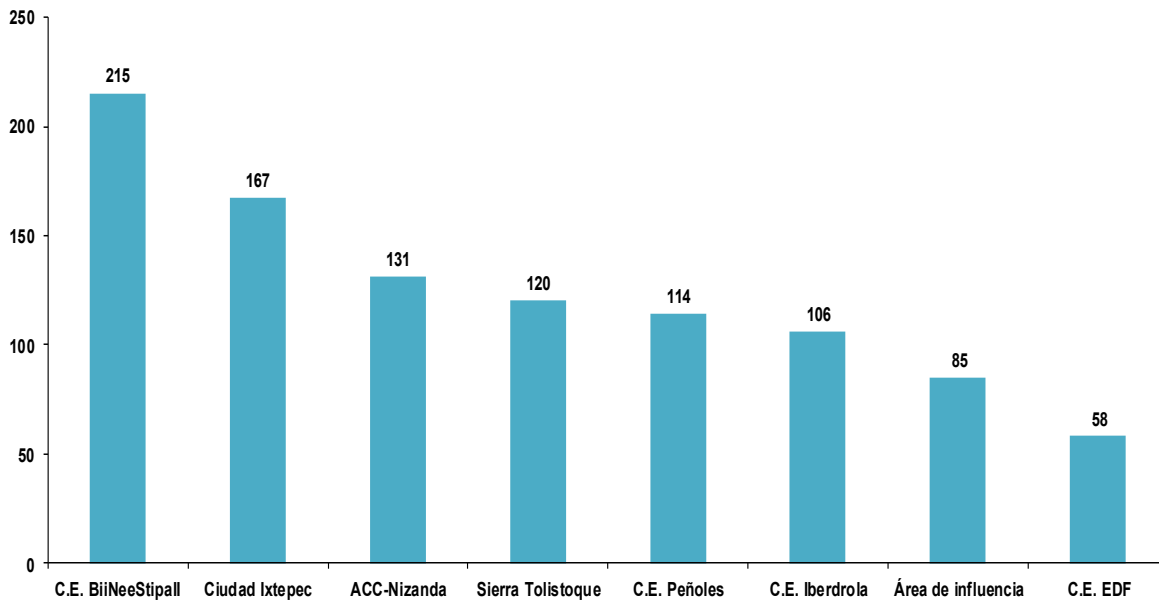
En el siguiente apartado se describen los principales patrones generales de la diversidad de aves, mamíferos y herpetofauna en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Posteriormente se describe la diversidad de especies presente en el Área de Influencia.

**Avifauna**

**Riqueza general y categorías de riesgo de aves**

En total se registraron 288 especies de aves en el SAR, lo que representa el 74,22 % (n=388) de las especies con distribución potencial en el Istmo de Tehuantepec (Anexos I y II). La riqueza total registrada para el SAR se representa de manera particular para cada sitio.

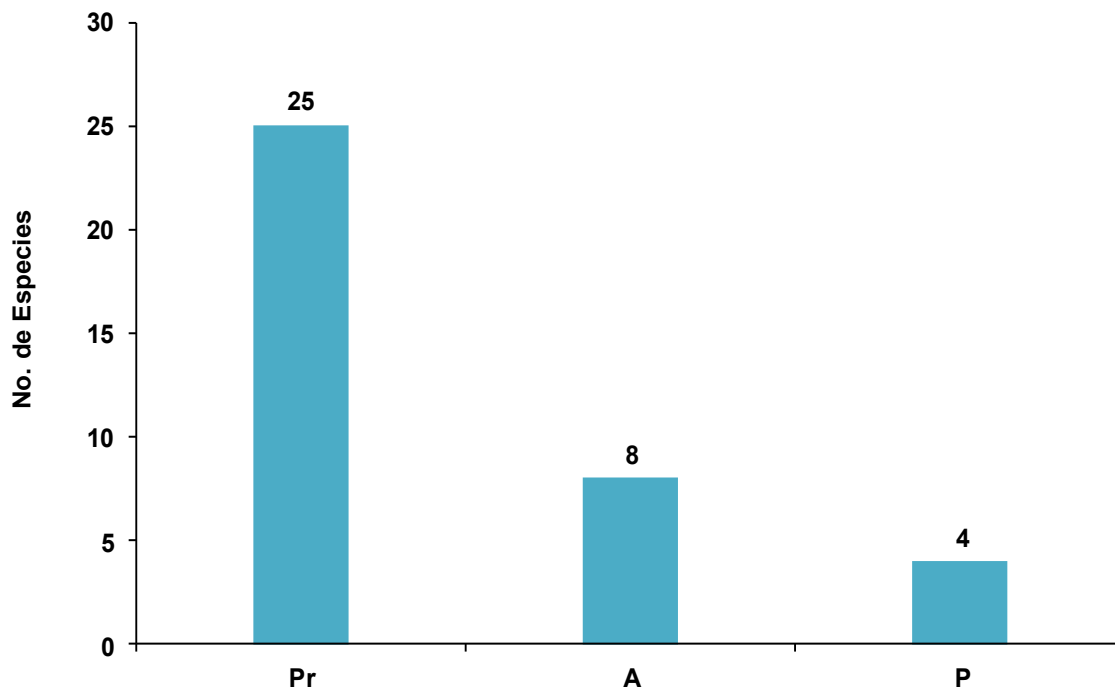
Los sitios que presentaron la mayor riqueza de especies fueron Ciudad Ixtepec (167) y Sierra Tolistoque (120), seguidos por C.E. Peñoles (114), C.E. BiiNeeStipall e C.E. Iberdrola con 110 y 106 especies, respectivamente. Caso contrario se presentó en el área de influencia (85) y C.E. EDF (58), sitios que registraron menor riqueza de especies (Figura IV-62).



**Figura IV-62. Número de especies registradas por sitio en el SAR.**

Del total de las especies registradas por sitio se encontraron 37 especies incluidas en alguna de las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Figura IV-63) (ver Anexo IV-14). Del total de especies NOM-059, en la categoría en Peligro de extinción (P) se detectaron cuatro especies: el pato real (*Cairina moschata*), el águila solitaria (*Harpophalioetus solitarius*), el chipe mejilla dorada (*Setophaga chrysoparia*)

y el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*). Cabe mencionar que la última de ellas es endémica a la región, sin embargo, se ha observado que localmente es abundante utilizando remanentes de vegetación como sitios de anidación y alimentación. El pato real prefiere las zonas inundables y lugares con presencia de cuerpos de agua cercanos a los asentamientos humanos. El águila solitaria fue registrada exclusivamente para la región de ACC-Nizanda.



**Figura IV-63. Número de especies registradas en el SAR, dentro de alguna de las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

En la categoría de Amenazada (A) se registraron ocho especies, estas fueron: el halcón aplomado (*Falco femoralis*), el carao (*Aramus guarauna*), el perico frente-naranja (*Aratinga canicularis*), el perico mexicano (*Aratinga holochlora*), el perico Centroamericano (*Aratinga strenua*), el tecolote mesoamericano (*Glaucidium griseiceps*), el colibrí frente verde (*Amazilia viridifrons*), el chipe de Tolmiei (*Geothlypis tolmiei*) y el (*Passerina rositae*); esta última especie es endémica a la región, sus poblaciones se encuentran en las inmediaciones de la sierra Tolistoque. El chipe de Tolmiei es una especie invernante, que permanece solamente durante el invierno y para la primavera regresa a sus territorios de reproducción en Norteamérica.

En la categoría de Protección Especial (Pr) se registraron 25 especies, de las cuales 14 especies fueron residentes: el zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*), el gavilán pico-gancho (*Chondrohierax uncinatus*), el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), el aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*), el aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el aguililla cola-blanca (*Buteo albicaudatus*), el halcón selvático collarejo (*Micrastur semitorquatus*), el perico frente-naranja (*Aratinga canicularis*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), el tecolote de Cooper (*Megascops cooperi*), el búho listado (*Strix varia*), el picolargo coroniazul (*Heliomaster longirostris*), el manaquín cola larga (*Chiroxiphia linearis*) y el verdillo gris (*Hylophylus decurtatus*). El perico frente naranja, El aguililla cola blanca, el aguililla negra menor, el gavilán pico gancho y el pico largo coroniazul, estuvieron presentes en todos los sitios. El halcón selvático collarejo, se registró en las inmediaciones de la sierra Tolistoque. El aguililla rojinegra y el gavilán caracolero fueron registrados cerca de ciudad Ixtepec, sin embargo por ser aves rapaces pueden cubrir una gran extensión de territorio en busca de alimento. El zambullidor menor se registró en los alrededores de Ixtepec. Por otro lado, siete mostraron características estacionales de invernantes: la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el avetorito americano (*Ixobrychus exilis*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el gavilán pecho-rufos (*Accipiter striatus*), el aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), y el colorín siete colores (*Passerina ciris*).

En esta misma categoría de protección especial se registraron tres especies transitorias: el aguililla ala-ancha (*Buteo platypterus*), y el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) el milano de Mississippi (*Ictinia mississippiensis*). Las tres especies se registraron en todos los sitios, ya que sobrevuelan la región principalmente durante la primavera y el otoño. En esta categoría se registró una especie vagrante, el milano tijereta (*Elanoides forficatus*) es decir; que se encontró extraviada fuera de su área de distribución normal. Esta última se registró en la temporada de primavera en el sitio Ciudad Ixtepec.

### **Análisis de la riqueza de especies (Diversidad alfa)**

Se analizó la diversidad de especies en cada uno de los sitios a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Cuadro IV-23). Los sitios considerados muy diversos de acuerdo al índice de Shannon ( $H'$ ) son: ACC-Nizanda, C.E. BiiNeeStipall, Sierra

Tolistoque y C.E. Peñoles. El sitio potencial con una menor diversidad calculada fue Ciudad Ixtepec (Cuadro IV-23).

**Cuadro IV-23. Índice de Diversidad de Shannon (H') para cada sitio.**

Sitio	No. Total de Especies	N	H'
<b>BiiNeeStipall</b>	215	907	4.3413
<b>Ciudad Ixtepec</b>	167	77169	2.3432
<b>ACC-Nizanda</b>	131	344	4.3758
<b>Sierra Tolistoque</b>	120	967	3.9922
<b>C.E. Peñoles</b>	114	361	3.9668
<b>C.E. Iberdrola</b>	106	1051	3.4844
<b>Área de influencia</b>	85	1092	3.5207
<b>C.E. EDF</b>	58	538	3.2646
N= Número total de individuos registrados			

Los índices de Shannon fueron comparados entre sitios mediante la prueba de t-Shannon, la cual indicó que existe una diferencia significativa en la diversidad de especies entre la gran mayoría de los sitios con excepción de los sitios de C.E. BiiNeeStipall con ACC-Nizanda, Sierra Tolistoque con C.E. Peñoles, y entre el Área de influencia e Iberdrola que no presentaron diferencias significativas en la diversidad de especies (Cuadro IV-24). Los cuatro primeros sitios mostrados en el siguiente cuadro, corresponden a los sitios considerados como los más diversos.

**Cuadro IV-24. Matriz de comparación del índice de diversidad de Shannon (H') entre sitios. Se resalta en negritas los sitios que no presentan diferencias significativas.**

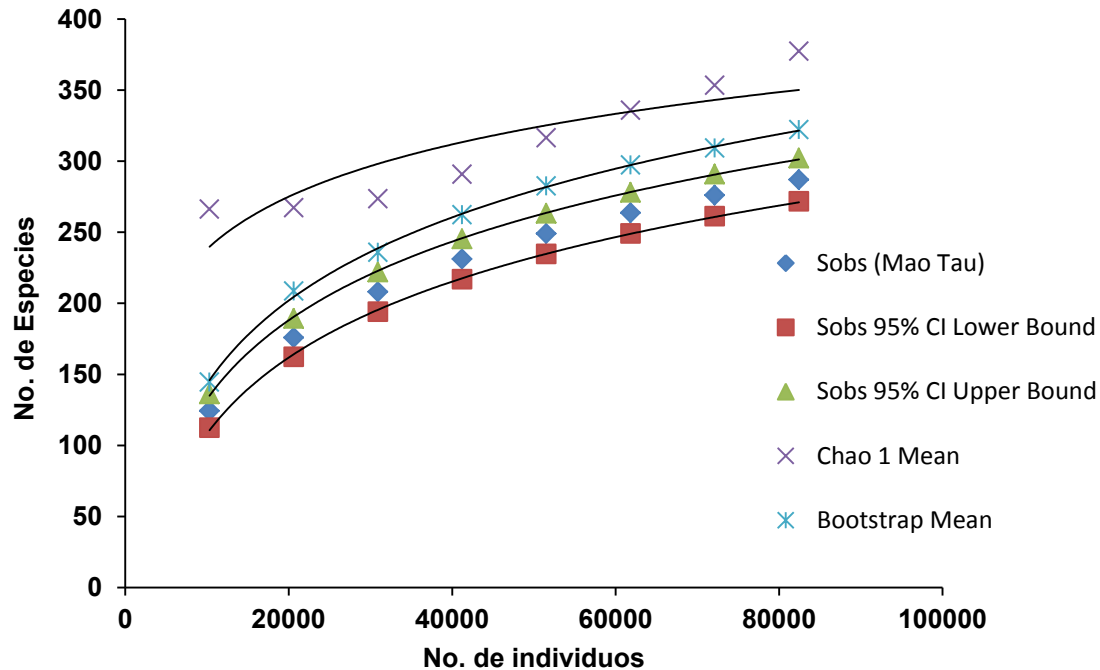
	BiiNee Stipall	Ciudad Ixtepec	Mena- Nizanda	Sierra Tolistoque	Peñoles	Iberdrola	La Mata	EDF
<b>BiiNeeStipall</b>	-	0.000	<b>0.650</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Estudio regional</b>	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Mena-Nizanda</b>	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Sierra Tolistoque</b>	-	-	-	-	<b>0.727</b>	0.000	0.000	0.000
<b>Peñoles</b>	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0.000
<b>Iberdrola</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.539</b>	0.001
<b>Área de influencia</b>	-	-	-	-	-	-	-	0.000
<b>EDF</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

p < 0.05 indica diferencias significativas entre sitios de acuerdo a una prueba de t-Shannon.

### **Curva de acumulación de especies**

Tomando los resultados obtenidos de los ocho sitios para describir la riqueza avifaunística del SAR incluidos en el presente estudio, se realizó un análisis de curva de acumulación de especies para estimar la riqueza esperada en el SAR. Se consideraron los estimadores de riqueza que con mayor frecuencia se utilizan en los trabajos de investigación para evaluar los inventarios biológicos en determinadas áreas. De esta manera la riqueza esperada a través de este método puede variar significativamente dependiendo del estimador que se elija.

En la Figura IV-64 se puede observar que la curva de acumulación está próxima a alcanzar la asíntota, lo cual predice que la probabilidad de registrar una nueva especie dentro del SAR en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente, con respecto al número de muestreos realizados.



**Figura IV-64. Curva de acumulación de especies para el SAR. Se presentan dos estimadores de la biodiversidad que indican cuántas especies de aves teóricamente se presentan en el SAR.**

Chao 1 y Bootstrap son estimadores de la riqueza que predicen el número de especies que debería existir de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Sobs (Mao Tao) es el número de especies observadas en las muestras. Dentro del SAR las especies predichas por los estimadores utilizados son más que las observadas. Sin embargo con el esfuerzo de muestreo realizado en el presente estudio, el porcentaje de especies observadas en el SAR es aceptable ya que fue mayor al 80% de las especies predichas por uno de los estimadores.

### **Análisis de la Diversidad Beta de aves en el SAR**

Los datos de abundancia de especies fueron empleados para comparar la similitud de especies entre sitios a través del cálculo del índice de similitud de Sorensen, el cual varía de 0 a un valor máximo próximo a uno. En el Cuadro IV-25 se presenta la matriz de similitud del índice de Sorensen entre sitios, en ésta se puede observar de manera general que los sitios con la mayor similitud de especies son Ciudad Ixtepec y C.E.

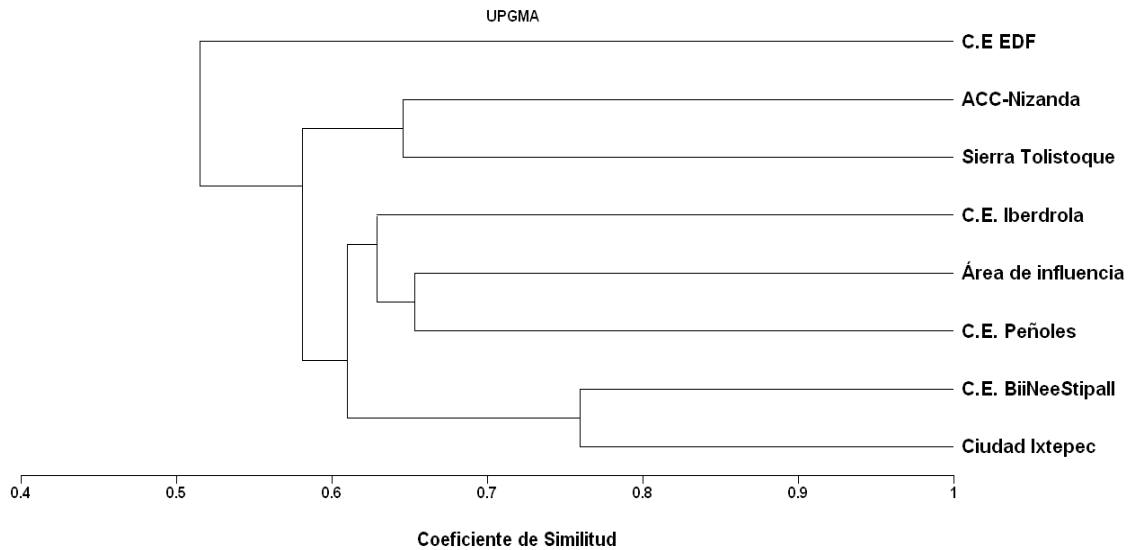
BiiNeeStipall con un valor de 0,759 y los sitios que presentaron la menor similitud de especies de aves fueron C.E. Bii Nee Stipa II y C.E. EDF con un valor de 0,402.

**Cuadro IV-25. Matriz de Similitud del índice de Sorensen entre sitios. Se resaltan en negritas los sitios mas similares en cuanto al número de especies de aves registradas.**

	C.E. BiiNeeSt ipall	Ciudad Ixtepec	ACC- Nizanda	Sierra Tolistoque	C.E. Peñol es	C.E. Iberdr ola	Área de influencia	C.E. EDF
<b>C.E. BiiNeeStipal I</b>	-	<b>0.759</b>	0.543	0.614	0.61 3	0.604	0.553	0.40 2
<b>Ciudad Ixtepec</b>	-	-	0.570	<b>0.648</b>	<b>0.66</b> 1	0.615	0.611	0.46 2
<b>ACC- Nizanda</b>	-	-	-	<b>0.645</b>	0.58 7	0.472	0.537	0.47 6
<b>Sierra Tolistoque</b>	-	-	-	-	0.63 2	0.575	0.624	0.64 0
<b>C.E. Peñoles</b>	-	-	-	-	-	0.609	<b>0.653</b>	0.54 6
<b>C.E. Iberdrola</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.649</b>	0.47 5
<b>Área de Influencia</b>	-	-	-	-	-	-	-	0.60 1
<b>C.E. EDF</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

En la Figura IV-65 se muestra el dendograma el cual indica el grado de similitud de especies entre sitios de acuerdo al índice de similitud de Sorensen. En ésta figura se observa que el sitio C.E. EDF es diferente a los demás sitios, seguido por un primer grupo que está conformado por los sitios de ACC-Nizanda y Sierra Tolistoque, los cuales tienen 82 especies en común del total registrado en cada uno de ellos, 215 y 120 especies, respectivamente. En cambio, Área de influencia y Peñoles conforman un segundo grupo que presenta una mayor similitud de especies entre ellos que con respecto al resto de los sitios. Estos dos sitios tienen 65 especies en común del total registrado para cada uno de ellos, 85 y 114 especies, respectivamente.

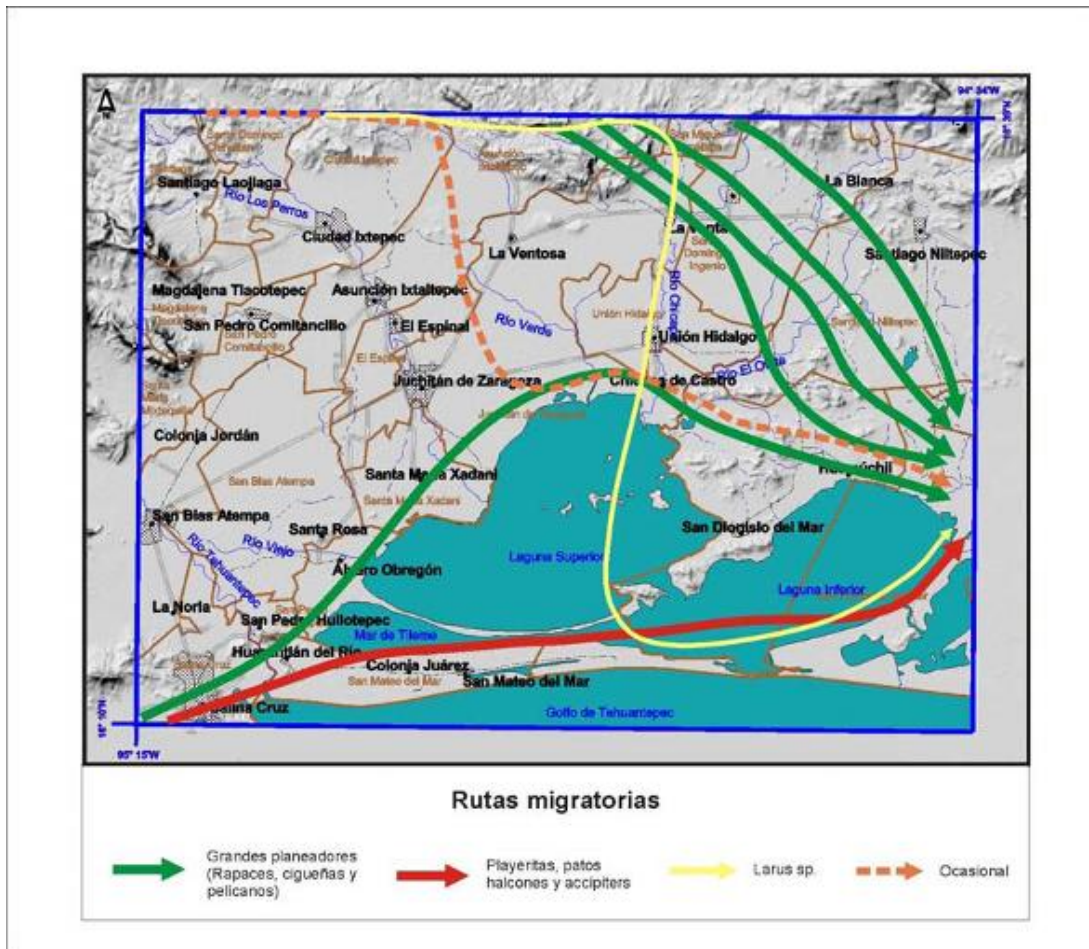




**Figura IV-65. Dendrograma de similitud de especies de aves entre sitios dentro del SAR**

***Identificación de rutas migratorias en el SAR***

Como resultado del monitoreo del fenómeno migratorio durante un periodo de más de cinco años en el Istmo de Tehuantepec se han descrito patrones espaciales y temporales de las rutas que siguen las aves migratorias (Villegas-Patracca *com per*). Se han identificado ocho rutas migratorias por la región del Istmo (Figura IV-66).



**Figura IV-66. Rutas migratorias descritas en la región del Istmo de Tehuantepec (Fuente: Sistema de Información Geográfica de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL).**

Dentro del SAR se identificaron cuatro rutas migratorias en base a estudios previos en la región (CFE-INECOL, 2008, 2012). En la Figura IV-67 se pueden apreciar dichas rutas. La ruta más cercana a el área de influencia esta a 1.9 km con dirección este, siendo utilizada ocasionalmente por el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*), cuando los vientos son muy fuertes estas aves rapaces son desviadas hacia esta ruta dentro del SAR, sin embargo, cuando las condiciones de viento son moderadas, esta ruta se mantiene inactiva. La ruta mas alejada se situa a 2.1 km al suroeste del área de influencia, esta ruta es utilizada exclusivamente por el zopilote aura (*Cathartes aura*); cuando el flujo de migración de esta especie es menor la ruta puede situarse a 4.1 km de distancia del área de influencia con orientación soroeste

presentándose una alternación de esta ruta únicamente en la parte de Ciudad Ixtepec. Finalmente las dos rutas restantes se ubican dentro del área de influencia presentando el patrón de ser ocasionales debido a fuertes vientos que pueden desviar a las aves de su ruta principal, la ruta de línea punteada es utilizada por la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) exclusivamente durante la primavera y la ruta de línea continua es utilizada esporádicamente por el aguililla de Swainson (*Buteo Swainsoni*).

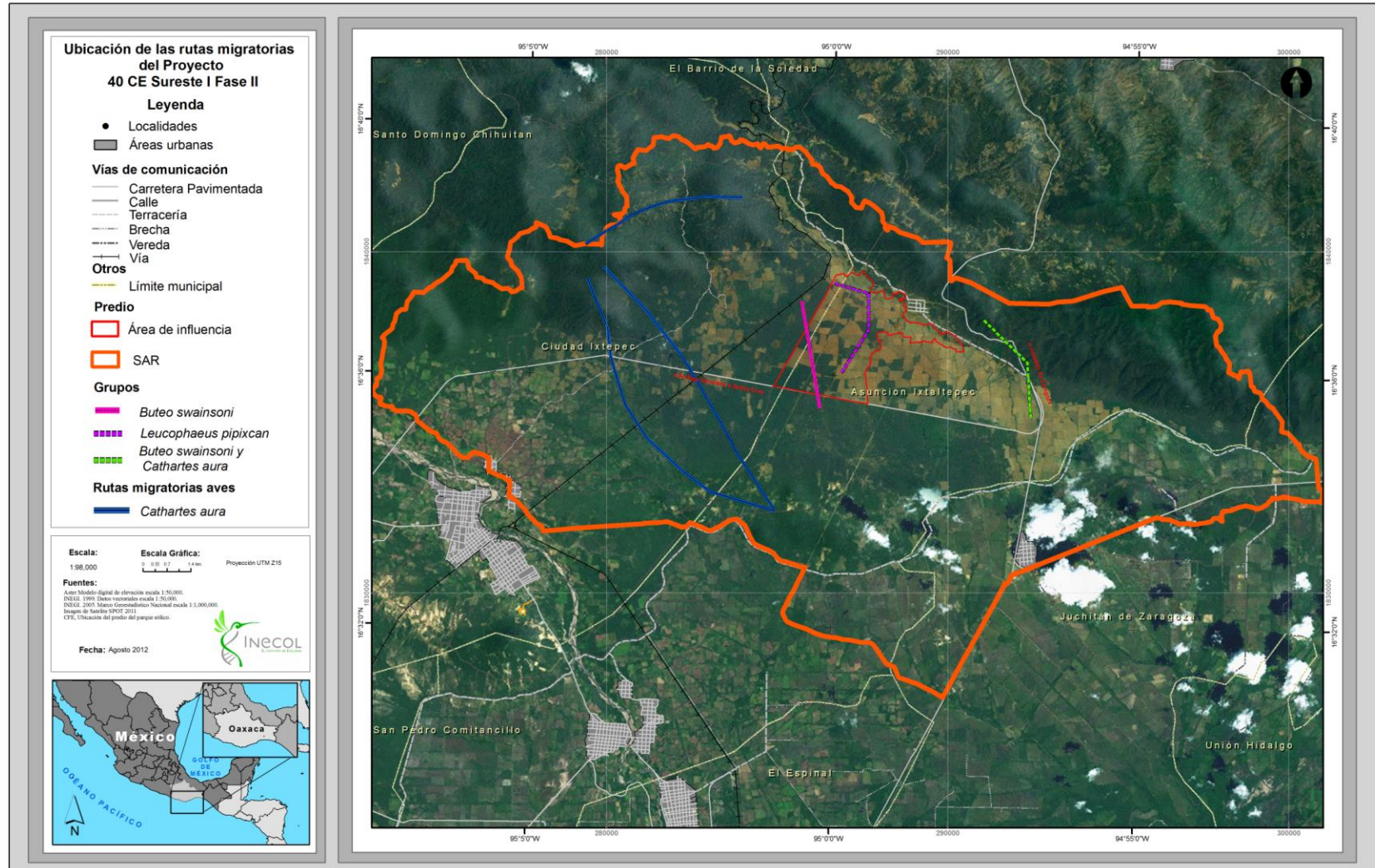


Figura IV-67. Ubicación de rutas migratorias de aves dentro del SAR.

Con base en las rutas identificadas para el SAR, solo una ruta es considerada perenne, situada a 2.1 km al suroeste del área de influencia por lo que no implica riesgo alguno de colisión con dicha área. El resto de las rutas son ocasionales y están condicionadas a vientos muy fuertes, asimismo una de estas rutas esta condicionada solo a la temporada de primavera, por lo que el riesgo de colisión es mínimo.

### ***Mamíferos voladores; Murciélagos***

#### *Composición taxonómica, gremios alimenticios, afinidad geográfica y estado de conservación de las especies encontradas.*

En total se registraron 29 especies de murciélagos por medio de observaciones de campo en el SAR (Cuadro IV-26). Estas especies están agrupadas taxonómicamente en siete familias, nueve sub familias y 18 géneros. La riqueza de especies encontradas representa el 44,61% de las especies con distribución potencial para la región del istmo de Tehuantepec

**Cuadro IV-26. Listado de especies de murciélagos registrados en el SAR**

<b>Familia</b>	<b>Sub Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Emballonuridae</b>	<b>Emballonurinae</b>	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago sacóptero azulejo
<b>Mormoopidae</b>		<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo de Parnell
		<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo de Wagner
		<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago barba arrugada norteño
<b>Noctilionidae</b>		<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador
<b>Phyllostomidae</b>	<b>Micronycterinae</b>	<i>Micronicterys microtis</i>	Murciélago orejón brasileño
	<b>Phyllostominae</b>	<i>Lophostoma brasiliense</i>	Murciélago oreja redonda
	<b>Glossophaginae</b>	<i>Glossophaga commissarissi</i>	Murciélago lengüentón de Commissaris
		<i>Glossophaga leachii</i>	Murciélago lengüentón de Leachi
		<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago lengüentón de Xiutepec
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüentón de Pallas
		<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murciélago hocicudo de Curazao
	<b>Caroliinae</b>	<i>Carollia subrufa</i>	Murciélago cola sedosa corta
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola sedosa
	<b>Stenodermatinae</b>	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor
		<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de charreteras mayor
		<i>Chiroderma salvini</i>	Murciélago ojón de Salvini
		<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frutero de Allen
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante
		<i>Artibeus toltecus</i>	Murciélago frutero tolteca
		<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada
	<b>Desmodontinae</b>		

<b>Natalidae</b>	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago oreja embudo mexicano
<b>Vespertilionidae</b>		
<b>Vespertilioninae</b>	<i>Rhogessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor
	<i>Lasiurus ega-Lasiurus intermedius*</i>	Murciélago cola peluda amarillo-murciélago cola peluda norteño
<b>Molossidae</b>		
<b>Molossinae</b>	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago mastín de Pallas
	<i>molossus rufus</i>	Murciélagomastín negro
	<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago mastín sinaloense

Se registraron 839 individuos dentro de los cuales la especie mejor representada fue el murciélago lomo pelón menor (*Pteronotus davyi*) con 207 individuos, seguido del murciélago bigotudo de Parnell (*Pteronotus parnellii*) con 128 individuos, el murciélago lengüentón de Pallas (*Glossophaga soricina*) con 126, las otras 20 especies tienen menos de 100 individuos (Figura IV-68). Del total de individuos registrados se tiene que 14 individuos solo se llegaron a género.

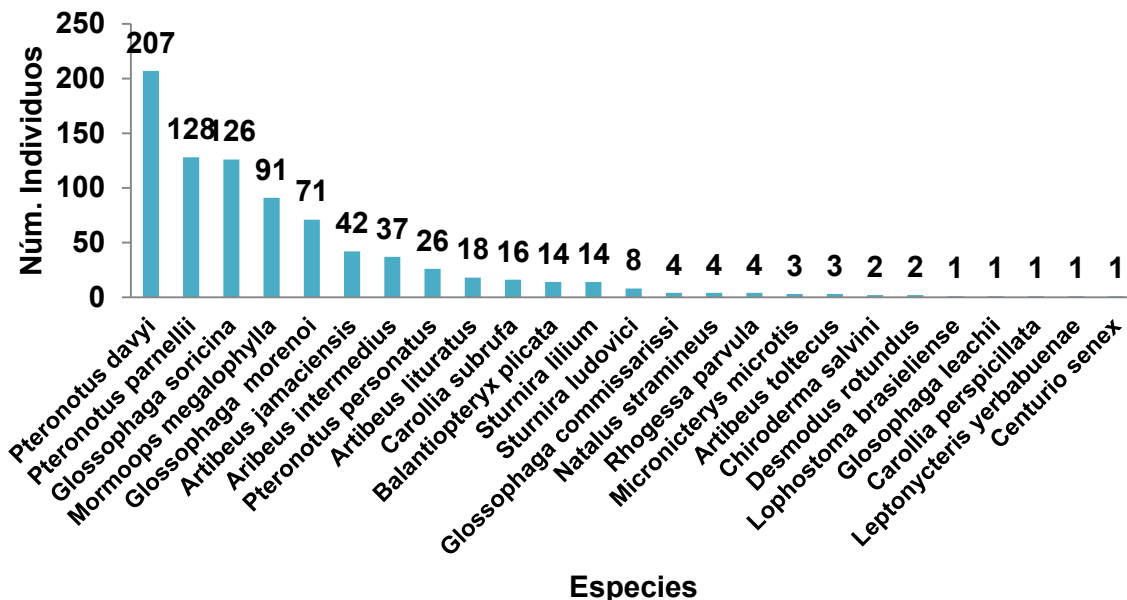
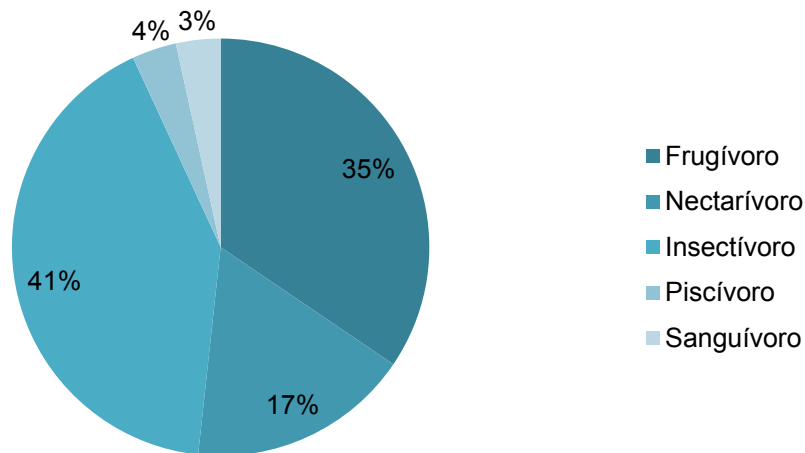


Figura IV-68. Número de individuos por especie dentro del SAR.

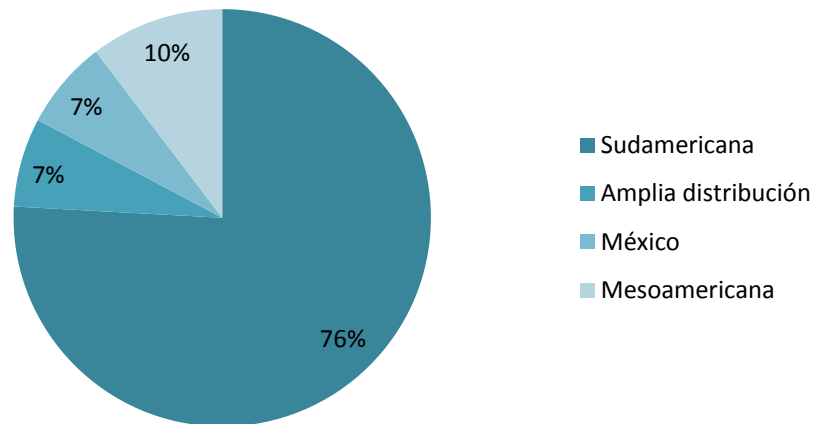
En la Figura IV-69 se muestra los gremios alimenticios de las especies de murciélagos registradas en el SAR. El gremio de los insectívoros fue el que más especies presentó con 12 (41,38%) seguido de los frugívoros con 10 (34,48%), los nectarívoros con cinco (17,24%). Los piscívoros y sanguívoros solo tuvieron una especie (3,45%).



**Figura IV-69. Gremios alimenticios de los murciélagos registrados en el SAR.**

Se clasificó a los murciélagos registrados de acuerdo a sus afinidades biogeográficas de acuerdo a Ceballos-Oliva (2005). En la Figura IV-70 se observa que el 71% de las especies (n=24) tienen distribución sudamericana donde se encuentra por ejemplo el murciélago bigotudo de Parnell (*Pteronotus parnellii*), el 11% de las especies (n=3) tiene afinidad mesoamericana, como el murciélago lengüentón de Leachi (*Glossophaga leachii*) y amplia como el murciélago barba arrugada norteño (*Mormoops megalophylla*) y por último el 7% (n=2) son endémicas a México ,categoría en la cual se ubica al murciélago lengüentón de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*) y el murciélago amarillo menor (*Rhogeessa parvula*) y dos mas son de amplia distribución que fueron el murciélago hocicudo de Curazao (*Leptonycteris yerbabuenae*) y el murciélago barba arrugada (*Mormoops megalophylla*).





**Figura IV-70. Afinidades geográficas de las especies encontradas en el SAR**

De las 29 especies que se registraron dentro del SAR se tiene que dentro de la NOM-059 se reportan sólo dos se encuentran como amenazadas, tal es el caso del murciélago hocicudo de Curazao (*Leptonycteris yerbabuena*) y el murciélago oreja redonda brasileño (*Lophostoma brasiliense*) y sólo dos son endémicas el murciélago lengüentón de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*) y el murciélago amarillo menor (*Rhogeessa parvula*).

Abundancia relativa

Para la abundancia relativa dentro de las especies totales que se registraron para el SAR se tiene que la mayor abundancia la obtuvo el murciélago lomo pelón menor (*Pteronotus davyi*) con una AR=24,7311828 (n=207), seguido del murciélago bigotudo de Parnell (*Pteronorus parnellii*) con una AR= 15,2927121 (n=128) y el murciélago lengüentón de Pallas (*Glossophaga soricina*) con una AR=15,0537634 (n=126), tal y como se puede observar en el Cuadro IV-27

**Cuadro IV-27. Abundancia relativa de las especies capturadas en el SAR**

<b>Especies</b>	<b>No. Individuos</b>	<b>AR%</b>
<i>Pteronotus davyi</i>	207	24.7311828
<i>Pteronotus parnellii</i>	128	15.2927121
<i>Glossophaga soricina</i>	126	15.0537634
<i>Mormoops megalophylla</i>	91	10.8721625
<i>Glossophaga morenoi</i>	71	8.48267623
<i>Artibeus jamaciensis</i>	42	5.01792115
<i>Aribeus intermedius</i>	37	4.42054958
<i>Pteronotus personatus</i>	26	3.10633214
<i>Artibeus lituratus</i>	18	2.15053763
<i>Carollia subrufa</i>	16	1.91158901
<i>Balantiopteryx plicata</i>	14	1.67264038
<i>Sturnira lilium</i>	14	1.67264038
<i>Sturnira ludovici</i>	8	0.9557945
<i>Glossophaga sp.</i>	7	0.83632019
<i>Natalus stramineus</i>	4	0.47789725
<i>Rhogessa parvula</i>	4	0.47789725
<i>Glossophaga commissarissi</i>	4	0.47789725
<i>Artibeus toltecus</i>	3	0.35842294
<i>Micronicterys microtis</i>	3	0.35842294
<i>Chiroderma salvini</i>	2	0.23894863
<i>Desmodus rotundus</i>	2	0.23894863
<i>Sturnira sp.</i>	2	0.23894863
<i>Artibeus sp.</i>	2	0.23894863
ND	2	0.23894863
<i>Centurio senex</i>	1	0.11947431
<i>Glosophaga leachii</i>	1	0.11947431
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	1	0.11947431
<i>Lophostoma brasiliense</i>	1	0.11947431
<i>Carollia perspicillata</i>	1	0.11947431

ND: No determinado

Análisis de la riqueza de especies (Diversidad alfa)

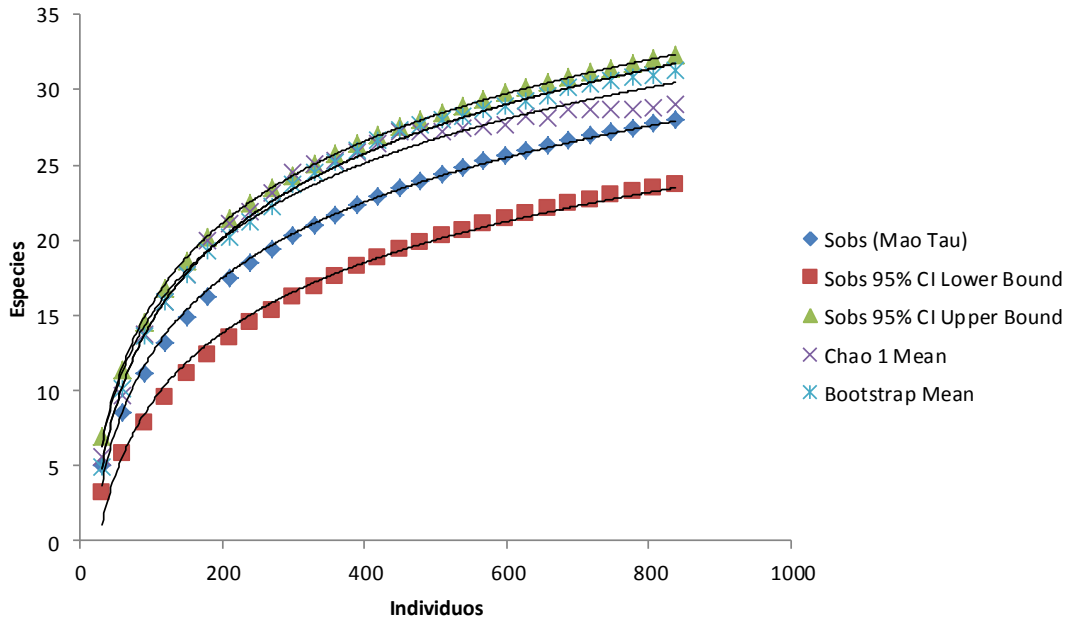
Al comparar la riqueza específica entre los tres sitios muestreados se tiene que el sitio Sierra de Tolistoque presentó el mayor número de especies con 25, seguida del sitio Cd Ixtepec (CFIX) que tuvo 11 y el área de influencia la cual obtuvo la menor riqueza con cinco especies (Cuadro IV-28).

Respecto a los valores arrojados por el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para cada sitio los valores obtenidos muestran una tendencia similar siendo el sitio Sierra del Tolistoque el más diverso con  $H' = 2.1991$ , seguido del Cd Ixtepec ( $H' 1.6751$ ) y el Área de influencia área de influencia con un valor de  $H' = 1.2598$ .

**Cuadro IV-28. Índices de diversidad Shannon-Wiener y diversidad alfa de murciélagos dentro de los tres sitios muestreados en el SAR**

Sitio	$H'$	Riqueza de especies
Sierra Tolistoque	2.1991	25
Ciudad Ixtepec	1.6751	11
Área de influencia	1.2598	5

En la Figura IV-71 se muestra la curva de acumulación para los murciélagos. Se observa que la riqueza observada (Mao Tau) llega a 28 especies alcanzando una asíntota manteniéndose dentro los límites de confianza superior e inferior. El valor de Bootstrap arroja un valor de 31.26 esto nos indica que se ha registrado el 96.69% de las especies esperadas. Por otro lado el índice de Chao 1 arroja un valor de 29 lo que nos revela que se ha alcanzado a registrar el 89.69% de las especies esperadas quedando prácticamente todas las especies registradas dentro del SAR. (Figura IV-71)

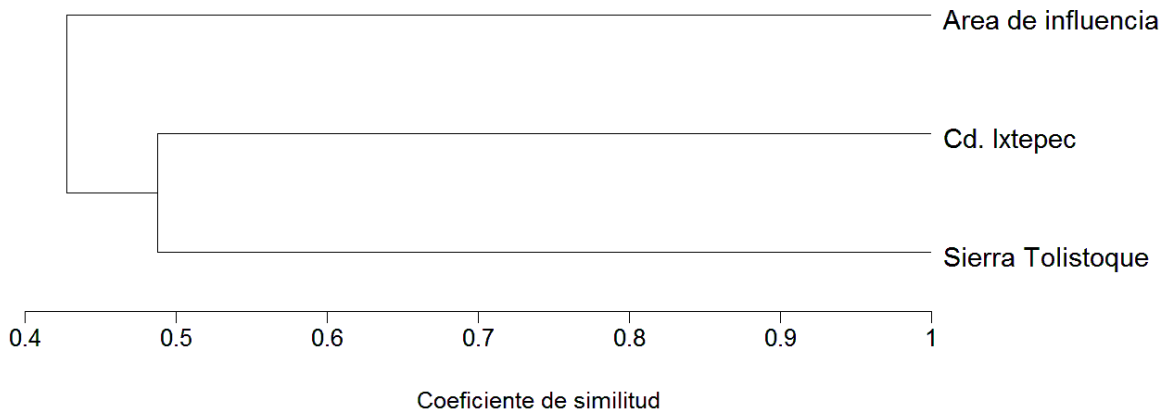


**Figura IV-71. Curva de acumulación de especies de murciélagos dentro del SAR**

Diversidad beta

En la Figura IV-72 se aprecia que los ensambles de murciélagos encontrados en los sitios: Sierra de Tolistoque y Cd. Ixtepec forman un grupo, con el mayor coeficiente de similitud (0,480) teniendo nueve especies en común. El ensamble de especies encontrado en el Área de influencia área de influencia se separa del primer grupo con un coeficiente de similitud de 0,425 compartiendo cinco especies teniendo el valor más bajo.

UPGMA



**Figura IV-72. Dendrograma de similitud de especies de murciélagos entre sitios dentro del SAR**

**Mamíferos no voladores**

Composición taxonómica, gremios alimenticios, afinidad geográfica y estado de conservación de las especies encontradas.

Se registró por medio de observaciones en campo un total de 40 especies de mamíferos no voladores en el SAR (Figura IV-73). Estas especies están agrupadas taxonómicamente en siete órdenes, 18 familias y 35 géneros. La riqueza de especies encontradas representa el 81,63% de las especies con distribución potencial para la región del istmo de Tehuantepec.

**Cuadro IV-29. Riqueza de especies registradas en el SAR**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
<b>Didelphimorphia</b>	<b>Didelphidae</b>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache
		<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos
		<i>Tlacuatzin canescens</i>	Ratón tlacuache
<b>Cingulata</b>	<b>Dasypodidae</b>	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
<b>Pilosa</b>	<b>Myrmecophagidae</b>	<i>Tamandua mexicana</i>	Brazo fuerte
<b>Carnivora</b>	<b>Canidae</b>	<i>Canis latrans</i>	Coyote
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	<b>Mustelidae</b>	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
		<i>Galictis vittata</i>	Grisón
		<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte

	<b>Mephitidae</b>	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado
		<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo cadeno
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado
	<b>Procyonidae</b>	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
		<i>Nasua narica</i>	Coatí
		<i>Basariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle
		<i>Potos flavus</i>	Mico de noche
	<b>Felidae</b>	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote
		<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo
		<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Onza
		<i>Puma concolor</i>	Puma
<b>Artiodactyla</b>	<b>Cervidae</b>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
	<b>Tayassuidae</b>	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar
<b>Rodentia</b>	<b>Sciuridae</b>	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris
		<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla negra
	<b>Geomyidae</b>	<i>Orthogeomys grandis</i>	Tuza
	<b>Heteromyidae</b>	<i>Liomys pictus</i>	Ratón de abazones
		<i>Liomys salvini</i>	Ratón de abazones
	<b>Muridae</b>	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera
		<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo sureño
		<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón ciervo mexicano

	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón cosechero
	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Ratón cosechero
	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	Rata arborícola
	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero
<b>Erethizontidae</b>		
	<i>Coendu mexicanus</i>	Puerco espín
<b>Cuniculidae</b>		
	<i>Cuniculus paca</i>	Cuatuza
<b>Dasyproctidae</b>		
	<i>Dasyprocta mexicana</i>	Serete
<b>Lagomorpha</b>		
<b>Leporidae</b>		
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo

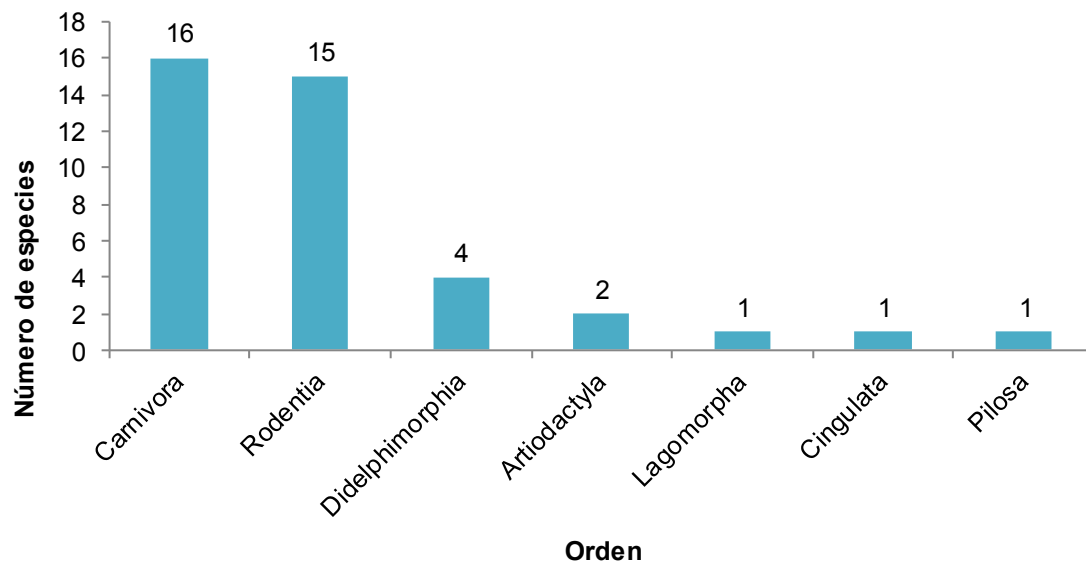
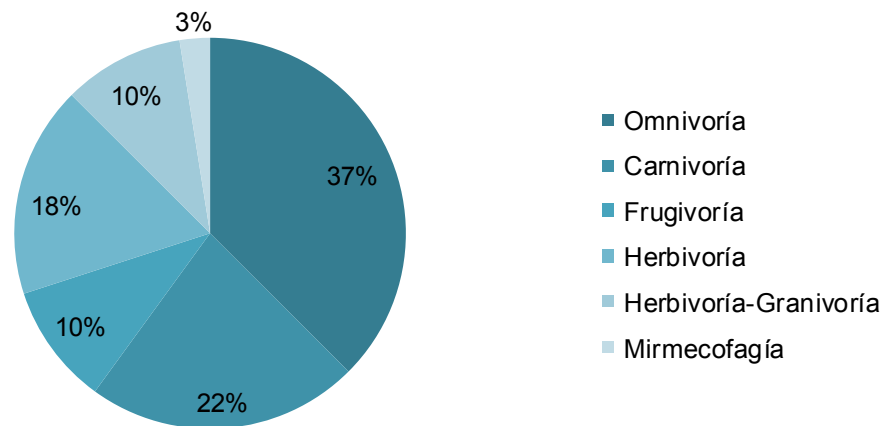


Figura IV-73. Número de especies por orden.

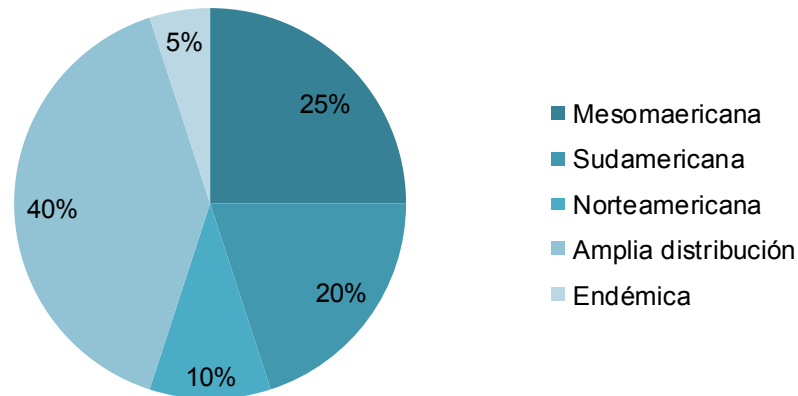


En la Figura IV-74 se muestra los gremios alimenticios de las especies de mamíferos encontradas en el SAR. El gremio de los omnívoros fue el que mas especies presentó con 15 (37%) seguido de la carnivoría con 9 (22%), frugivoría con 7(18%). Los herbívoros y herbívoros-granívoros tuvieron el 10% y por último la mirmecofagia tuvo una especie que representó el 3%.



**Figura IV-74. Gremios alimenticios de los mamíferos no voladores registrados en el SAR.**

Se clasificó a la mastofauna registrada de acuerdo a sus afinidades biogeográficas de acuerdo a Ceballos-Oliva (2005). En la Figura IV-75 se observa que el 40% de las especies (n=16) tienen amplia distribución, es decir se encuentran distribuidas tanto en zonas neo tropicales como neárticas, en esta categoría se incluyó al ratón casero (*Mus musculus*) que tiene distribución cosmopolita. El 25% de las especies (n=10) tiene afinidad mesoamericana seguido de las especies con afinidad sudamericana con el 20% (n=8), el 10 % (n=4) tienen afinidad con Norteamérica y por último el 5% (n=2) son endémicas a México, categoría en la cual se ubica al ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*) y el serete (*Dasyprocta mexicana*).



**Figura IV-75. Afinidad geográfica de la mastofauna reportada en el SAR.**

En el Cuadro IV-30 se enlistan las especies de mamíferos presentes en alguna categoría de riesgo en la NOM-059. Cuatro especies se encuentran en la categoría de (P) En peligro: oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y el viejo de monte (*Eira barbara*). Tres se encuentran listadas como (A) amenazadas: el grisón (*Galictis vittata*), el jaguarundí (*Herpailurus jagouaroundi*) y el puerco espín (*Coendu mexicanus*). Por último una especie se encuentra como (Pr) Protegida que es el caso del cacomixtle (*Basariscus sumichrasti*). Dos especies son endémicas que son el serete (*Dasyprocta mexicana*) y el ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*).

**Cuadro IV-30. Especies de mamíferos listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010 presentes en el SAR.**

Especie	Categoría	
	NOM-059 2010	Endémica
<i>Tlacuatzin canescens</i>		x
<i>Tamandua mexicana</i>	(P) Peligro	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	(A) Amenazada	
<i>Leopardus pardalis</i>	(P) Peligro	
<i>Leopardus wiedii</i>	(P) Peligro	
<i>Eira barbara</i>	(P) Peligro	
<i>Galictis vitatta</i>	(A) Amenazada	
<i>Basariscus sumichrasti</i>	(Pr) Protegida	
<i>Potos flavus</i>		
<i>Tayassu tajacu</i>		
<i>Coendu mexicanus</i>	(A) Amenazada	
<i>Cuniculus paca</i>		
<i>Dasyprocta mexicana</i>		x

Abundancia relativa

En el Cuadro IV-31 se muestra la abundancia relativa de las especies de mamíferos presentes en el SAR. En total, por todos los métodos empleados, se registraron 214 individuos de mamíferos no voladores.

Las especies más abundantes fueron el ratón de abazones (*Liomys pictus*) con el 27,3148% de los registros (n=59) seguido del ratón ciervo mexicano (*Peromyscus mexicanus*) con el 9,2592% (n=20) al igual que la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). El tlacuache (*Didelphis virginiana*) obtuvo un valor de 6,94% (n=15), el conejo (*Sylvilagus floridanus*) 6.01% (n=13), el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) 4,67% (n=10), el mapache (*Procyon lotor*) 3,70% (n=7), coatí (*Nasua narica*) 3,70% (n=8) y el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) 2,77% (n=6). Siete especies registraron solo dos individuos lo que significo respectivamente el 0,9259% mientras que 19 especies solo obtuvieron una especie lo que representó el 0,46296% del total de individuos registrados.

**Cuadro IV-31. Abundancia relativa de las especies de mamíferos no voladores presentes en el SAR.**

Especie	No. individuos	AR%	Especie	No. individuos	AR%
		27.314			0.92592
<i>Liomys pictus</i>	59	8	<i>Philander opossum</i>	2	5
<i>Peromyscus mexicanus</i>	20	9.2592	<i>Tlacuatzin canescens</i>	1	0.46296
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	20	9.2592	<i>Tamandua mexicana</i>	1	0.46296
<i>Didelphis virginiana</i>	15	4	<i>Galictis vitatta</i>	1	0.46296
<i>Sylvilagus floridanus</i>	13	6.0185	<i>Eira barbara</i>	1	0.46296
<i>Tayassu tajacu</i>	10	4.67	<i>Conepatus leuconotus</i>	1	0.46296
<i>Procyon lotor</i>	7	3.703	<i>Spilogale gracilis</i>	1	0.46296
<i>Nasua narica</i>	8	3.703	<i>Basariscus sumichrasti</i>	1	0.46296
<i>Dasyus novemcinctus</i>	6	2.777	<i>Leopardus pardalis</i>	1	0.46296
<i>Mus musculus</i>	5	2.3148	<i>Leopardus wiedii</i>	1	0.46296
<i>Potos flavus</i>	5	2.3114	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1	0.46296
<i>Sigmodon hispidus</i>	5	2.3114	<i>Puma concolor</i>	1	0.46296
<i>Baiomys musculus</i>	4	1.8518	<i>Odocoileus virginianus</i>	1	0.46296
<i>Didelphis marsupialis</i>	4	1.8518	<i>Sciurus aureogaster</i>	1	0.46296
<i>Canis latrans</i>	2	1.3888	<i>Liomys salvini</i>	1	0.46296
<i>Mephitis mephitis</i>	2	0.9259	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	1	0.46296
<i>Mustela frenata</i>	2	0.9259	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	1	0.46296
<i>Orthogeomys grandis</i>	2	0.9259	<i>Cuniculus paca</i>	1	0.46296
<i>Sciurus deppei</i>	2	0.9259	<i>Dasyprocta mexicana</i>	1	0.46296
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	2	0.9259	<i>Coendu mexicanus</i>	1	0.46296

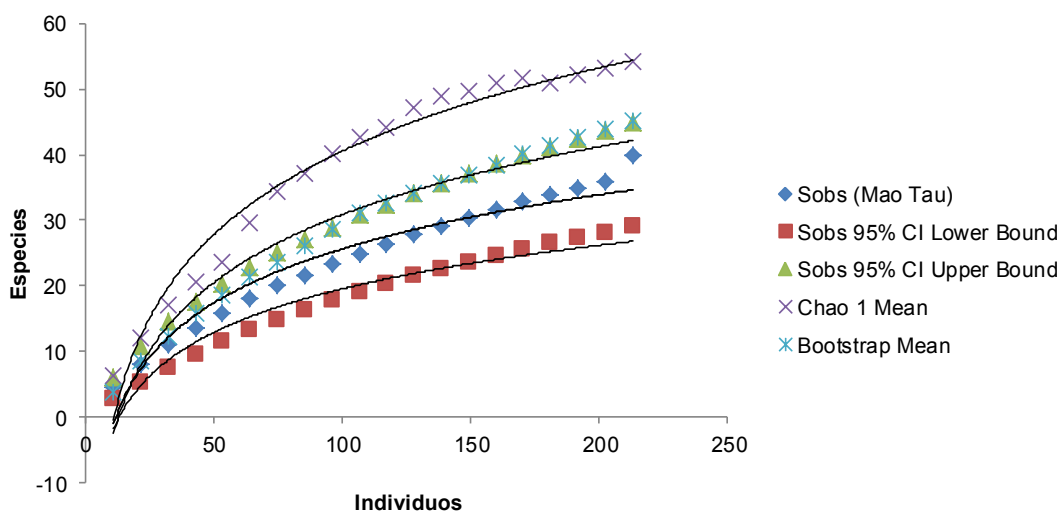
Análisis de la riqueza de especies (Diversidad alfa)

La riqueza de especies de mamíferos no voladores dentro del SAR fue de 40 especies lo que significó el 81,63% de la riqueza esperada de acuerdo al listado potencial del Istmo de Tehuantepec. De acuerdo al intervalo de valores que establece éste índice(1 - 4.5)se tiene que para el SAR se presenta un valor de 2.8370. Al comparar la diversidad alfa entre los tres sitios muestreados se tiene que el sitio Sierra de Tolistoque presentó la mayor riqueza de especies con 31 y la mayor diversidad calculada con respecto a los otros dos sitios incluidos en el análisis (Cuadro IV-32).

**Cuadro IV-32. Índices de diversidad Shannon-Wiener y diversidad alfa de mamíferos dentro de los tres sitios muestreados en el SAR.**

Sitio	H'	Riqueza de especies
Sierra Tolistoque	2.4892	31
Area de influencia	2.1864	13
Ciudad Ixtepec	1.9577	11

En la Figura IV-76 se muestra la curva de acumulación para los mamíferos no voladores. Se observa que la riqueza observada (Mao Tau) llega a 40 especies alcanzando una asíntota manteniéndose dentro los límites de confianza superior e inferior. El valor de Bootstrap nos da un valor de 45, esto nos indica que se ha registrado el 88.8% de las especies esperadas. Por otro lado el índice de Chao 1 arroja un valor de 54.1 lo que nos revela que se ha alcanzado a registrar el 74.07% de las especies esperadas quedando 14 especies por registrar dentro del SAR. (Figura IV-76)

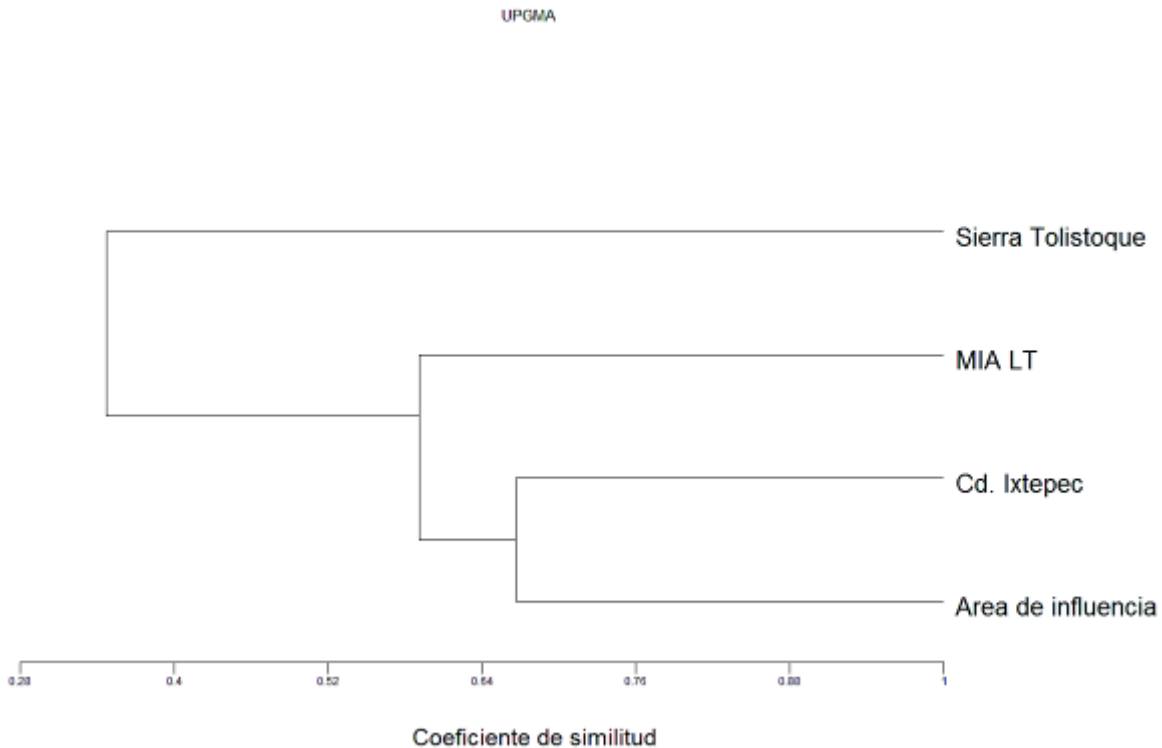


**Figura IV-76. Curva de acumulación de especies de los mamíferos no voladores presentes en el SAR.**

Diversidad beta

Una vez que se calculó el índice de similitud de Sorensen se contruyó el dendrograma que muestra las distancias de similitud entre sitios (Figura IV-77). Se aprecia que los ensambles de mamíferos no voladores encontrados en el área de influencia (La Mata) y los del Cd Ixtepec (Cd. Ixtepec) forman un grupo con el mayor

coeficiente de similitud (0,667) con un ensamble total de especies de 15 entre los dos sitios, ambos compartiendo ocho especies. La Sierra del Tolistoque se separa del resto con el mayor valor de disimilitud (0,347), sin embargo no es totalmente distinto al resto de los ensambles ya que comparte diez especies con ellos pero teniendo un elevado número de especies únicas con 21.



**Figura IV-77. Dendrograma de similitud de especies de mamíferos no voladores entre sitios dentro del SAR.**

### ***Herpetofauna***

#### *Composición taxonómica, abundancia relativa y estado de conservación de la herpetofauna encontrada en el SAR*

Como resultado de los trabajos en campo y la revisión bibliográfica recopilada se logró verificar la presencia de 16 especies de anfibios agrupados taxonómicamente en siete familias y un orden. Esto representa el 61.53% de las especies de anfibios con distribución potencial para la región. Por su parte se registraron 58 especies de reptiles agrupadas taxonómicamente en 18 familias y dos ordenes. (Cuadro IV-33)

**Cuadro IV-33. Listado de especies de anfibios y reptiles registradas en campo y en revisión bibliográfica presentes en el SAR.**

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común		
Amphibia	Anura	Centronelidae	<i>Hyalinobatrachium fleishmanni</i> *	Rana de cristal		
			Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo cañero	
		<i>Ollotis mormoreus</i>		Sapo cañero		
		Hylidae	Microhylidae	<i>Smilisca baudini</i>	Rana arborícola mexicana	
				<i>Scinax staufferi</i>	Ranita de árbol de Stauffer	
				<i>Ecnomyohyla myotympanum</i> *	Rana arbórea	
				<i>Exerodonta sumichrasti</i> *	Ranita de árbol trompuda	
				<i>Tripriion spatulatus</i> *	Rana pico de pato	
				<i>Engystomops pustulosus</i>	Sapillo Tungara	
				Leptodactylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana manglera
		Ranidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>		Rana del sabinal	
			<i>Leptodactylus fragilis</i>		Ranita de labios blancos	
		Eleutherodactylidae	<i>Lithobates forreri</i> *	Rana de Forrer		
			<i>Lithobates vaillanti</i> *	Rana de Vaillant		
			<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo del Río Bravo		
			<i>Eleutherodactylus mexicanus</i> *	Rana		
		Reptilia	Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Gekko
					Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>
				<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>		Cuija
				Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>	Monstruo de Gila
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>				Iguana vede	
	<i>Ctenosaura pectinata</i>			Iguana negra		
Corythophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>			Teterete		
	<i>Corytophanes hernandezii</i> *			Teterete		
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma asio</i>			Camaleón de grandes cuernos		
	<i>Sceloporus siniferus</i>			Lagartija escamosa		

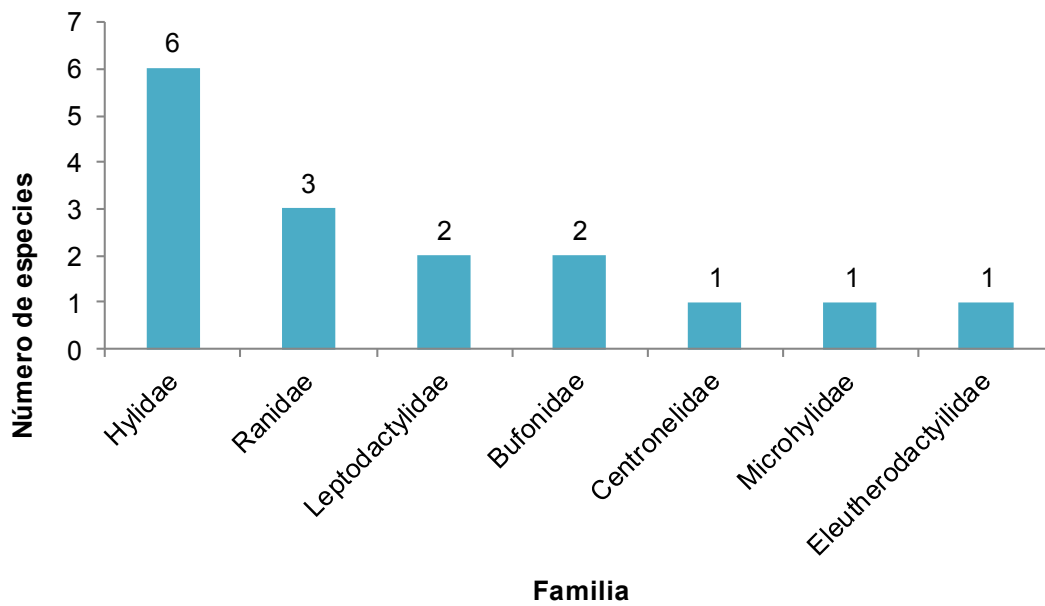
	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija escamosa
	<i>Sceloporus edwartaylori</i>	Espinosa de Taylor
	<i>Sceloporus grammicus*</i>	Espinosa de Taylor
	<i>Sceloporus spinosus*</i>	Lagartija escamosa
	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito arborícola
<b>Polychridae</b>		
	<i>Norops isthmicus*</i>	Anolis tehuano
	<i>Norops sagrei</i>	Anolis
		Abaniquillo punto azul
<b>Scincidae</b>		
	<i>Norops sericeus</i>	
	<i>Eumeces sumichrasti*</i>	
	<i>Shenomorphus assatus*</i>	Eslaboncillo cola roja
<b>Teiidae</b>		
	<i>Ameiva undulata*</i>	Huico
	<i>Aspidocelis deppii</i>	Cuiji panza negra
	<i>Aspidocelis gutatta</i>	Cuiji mexicano
<b>Xantusidae</b>		
		Lagartija-nocturna de Smith
<b>Leptotyphlopidae</b>	<i>Lepidophyma smithi</i>	
	<i>Leptotyphlops goudotti*</i>	Agujilla
<b>Boidae</b>		
	<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata
<b>Loxocemidae</b>		
	<i>Loxocemus bicolor</i>	Chatilla
<b>Colubridae</b>		
	<i>Coniophanes piceivittis*</i>	Culebra
	<i>Coniophanes fissidens</i>	Culebra
		Guarda caminos
	<i>Conopsis vittatus*</i>	listada
	<i>Coluber mentovarius</i>	Chirrionera
	<i>Dryadophis melanolomus*</i>	Culebra
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Petatilla
	<i>Drimarchon corais</i>	Musga
		Cordelilla
	<i>Imantodes gemmistratus*</i>	centroamericana
		Culebra escamas
	<i>Manolepis putmani*</i>	delgadas
	<i>Leptodeira annulata</i>	Escombrera
		ojo de gato cara negra
	<i>Leptodeira nigrofasciata*</i>	negra
		Ojo de gato
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	septentrional
	<i>Leptophis diplotrophis</i>	Ranera gargantilla
	<i>Oxybelis aeneus*</i>	Bejuquilla parda
	<i>Oxybelis fulgidus*</i>	Bejuquilla verde
		Culebra rayada del
	<i>Salvadora lemniscata</i>	Pacífico
	<i>Senticolis triapsis*</i>	Culebra
	<i>Sibon fasciata*</i>	Caracolera
	<i>Stenorrhina freminvillei*</i>	Alacranera de



		Fremenville
	<i>Symphimus leucostomus</i>	Culebra labios- blancos
	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Falsa nauyaca
	<i>Thamnophis marcianus</i>	Sochuate
	<i>Tantilla sp.*</i>	Culebra
<b>Viperidae</b>		
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Bendaveche
	<i>Crotalus durisus</i>	Cascabel tropical
	<i>Porthidium dunnii</i>	Víbora chata
<b>Elapidae</b>		
	<i>Micrurus ephippifer*</i>	Coralillo
	<i>Micrurus sp.</i>	Coralillo
<b>Testudines</b>		
<b>Kinosternidae</b>		
	<i>Kinosternon scorpiodes</i>	Casquito escorpión
	<i>Staurotypus salvini</i>	Tres lomos
<b>Emydidae</b>		
	<i>Rhinoclemmys rubida*</i>	Casco amarillo

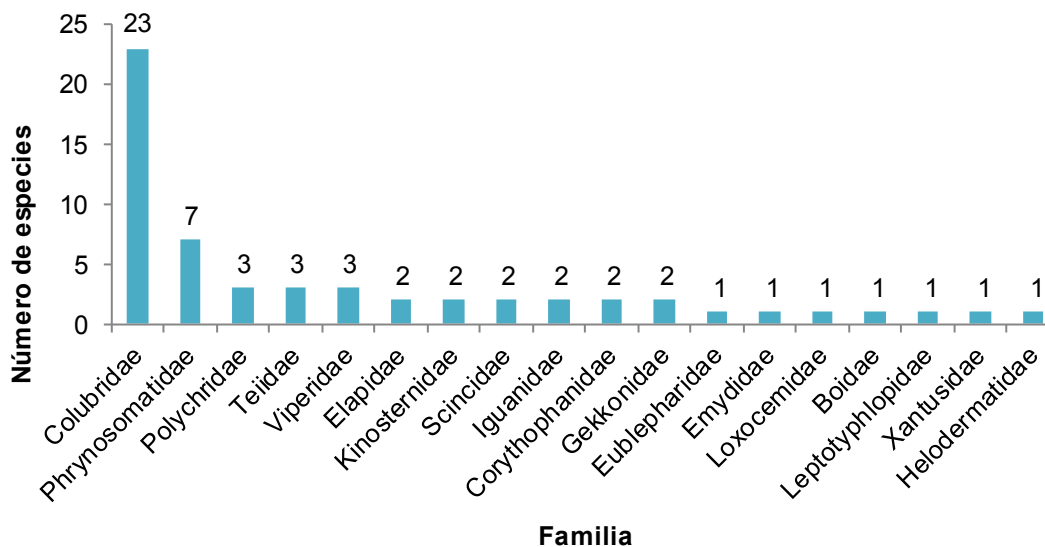
\* Registradas en revisión bibliográfica

En la Figura IV-78 se muestra el número de especies de anfibios por familia. La familia con mayor riqueza de especies fue Hylidae (Ranas arbóricolas) con seis especies, seguido de la familia Ranidae (Ranas) con tres especies. Las familias Leptodactylidae y Bufonidae obtuvieron dos especies respectivamente. Por último las familias Centrolidae, Microhylidae y Eleutherodactylidae solo tuvieron un representante.



**Figura IV-78. Número de especies de anfibios por familia.**

En la Figura IV-79 se muestra que de las 18 familias de reptiles la familia Colubridae (culebras) presentó el mayor número de especies con 23 seguido de la familia Phrynosomatidae (Lagartos) con siete especies, Polychridae (Anolis) con tres al igual que Teiidae (Cuijis) y Viperidae (Víboras). Siete familias estuvieron representadas por una especie.



**Figura IV-79. Número de especies de reptiles por familia.**

En el Cuadro IV-34 aparecen las especies de anfibios y reptiles listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010. Se tomaron en cuenta los registros en campo (Área de influencia, Cd Ixtepec y Sierra Tolistoque) y los registros de la bibliografía (ACC Nizanda y La Ventosa). En total de 27 especies se encuentran listadas, 18 están como (Pr) Protegidas y nueve se encuentran amenazadas (A).

**Cuadro IV-34. Especies de anfibios y reptiles registradas en el SAR listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010**

Clase	Especie	NOM-059 2010	Endémica
<b>Amphibia</b>	<i>Lithobates berlandieri</i>	Pr	
	<i>Lithobates forreri</i>	Pr	
	<i>Eleutherodactylus mexicanus</i>	Pr	
<b>Reptilia</b>	<i>Iguana iguana</i>	Pr	
	<i>Ctenosaura pectinata</i>	A	x
	<i>Coleonyx elegans</i>	A	
	<i>Phrynosoma asio</i>	Pr	x
	<i>Lepidophyma smithi</i>	Pr	
	<i>Heloderma horridum</i>	A	x
	<i>Leptodeira annulata</i>	Pr	
	<i>Coluber mentovarius</i>	A	
	<i>Salvadora lemniscata</i>	Pr	x
	<i>Symphimus leucostomus</i>	Pr	
	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	A	
	<i>Thamnophis marcianus</i>	A	x
	<i>Boa constrictor</i>	A	
	<i>Loxocemus bicolor</i>	Pr	
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Pr	
	<i>Porthidium dunnii</i>	A	x
	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Pr	
	<i>Micrurus ephippifer</i>	Pr	x
	<i>Rhinoclemmys rubida</i>	Pr	
	<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr	
	<i>Kinosternon scorpiodes</i>	Pr	
<i>Lepidophyma smithi</i>	Pr		
<i>Leptophis diplotrophis</i>	A	X	
<i>Staurotypus salvini</i>	Pr		

Abundancia relativa

En el Cuadro IV-35 se muestra la abundancia relativa de las especies encontradas en los trabajos de campo en los sitios: área de influencia, Cd Ixtepec y sierra del Tolistoque. Las especies mas abundantes fueron: Las lagartijas *Aspidocelis deppii* y

*Sceloporus siniferus* con 22,06% y 20,65% seguidas de el anolis (*Norops sagrei*) con 24 individuos (11.26%), teterete (*Basiliscus vittatus*) con 12 (5,63%), sapo cañero (*Rhinella marina*) con diez (4,69%), iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) con seis (2,82%), el cuiji (*Aspidocelis gutatta*) con seis (2,82%) al igual que el escorpión (*Heloderma horridum*). Del total de especies 14 estuvieron representadas por un individuo lo que representa el 0,4694% del total de la muestra.

**Cuadro IV-35. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles registradas en el SAR.**

Especie	No. especies	AR%	Especie	No. especies	AR%
<i>Aspidocelis deppii</i>	47	22.0657277	<i>Leptodactylus fragilis</i>	1	0.4694835
<i>Sceloporus siniferus</i>	44	20.657277	<i>Lithobates berlandieri</i>	1	0.4694835
<i>Norops sagrei</i>	24	11.26760563	<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	1	0.4694835
<i>Basiliscus vittatus</i>	12	5.633802817	<i>Coleonyx elegans</i>	1	0.4694835
<i>Rhinella marina</i>	10	4.694835681	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	1	0.4694835
<i>Ctenosaura pectinata</i>	6	2.816901408	<i>Sceloporus horridus</i>	1	0.4694835
<i>Aspidocelis gutatta</i>	6	2.816901408	<i>Norops sericeus</i>	1	0.4694835
<i>Hemydactylus frenatus</i>	5	2.34741784	<i>Coniophanes fissidens</i>	1	0.4694835
<i>Heloderma horridum</i>	6	2.816901408	<i>Drymobius margaritiferus</i>	1	0.4694835
<i>Leptophis diplotrophis</i>	4	1.877934272	<i>Leptodeira annulata</i>	1	0.4694835
<i>Smilisca baudini</i>	4	1.877934272	<i>Coluber mentovarius</i>	1	0.4694835
<i>Sceloporus edwartaylori</i>	3	1.408450704	<i>Symphimus leucostomus</i>	1	0.4694835
<i>Phrynosoma asio</i>	3	1.408450704	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	1	0.4694835
<i>Scinax staufferi</i>	2	0.938967136	<i>Thamnophis marcianus</i>	1	0.4694835
<i>Iguana iguana</i>	2	0.938967136	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	1	0.4694835
<i>Salvadora lemniscata</i>	2	0.938967136	<i>Boa constrictor</i>	1	0.4694835
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	2	0.938967136	<i>Loxocemus bicolor</i>	1	0.4694835
<i>Drimarchon corais</i>	2	0.938967136	<i>Crotalus durisus</i>	1	0.4694835
<i>Ollotis mormorea</i>	2	0.938967136	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	1	0.4694835
<i>Lepidophyma smithi</i>	2	0.938967136	<i>Porthidium dunnii</i>	1	0.4694835
<i>Hypopachus variolosus</i>	1	0.469483568	<i>Micrurus sp.</i>	1	0.4694835
<i>Engystomops pustulosus</i>	1	0.469483568	<i>Staurotypus salvini</i>	1	0.4694835
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	1	0.469483568			

Riqueza de especies (Diversidad alfa)

La riqueza de especies de mamíferos de herpetofauna registrada en campo fue de 45 especies dentro del SAR que significó el 36% de la riqueza esperada de acuerdo al listado potencial del Istmo de Tehuantepec. Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

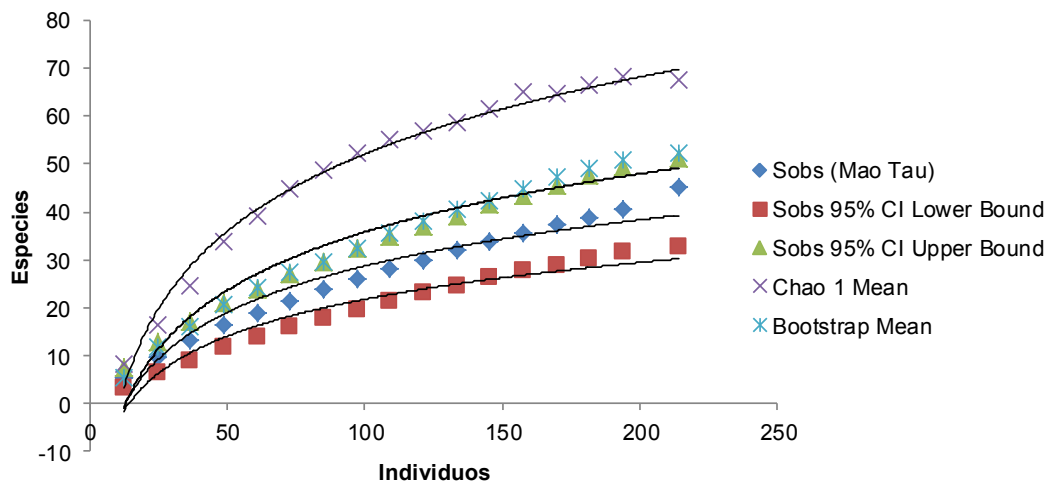
De acuerdo al intervalo de valores que establece éste índice (1 - 4.5) se tiene que para el SAR se presenta un valor de 2.7909. Al comparar la diversidad alfa entre los tres sitios muestreados se tiene que el sitio de Cd Ixtepec presentó la mayor riqueza de especies con 29, seguida del sitio Sierra del Tolistoque la cual obtuvo 25 especies, por último, el sitio del área de influencia tuvo la menor diversidad alfa con 12. (Cuadro IV-36).

Respecto a los valores arrojados por el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) los valores obtenidos muestran una tendencia similar siendo el sitio Cd Ixtepec el mas diverso con  $H' = 2.5957$ , seguido de la Sierra del Tolistoque ( $H' = 2.5303$ ) y el área de influencia con un valor de  $H' = 1.7252$ .

**Cuadro IV-36. Índices de diversidad  $H'$  en los tres sitios muestreados dentro del SAR.**

Sitio	$H'$ Shannon	No. especies
Ciudad Ixtepec	2.5957	29
Sierra Tolistoque	2.5303	27
Ciudad Ixtepec	1.7252	12

Se utilizaron dos índices para estimar la riqueza (Chao 1 y Bootstrap) En la figura – se muestra la curva de acumulación para los herpetofauna. Se observa que la riqueza observada (Mao Tau) llega a 45 especies alcanzando una asíntota manteniéndose dentro los límites de confianza superior e inferior. El valor de Bootstrap nos da un valor de 52,23 esto nos indica que se ha registrado el 84,90% de las especies esperadas. Por otro lado el índice de Chao 1 arroja un valor de 67,67% lo que nos revela que se ha alcanzado a registrar el 67,16% de las especies esperadas quedando 22 especies por registrar dentro del SAR de acuerdo a esta estimación de la riqueza de especies (Figura IV-80)



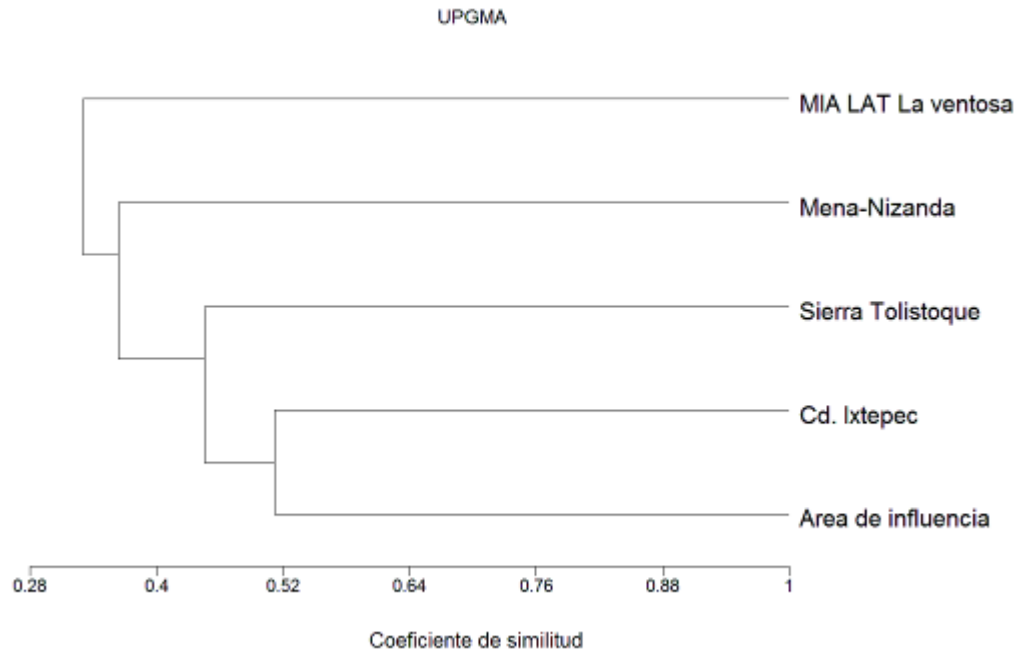
**Figura IV-80. Curva de acumulación de especies de herpetofauna dentro del SAR.**

Diversidad beta

En la Figura IV-81 indica el grado de similitud de especies entre sitios de acuerdo al índice de similitud de Sorensen. Para este análisis se tomaron datos de presencia-ausencia de especies por lo cual fue añadido dos estudios realizado en La Ventosa y ACC-Nizanda (Pérez-García 2006) donde solo se contó con es te tipo de datos. Esto con el fin de evaluar las tendencias de la diversidad beta de la herpetofauna dentro del SAR.

Se aprecia que el ensamble de herpetofauna encontrados en el área de influencia (La Mata) y los del Cd Ixtepec forman un grupo con el mayor coeficiente de similitud (0,500) con un ensamble total de 31 especies, entre los dos sitios, ambos compartiendo nueve especies. El ensamble de especies encontrado en la Sierra del Tolistoque se separa del primer grupo con un coeficiente de similitud de 0,425 compartiendo siete especies. Finalmente el sitio MIA LT (La ventosa se separa del resto con el mayor valor de disimilitud (0,300).





**Figura IV-81. Dendrograma de similitud de especies de herpetofauna entre sitios dentro del SAR.**

### **Discusión y conclusiones sobre la fauna terrestre en el SAR.**

En este estudio se reportó la presencia de 288 especies de aves, 40 de mamíferos no voladores, 28 murciélagos, 16 anfibios y 58 reptiles lo que representa el 74,22%, 71,17%, 45,16% de la riqueza de especies de acuerdo al listado potencia para la región del Istmo de Tehuantepec para cada grupo respectivamente. El uso de estimadores de riqueza de especies es útil para juzgar cuán completa es una lista determinada (Gómez de Silva y Medellín, 2001).

Factores como la cantidad, calidad y heterogeneidad del hábitat pueden determinar la distribución y abundancia de las especies (Ojasti, 2000). Sin embargo, la abundancia de cada especie es una característica que está determinada por la estacionalidad, uso de hábitat y la historia natural de cada grupo taxonómico o especie, haciendolos más común en determinados hábitats o estaciones del año; asimismo ciertas especies tienden a ser raras o escasas por naturaleza.

La riqueza específica e índices de diversidad de los grupos faunísticos de vertebrados obtuvo valores diferentes de acuerdo a los distintos sitios muestreados dentro del SAR.

De manera general se puede enunciar que los sitios con mayor estado de conservación son aquellos que registraron un mayor número de especies pero existen diferentes condiciones particulares para cada grupo, como lo pueden ser: la cobertura vegetal, la cercanía a pastizales, cuerpos de agua, entre otros. Por ejemplo, grupos como las aves y los murciélagos pueden ser más homogéneos en su composición de especies en distintos sitios debido a la capacidad de vuelo por lo tanto las comunidades suelen tener un menor recambio de especies contribuyendo a valores de similitud altos. Entre aves y murciélagos existen también especies que están restringidas a ciertas zonas con mayor estado de conservación como lo es la Sierra del Tolistoque que contribuyen a la heterogeneidad de las comunidades.

Por otro lado algunas especies de grupos como anfibios, reptiles y mamíferos pequeños puede estar limitados por su lento desplazamiento, por la calidad del hábitat y estado de conservación de los sitios.

De igual manera la fragmentación presente en el SAR puede favorecer a ciertos grupos faunísticos pero otros están más limitados a las zonas más conservadas. Esta dependencia de hábitat por parte de estos grupos contribuyó a valores de similitud bajos.

Debido a las diferentes características ecológicas de los grupos de vertebrados es pertinente discutir de manera desglosada las características de la riqueza y diversidad de cada grupo en el contexto regional y las características ecológicas de las comunidades de la ornitofauna, mastofauna y herpetofauna.

Al comparar la distribución de las aves en el SAR se muestra que la riqueza específica de un sitio con otro es muy similar, ya que con el inventario obtenido para la región y de acuerdo con los valores estimados de la curva de acumulación, muestran que la composición de especies obtenida en el SAR es aproximadamente completa y representativa.

La similitud de especies de aves entre sitios, se debe a que éstos se encuentran contiguos a corta distancia y albergan una vegetación casi homogénea, es decir, las especies de aves son compartidas entre sitios, debido a la fragmentación y transformación del hábitat por la presión antrópica en pastizales para la ganadería o

campos agrícolas, décadas atrás por la población local. Por las características de la vegetación del SAR, se presenta un flujo de especies entre sitios, contribuyendo al recambio de especies. La estructura de la vegetación de cada sitio dentro del SAR, así como la heterogeneidad del paisaje que la rodea, parecen ser factores que contribuyen a explicar la riqueza de especies. Asimismo una mayor riqueza y diversidad de aves parece estar relacionada a diferencias en diversidad, densidad y cobertura de la vegetación (Ibarra *et al.*, 2001).

El índice de similitud de Sorensen mostró que los sitios comparten entre el 47 y 61% de las mismas especies de aves. Este porcentaje de similitud medio, se debe al alto número de especies de aves que estuvieron presentes en los ocho sitios del SAR, pertenecientes a las familias Tyrannidae, Parulidae, Emberizidae, Columbidae, Icteridae, Cardinalidae, Accipitridae y Falconidae. Asimismo, el zopilote negro (*Coragyps atratus*), y el aura (*Cathartes aura*), son las principales especies que predominaron en el SAR.

Los sitios Bii Nee Stipa II y Cd. Ixtepec son los más similares en cuanto a especies se refiere, esto se da porque son fragmentos cercanos orientados en la misma dirección sur, aunado a esto el tamaño y forma es grande. Por otra parte, el área de influencia con el sitio peñoles y el sitio Iberdrola, forman un grupo de estrecha similitud ornitológica, esto se debe en parte a que los tres sitios están muy cercanos y se localizan en el centro del SAR, compartiendo características climáticas, orográficas, de estructura y composición de la vegetación, aunado a esto la mayoría de las especies de aves presentan un rango de distribución muy amplio involucrando dichos sitios. Otro grupo similar en riqueza específica fueron los sitios Sierra Tolistoque con ACC-Nizanda, ya que comparten el mismo tipo de vegetación primaria (bosque tropical caducifolio) y están más alejados de la perturbación antrópica. Los sitios BiiNeeStipaII y EDF son los más distintos, esto se debe principalmente a que difieren en proporciones de tamaño y forma.

La diversidad de aves registrada, está fuertemente influenciada por el arribo de las especies migratorias que pasan por el SAR durante la migración de primavera y otoño. Considerando lo anterior, se encontró que el sitio BiiNeeStipaII es donde se registró la mayor cantidad de especies de aves en todo el SAR, lo cual contrasta con el sitio EDF en el cual se obtuvo el menor registro.

Para el caso del sitio sierra Tolistoque, la riqueza registrada se debe a que este predio aún mantiene una buena superficie de bosque tropical caducifolio. Es importante resaltar que a pesar del alto grado de transformación presente en el SAR, éste alberga a una importante riqueza de aves, incluyendo especies de gran valor de conservación como las especies endémicas: el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*) y el colorín de azul rosa (*Passerina rositae*). Las poblaciones de las especies anteriores se encuentran en sitios alejados del área de influencia, por lo que el proyecto no implica riesgo alguno para estas especies.

El fenómeno migratorio de las aves que se presenta en el área de interés, y en general en todo el continente, se caracteriza por presentar mayores abundancias en el otoño que en la primavera. Lo anterior se ha descrito en los últimos cinco años (CFE INECOL 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Durante la migración las aves se desplazan por las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico. A través de diversos puntos de monitoreo de aves migratorias en todo el continente americano se sabe que la migración en la temporada de otoño se da por rutas bien definidas y que en la primavera, cuando las aves van de sur a norte, las aves se desplazan de manera más dispersa utilizando ambas vertientes (Mabee y Cooper 2004|).

El uso del hábitat pudo haber determinado que algunas especies sean consideradas como raras u ocasionales en un tipo específico de hábitat y comunes en otro. Tal es el caso del chipe de Tolmie (*Geothlypis tolmiei*) que es uno de los Parúlidos más comunes que pasan el invierno en el bosque tropical caducifolio, pero raro encontrarlo en campos agrícolas y pastizales. El tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*), es un ictérido abundante en los campos de cultivo y pastizales, pero raro en el bosque tropical caducifolio.

La estacionalidad de algunas especies puede hacer que se consideren como comunes en una época del año y raras en otra. Las aves rapaces migran en grupos mezclados de varias especies y miles de individuos siendo en su mayoría zopilote aura (*Cathartes aura*) y aguililla de Swainson (*Buteo Swainsoni*), es por esta razón que se dispara la cantidad de individuos, durante la temporada de otoño. La aguililla ala ancha (*Buteo platypterus*) se le puede observar con poca frecuencia al principio y final de su temporada migratoria, mientras que pasa en grandes numeros durante el pico de migración, el resto del año no se encuentra presente; el tirano tijereta rosada (*Tyrannus*

*forficatus*) se considera como común, debido a que durante su tránsito migratorio pasa en grandes números, pero algunos individuos se quedan a pasar el invierno en el SAR. Así de esta manera el SAR mantiene a poblaciones de aves residentes así como también poblaciones de aves migratorias.

Las aves visitantes de invierno pasan solo esta estación del año en SAR aunque algunas especies pueden pasar más tiempo mientras el alimento este disponible para ellas y después regresan a sus lugares de reproducción, como es el caso de los chipes (*Setophaga spp.*) entre otras especies que visitan el SAR, dentro de las especies de mayor estancia tenemos a *Tyrannus forficatus*, *Falco sparverius*, *Setophaga petechia*, y *Mniotilta varia*.

Para el caso de los murciélagos los datos arrojados por los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ) revelan que de los tres sitios muestreados la Sierra del Tolistoque presenta la mayor riqueza de especies con 22 así mismo el mayor valor de Shannon ( $H'=2.1991$ ) seguido del sitio del Cd. Ixtepec ( $H'=1.6751$ ) y por último el área de influencia con ( $H'=1.2598$ ). Es importante recalcar que para poder utilizar el índice de Shannon es necesario contar con las abundancias por especie por lo que solo es posible integrar datos generados con los muestreos con redes de niebla ya que con la detección ultra-acústica no es posible saber el número de individuos detectados.

Mediante los dos métodos utilizados (muestreo con redes de niebla y detección ultra-acústica) se describió el ensamble de murciélagos en el SAR arrojando un total de 26 especies. Se obtuvo que los gremios alimenticios descritos para los murciélagos de México estuvieron representados cinco: frugívoros, nectarívoros, insectívoros, hematófagos y piscívoros. Los únicos gremios no representados fueron los carnívoros y omnívoros. Esta gran representación nos indica que la comunidad de murciélagos es aún diversa en este sentido, y que la funcionalidad de estos dentro de los ecosistemas es amplia, es decir los procesos ecológicos en los que los murciélagos están involucrados están aun activos dentro del SAR.

Los gremios alimenticios de insectívoros y frugívoros fueron los que mayor representatividad tuvieron dentro del ensamble descrito, con once y diez especies respectivamente lo que era de esperarse ya que son los más ricos en especies. Relacionado a esto se tiene que las siete especies más abundantes: *Pteronotus davyi* (24,73%), *Pteronotus parnellii* (15,29%), *Glossophaga soricina* (15,03%), *Mormoops*

*megalophylla* 10,87%), *Glossophaga morenoi* (8,48%), *Artibeus jamaicensis* (5,01%) y *Artibeus lituratus* (4,42%) pertenecen a los gremio frugívoros, nectarívoros e insectívoros. Los gremios Psicivoría y Sanguivoría solo tuvieron un representante respectivamente: *Noctilio leporinus* y *Desmodus rotundus*.

La mayoría de las especies tienen afinidad sudamericana (71%) teniendo en el territorio nacional su distribución más septentrional, caso de los murciélagos de las familias Phyllostomidae, Noctilionidae, Natalidae, Emballonuridae y Mormoopidae esto acorde a la región donde se encuentra inmerso el SAR que corresponde a una zona neotropical.

Sin embargo las tendencias de la diversidad de quirópteros podemos analizarlas mejor por medio del análisis de diversidad beta realizado basado en presencia-ausencia de especies por consiguiente es posible ingresar al análisis las especies encontradas con el método ultra-acústico.

En el dendrograma de similitud se aprecia que se formo un grupo conformado por los sitios **Sierra del Tolistoque y Cd. Ixtepec** que fueron los mas parecidos entre si en cuanto a su composición de especies, con un coeficiente de similitud de 0,488 compartiendo ocho especies en común teniendo como especies únicas la Sierra de Tolistoque a: *Mormoops megalophylla*, *Glossophaga leachii*, *Desmodus rotundus*, *Leptonycteris yerbabuenae*, *Artibeus tolteca*, *Centurio senex* y *Micronycteris microtis* mientras que el sitio Cd. Ixtepec tuvo como especies únicas a: *Noctilio leporinus*, *Rhogeessa párvula*, *Molossus rufus*, *Chiroderma salvini* y al grupo fonético *Lasiurus ega-intermedius*. A pesar de ser los más parecidos, en su composición de especies, el coeficiente de Sorensen para estos dos sitios tiende mas a la disimilitud dado el alto número de especies únicas de los dos sitios.

Por otro lado el área de influencia al presentar una menor riqueza de especies con ocho (registradas por los dos métodos) fue más disímil respecto al primer grupo con un coeficiente de similitud de 0,427 teniendo sólo cinco especies en común que fueron: *Balantiopteryx plicata*, *Pteronotus davyi*, *Glossophaga soricina* y *G. morenoi* y teniendo cero especies únicas.

El análisis de diversidad beta nos dice que la mayor concentración de especies se encuentra en la Sierra de Tolistoque y que el sitio del Cd. Ixtepec es el más parecido en su composición de especies a él, sin embargo la riqueza específica fue de 22 vs 11.

El sitio del Cd. Ixtepec tiene aun condiciones de hábitat, a pesar de la fragmentación, que permite el traspaso de individuos de un manchón de vegetación a otro.

El Área de Influencia, por otro lado, al tener menor cobertura vegetal parece estar ofreciendo menos sitios de hábitat para los murciélagos. Sin embargo al existir un refugio de *Balantiopteryx plicata* a 560 m del límite norte del área de influencia, individuos de esta especie suelen forrajear en el área de influencia incrementando con ello la probabilidad de riesgo de colisión. Esto mismo puede aplicar para otras especies de murciélagos insectívoros (Molossidae, Vespertilionidae) que forrajear en espacios abiertos y tienen alturas de vuelo de los 40 m hacia arriba y donde la cobertura vegetal no determina, necesariamente, su presencia.

Los mamíferos de talla mediana, grande y pequeños representan parte importante en los ecosistemas con una gran diversidad de nichos ecológicos, comportamiento y diversidad de hábitos. En cuanto a la importancia ecológica se puede destacar la variedad de gremios alimenticios: carnívoros que fungen como depredadores activos y control de poblaciones animales, herbívoros que moldean la estructura de la vegetación, omnívoros que se alimentan desde frutos, vertebrados e invertebrados controlando la población de estos y siendo agentes activos en la dispersión de semillas. Los mamíferos pequeños (roedores) son base de la cadena alimenticia de muchos animales desde aves, reptiles y otros mamíferos y son de igual manera agentes dispersores de semillas y moldean la estructura de las comunidades vegetales tal es el caso de los ratones de abazón del género *Liomys*.

Los mamíferos medianos y grandes tienden a ser afectados por la alteración del hábitat (especies arborícolas y grandes carnívoros y por la cacería sistemática de algunas especies de consumo humano (ciervos, armadillos etc.). Por otro lado algunas especies son más tolerantes a las perturbaciones de origen antropogénico y persisten en ambientes perturbados (tlacuaches, mapaches, conejos y zorrillos).

Dentro del SAR registró un total de 40 especies para el caso de los mamíferos no voladores siendo los del Orden carnívora el que más especies registró con 16 seguido de los roedores con 15 especies. Se registró un total de seis gremios alimenticios: carnívoros, omnívoros, frugívoros, herbívoros, herbívoros-granívoros y mirmecófagos. Esta cantidad de variedad en hábitos alimentarios refleja que dentro del SAR, los

procesos ecológicos y evolutivos en los que este grupo de animales están involucrados, siguen aún activos.

Dentro de la afinidad geográfica de las especies registradas las de amplia distribución (compartidas entre Norteamérica y Sudamérica) fueron las más ocurrentes con 16 (40%) esto debido a que México es una zona de transición entre las regiones neártica y neo tropical.

Dentro de las ocho especies listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010 ninguna fue encontrada en el área de influencia dado que especies como: *Eira barbara*, *Galictis vitatta*, *Coendu mexicanus*, *Basariscus sumichrasti*, *Leopardus pardalis*, *L. wiedii* tienden a encontrarse en zonas más conservadas y mayor cobertura de bosque tropical en la Sierra del Tolistoque. Otras especies abundantes, no listadas en la NOM-059 y registradas en el área de influencia como: *Urocyon cinereoargenteus*, *Procyon lotor*, *Mephitis macroura* entre otras pueden verse afectadas y ver disminuida sus poblaciones por las causas arriba mencionadas.

El valor de diversidad de Shannon  $H'$  para el SAR fue de 2,8370 se considera intermedio dado que los valores oscilan entre 1-4. Esto se puede explicar debido a que del total de especies ( $n=40$ ) y del total de la muestra obtenida ( $n=214$ ) 19 especies estuvieron registradas por un solo individuo (0,46229% respectivamente) ya que generalmente son especies raras y difíciles de detectar (*Eira barbara*, *Puma concolor*, *Basariscus sumichrasti*, entre otras) esto tiende generar valores bajos y medios de diversidad. En este caso dos especies fueron dominantes en la muestra tal es el caso de los roedores *Liomys pictus*, *Peromyscus mexicanus* y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con el 27, 3148% ( $n=59$ ) para el primero y el 9,2592% ( $n=20$ ) para los últimos dos.

Al analizar los patrones de riqueza y diversidad entre los tres sitios muestreados dentro del SAR se tiene que la Sierra del Tolistoque fue el que mayor valor de Shannon presentó con  $H'= 2,4892$  y una riqueza de 31. Este sitio por sus características, presenta mejor calidad de habita capaz de albergar una mayor cantidad de especies, sobre todo, las especies con hábitos arborícolas como *Potos flavus*, *Basariscus sumichrasti*, *Leopardus wiedii*, *Sciurus deppei*, *Eira barbara*. Los sitios área de influencia y Cd. Ixtepec, a pesar de contar con manchones de vegetación albergaron una riqueza menor con 13 y 11



especies respectivamente lo que generó valores de Shannon menores respecto a la Sierra de Tolistoque ( $H' = 2,1864$  y  $H' = 1,9577$ ).

En estos sitios se encontraron principalmente, especies de amplia distribución y tolerantes a la perturbación del hábitat e incluso especies que se benefician de las actividades humanas; dentro de estas especies tenemos a: *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Procyon lotor*, *Didelphis virginiana*, *D. marsupialis*, *Liomys pictus*, *Sigmodon hispidus*, *Mephitis macroura*, *Spilogale gracilis* entre otras.

Los estimadores de riqueza muestran que  $q$  se ha alcanzado buena parte de la riqueza de mamíferos no voladores con distribución potencial. El índice de Chao  $1 = 54$  nos indica que se ha registrado el 74,07% mientras que el valor de Bootstrap = 45 nos indica que se ha alcanzado a registrar el 88,8% de las especies. Por otro lado el listado potencial que se generó de acuerdo a la revisión de literatura nos arroja que existen 57 especies con distribución potencial con lo que hemos registrado el 71,17% de las especies.

La curva de acumulación generada ha alcanzado la asíntota lo que indica que la probabilidad de encontrar nuevas especies disminuye pero de acuerdo al listado potencial existen más especies por registrar a nivel regional

Para el análisis de diversidad beta se incluyó el estudio realizado en la MIA de LT la ventosa el cual debido a l tipo de datos de presencia-ausencia nos permite incorporarlo a este análisis razón por la cual no se contabilizó en los estimadores de riqueza y diversidad basados en abundancia de especies.

La tendencia mostrada por el dendrograma de similitud muestra que los sitios de área de influencia y Cd. Ixtepec formaron un grupo con el coeficiente de similitud mayor con 0,667. En total compartieron ocho las especies: *Didelphis virginiana*, *Dasypus novemcinctus*, *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Procyon lotor*, *Baiomys musculus*, *Liomys pictus* y *Sylvilagus floridanus*; teniendo el área regional cuatro especies únicas respectivamente (*Mephitis macroura*, *Spilogale gracilis*, *Reithrodontomys mexicanus* y *Mus musculus*) y tres el sitio de Cd. Ixtepec (*Tamandua mexicana*, *Liomys salvini* y *Nyctomys sumichrasti*) las similitudes entre este dos sitios se basan en la homogeneidad ya que los dos presentan un mosaico de zonas agrícolas y de pastizales mezcladas con manchones de acahual de bosque tropical formando corredores biológicos que permiten el desplazamiento de especies. A pesar de la perturbación varias especies

persisten por lo que la pérdida de cobertura vegetal conllevará a una reducción en la abundancia de especies.

En el dendrograma de similitud se aprecia que el ensamble de especies encontrado en la literatura en la MIA LT la ventosa se separa del primer grupo con un coeficiente de similitud de 0,591 compartiendo siete especies y teniendo dos exclusivas (*Odocoileus virginianus* y *Conepatus leuconotus*) al igual comparte muchas características de hábitat con el grupo formado de área de influencia –Cd. Ixtepec lo que hace que el ensamble de mamíferos no voladores sea parecido. Por último el sitio Sierra de Tolistoque es el más disímil con un valor de 0,347 teniendo 22 especies exclusivas. Al igual que para otros grupos faunísticos este sitio mantiene condiciones que permiten albergar una comunidad más diversa; entre esas características están la cobertura vegetal con continuos de bosque tropical, del cual muchas especies exclusivas de este sitio, son dependientes (*Coendu mexicanus*, *Sciurus deppei*, *S. aureogaster*, *Potos flavus*, *Basarisis sumichrasti*, *Eira barbara*, *Nasua narica*, *Galictis vitatta* *Tayassu tajacu*). De igual manera que para los quirópteros la sierra de Tolistoque funge como un reservorio de especies que se desplazan entre los corredores biológicos utilizando los fragmentos remanentes de bosque tropical. Sin embargo algunas necesitan ciertas condiciones de hábitat que solo les permiten vivir en esa zona por lo que la importancia para la conservación de la Sierra del Tolistoque, para varias especies de mamíferos, es de gran magnitud.

La herpetofauna presentó 72 especies (16 anfibios y 58 reptiles) presentando la mayor riqueza el sitio ACC-Nizanda con 56 especies seguido del sitio de Cd. Ixtepec, Sierra de Tolistoque, área de influencia con 12 y por último MIA LAT con nueve especies.

Para medir la diversidad y estimar la riqueza de especies se contó solo con información generada en campo donde se necesita forzosamente tener las abundancias de especies mismas que la bibliografía no conto así que para estos análisis se utilizó la información de área de influencia, Cd. Ixtepec y Sierra del Tolistoque. Dentro de los análisis de Shannon el sitio Cd Ixtepec presentó el valor más alto con 2,5957.

La curva de acumulación de especies generada alcanzó la asíntota. El valor estimado de Bootstrap fue de 52,23 especies esperado mientras el Chao 1 fue de 67, 7 mientras que la información bibliográfica obtuvimos un total 72 especies superando los valores estimados por el los índices. Este aumento de especies vino de la revisión de la ACC-Nizanda donde un número mayor de especies fueron integradas a este análisis.

En el componente beta los coeficientes de similitud arrojaron tendencias parecidas como en los otros grupos faunísticos con los sitios mas conservados teniendo ensambles de especies mas disimiles que en los sitios menos conservados.

Para el dendrograma de similitud de la herpetofauna se formo un grupo que incluyó área de influencia y Cd Ixtepec con un valor de 0,512 compartiendo diez especies en común que fueron: *Rhinella marina*, *Smilisca baudinii*, *Hypopachus variolosus*, *Basiliscus vittatus*, *Ctenosaura pectinata*, *Hemidactylus frenatus*, *Sceloporus siniferus*, *Aspidocelis deppii*, *Aspidocelis gutatta* y *Salvadora lemniscata*.

La similitud entre estos sitios se debe a la homogeneidad del hábitat de los sitios. En general estos sitios se encuentran perturbados y las especies encontradas son elementos comunes en el paisaje, son amplia distribución y tolerantes a actividades humanas.

La sierra del Tolistoque se separa del primer grupo con un valor de 0,445 a su vez el sitio ACC-Nizanda se separa de este con 0,364 y el sitio MIA LAT es el mas disímil con 0,330.

Entre la sierra de Tolistoque y ACC-Nizanda se registraron 66 especies es decir entre los sitios se encontró el 91,66% de la riqueza total observada para el SAR esto indica el estado de conservación que guarda estos sitios a los que se les puede considerar reservorios de especies mientras que el resto alberga especies de amplia plasticidad ecológica.

A manera de conclusión se puede decir lo siguiente:

- Derivado del análisis de la fauna regional se registró un total de 430 especies de vertebrados lo que quiere decir que se ha registrado mas del 68% de las especies de vertebrados potenciales para el SAR de acuerdo a los listados potenciales.
- Los sitios Sierra del Tolistoque y ACC-Nizanda albergaron la mayor riqueza de especies de mamíferos, murciélagos y herpetofauna y teniendo el mayor número de especies únicas respecto a los otros sitios.
- Los sitios mas perturbados dentro del SAR tendieron a ser mas parecidos en su composición de especies siendo especialmente particular en el caso de las aves donde todos los sitios analizados comparten mas de la mitad de sus especies

- Se encontró una gran diversidad ecológica en la fauna en aspectos como gremios alimenticios lo que indica que los procesos ecológicos y evolutivos en los que los vertebrados están involucrados siguen vigentes dentro del SAR.
- Los sitios Sierra de Tolistoque y ACC-Nizanda fungen como reservorios de especies endémicas y/o listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010 siendo refugios a largo plazo para la continuidad de la biodiversidad del Istmo de Tehuantepec.

### ***Descripción de la fauna terrestre en el Área de Influencia***

#### ***Avifauna***

Debido a la naturaleza del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, las aves son uno de los dos grupos que merecen particular atención debido a las posibles interacciones que se pueden presentar con el proyecto, en virtud de la trayectoria, importancia y por el número de organismos que fueron identificados durante los trabajos de campo y los monitoreos en el área de influencia.

Estudios de migración de la avifauna ocurrente en Oaxaca (Binford 1989) sugieren que el Istmo de Tehuantepec posee un papel relevante dentro del contexto del fenómeno migratorio de la avifauna proveniente de Norteamérica, cuya función es ser una vía para pasar de la vertiente del Atlántico a la del Pacífico

#### ***Método***

##### ***Composición de la Avifauna***

Para describir la composición de avifauna presente en el Área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II y elaborar una lista de especies con distribución potencial, se revisaron las guías de aves de México y norte de Centro América (Howell y Webb 1995), la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) realizada para la CE La Venta II (INECOL 2003), la MIA realizada para el Proyecto 31 CE La Venta III (INECOL 2007), el trabajo de Amaya et al. (2002) y el estudio prospectivo de fauna para la central eoloeléctrica Proyecto 31 CE La Venta III (INECOL 2009).

Y se efectuaron muestreos para coleccionar datos a través de registros auditivos, visuales y capturas de las aves, con la finalidad de registrar la avifauna residente y migratoria presente en el área donde se planea construir la central eoloeléctrica y de esta forma

poder determinar la riqueza dentro de ésta y su relación con el hábitat. Para determinar las áreas donde se realizaron estos muestreos se tomaron como base las Unidades Ambientales dentro del Área de influencia.

Se llevaron a cabo muestreos por transectos, que consisten en transitar diversas zonas del área de influencia, abarcando todos los tipos de hábitat, registrando todas las especies de aves observadas y escuchadas. Otro método que se efectuó fue el conteo por puntos, en este el observador visitó diversos puntos fijos dentro del Área de influencia, seleccionados previamente, permaneció en cada punto durante un periodo de cinco minutos y tomó nota de todas las aves observadas y escuchadas en un área de 50 metros totales de radio (divididos imaginariamente en dos radios de 25 m). Las observaciones e identificaciones de aves, a distancia, se efectuaron con el apoyo de binoculares Vortex Talon Broadwing 8 x 42, Eagle Optics Ranger Platinum 8 x 42 y Eagle Optics Ranger SRT 10 x 50. Estos muestreos se efectuaron a partir del amanecer y hasta las siguientes 3-4 horas del día, debido a que son las horas de mayor actividad de la avifauna, lo anterior siempre y cuando las condiciones climáticas fueran propicias y no interfirieran con la adecuada visualización y audibilidad (detectabilidad) de las aves Figura IV-82.



Figura IV-82. Ubicación de los puntos de conteo de aves dentro del Área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

Las coordenadas en las cuales se ubican los puntos de conteo se muestran en el Cuadro IV-37.

**Cuadro IV-37. Coordenadas de puntos de conteo de aves para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Punto	Coordenadas Geográficas						Coordenadas UTM	
	Longitudes			Latitudes			Coordenada X	Coordenada Y
P1	-94 °	-59 '	-47.53376 "	16 °	36 '	55.96346 "	287017.28848262	1838086.94624578
P2	-94 °	-59 '	-43.50784 "	16 °	37 '	0.383466 "	287137.97984751	1838221.64442981
P3	-94 °	-59 '	-24.97656 "	16 °	36 '	43.73451 "	287682.20000729	1837704.32927792
P4	-94 °	-59 '	-30.22154 "	16 °	36 '	37.55411 "	287524.83512252	1837515.86626657
P5	-94 °	-59 '	-58.66495 "	16 °	36 '	35.66544 "	286681.10427436	1837466.20016328
P6	-95 °	0 '	-5.464558 "	16 °	36 '	36.01972 "	286479.65052456	1837479.10458700
P7	-94 °	-59 '	-51.67674 "	16 °	36 '	19.46458 "	286883.29193595	1836966.05880501
P8	-94 °	-59 '	-44.46587 "	16 °	36 '	18.604 "	287096.78679755	1836937.47170180
P9	-94 °	-59 '	-44.24138 "	16 °	35 '	57.3063 "	287096.92287863	1836282.63558586
P10	-94 °	-59 '	-43.9339 "	16 °	35 '	50.50277 "	287103.95607276	1836073.37934471
P11	-95 °	0 '	-18.87517 "	16 °	36 '	2.297805 "	286071.74243735	1836446.33844027
P12	-95 °	0 '	-21.93279 "	16 °	35 '	54.78821 "	285978.78961073	1836216.37143185

Los datos obtenidos mediante los registros auditivos y visuales fueron complementados a través de capturas con el método de redeo de aves, ya que este método permite detectar las especies de aves (principalmente Passeriformes) que se desplazan de manera activa entre manchones de vegetación y que pueden resultar difíciles de identificar mediante los métodos de transectos y /o puntos de conteo. Se montó una estación de redeo y captura de aves para complementar los datos de los otros métodos de muestreo que pueden omitir a especies que tienen su actividad en los manchones de bosque tropical caducifolio, por esta razón se puso la estación en la parte suroeste del predio en un manchón de bosque tropical caducifolio, seleccionando un área que tuviera la suficiente longitud y accesibilidad para la colocación, manejo y la operación de las redes (Anexo IV.13).

Las coordenadas en las cuales se ubican los sitios de redeo se muestran en el Cuadro IV-38.

**Cuadro IV-38. Coordenadas de sitios de muestreo de aves Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

Red	Coordenadas Geográficas			Coordenadas UTM	
	Longitudes		Latitudes	Coordenada X	Coordenada Y
Red 1	-95 °	0 ' -24.41 "	16 ° 35 ' 53.39 "	285905.0000	1836174.0000
Red 2	-95 °	0 ' -24.09 "	16 ° 35 ' 51.76 "	285914.0000	1836124.0000
Red 3	-95 °	0 ' -23.39 "	16 ° 35 ' 52.75 "	285935.0000	1836154.0000
Red 4	-95 °	0 ' -22.96 "	16 ° 35 ' 53.73 "	285948.0000	1836184.0000
Red 5	-95 °	0 ' -22.33 "	16 ° 35 ' 54.45 "	285967.0000	1836206.0000
Red 6	-95 °	0 ' -21.9 "	16 ° 35 ' 55.46 "	285980.0000	1836237.0000
Red 7	-95 °	0 ' -21.44 "	16 ° 35 ' 56.47 "	285994.0000	1836268.0000
Red 8	-95 °	0 ' -20.84 "	16 ° 35 ' 57.58 "	286012.0000	1836302.0000

Una vez seleccionada la estación, se prepararon las “líneas de red”, que consistieron en áreas libres de vegetación de 12 metros de largo por 1,5 metros de ancho, para evitar que las redes se enredaran con cualquier planta cercana. Las redes se montaron y abrieron por lo menos diez minutos antes de la salida del sol (momento en el que comienza la actividad de las aves) y fueron revisadas cada 15-20 minutos. Las aves capturadas se extrajeron y colocaron dentro de bolsas de manta delgada para transportarlas a la estación de anillado, donde se determinó su edad y sexo, cuando fue posible, posteriormente, se tomaron diversas medidas biométricas y se determinó la cantidad de grasa acumulada con la finalidad de conocer la condición física de los individuos que fueron capturados. Una vez concluida la toma de datos las aves fueron liberadas. Finalmente, las redes, fueron cerradas cuando la temperatura ambiental alcanzó los 36°C, cuando el viento fue demasiado fuerte e inseguro para las aves en la red y/o cuando los individuos capturados comenzaron a mostrar signos de estrés por calor.



**Composición taxonómica de la avifauna**

La identificación de los individuos observados y capturados se llevó a cabo apoyándose en las guías de campo especializadas (Howell y Webb, 1995; Dunn y Garrett, 1997; Pyle, 1997; Sibley, 2000). Asimismo, se tomó la taxonomía y nomenclatura propuesta por la Unión Americana de Ornitólogos (AOU, 2011). Para cada especie registrada se consideró la fecha y tipo de vegetación en la que se observó.

**Estacionalidad de la avifauna**

Para determinar el periodo en el que las especies pueden presentarse en la región y son más susceptibles de localizarse en el Área de influenciadas realizó un análisis de la estacionalidad de la avifauna empleando las categorías descritas en los trabajos de Howell y Webb (1995) (Cuadro IV-39) y la información que se obtuvo durante el trabajo de campo.

**Cuadro IV-39. Categorías de estacionalidad para avifauna según Howell y Webb (1995).**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Colonias reproductivas	Especie que es residente local de verano y que no sale de la región en el invierno pero llega a tener diferentes rangos de anidamiento.
Invernante	Especie que no anida en la región ya que solo se presenta en ella durante el invierno del hemisferio norte.
Invernante con colonias reproductivas	Especie de la que se han localizado colonias anidadoras en la región pero que solo se presenta durante el invierno del hemisferio norte en ella.
Residente	Especie que puede ser encontrada en la región durante todo el año, pues reside y se reproduce dentro o cerca de ella.
Residente de verano	Especie que se reproduce en la región pero solo está presente en ella durante el periodo del verano del hemisferio norte.
Transitorio	Especie que no se reproduce en la región y se presenta solo durante las migraciones de primavera y/o otoño.
Vagante	Especie que esta fuera de su rango normal de distribución.

**Aves con importancia económica**

Para determinar la utilidad económica y las diversas connotaciones simbólicas, estéticas o medicinales de ciertas especies que pueden ser comercializadas en nuestro

país se empleó la Guía de aves canoras y de ornato (INE-CONABIO, 1997). El nombre común de las especies fue tomado de Howell y Webb (1995) y de Escalante et al (1996).

### **Estado de protección**

Para determinar el estatus de protección de la avifauna que se registró en el Área de influencia se emplearon las categorías propuestas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así como las categorías y criterios del libro rojo de especies amenazadas versión 3.1 (UICN, 2001) y los apéndices propuestos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2011).

### **Ubicación de los sitios potenciales de anidación, refugio y/o crianza para la avifauna residente dentro del Área de influencia**

La localización de sitios empleados por la ornitofauna presente en el Área de influencia para anidar, refugiarse y criar se efectuó mediante recorridos *in situ* y búsquedas intensivas de nidos en acahuals y remanentes de bosque tropical caducifolio para la detección visual, identificación de la especie a la que pertenece y geoposicionamiento de los nidos que pudieran encontrarse dentro del área de influencia.

### **Identificación de rutas migratorias en el área de influencia, alturas de vuelo y riesgo de colisión**

La región del Istmo de Tehuantepec es paso de unas de las rutas migratorias de aves más importantes debido al número de individuos que la utilizan. Además, con base en observaciones durante años anteriores por parte del personal del Instituto de Ecología A. C., en el estudio regional que abarco una superficie de 3 900 km<sup>2</sup> se ha logrado la detección de diversas rutas dentro de la región, por lo tanto se hace un análisis de las rutas migratorias a nivel de región, así como las registradas en el Área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

El registro de rutas migratorias dentro del Área de influencia se llevo a cabo mediante dos métodos, 1) estación de monitoreo de aves migratorias y 2) estación de radar.

### **Estación de Conteo de Aves Migratorias**

El método para el conteo de aves rapaces y acuáticas migratorias consiste en observaciones directas desde el punto más alto, preferentemente, dentro del SAR. Las

aves migratorias que se detectaron se identificaron con ayuda de binoculares con alcances de 8x42, 10x42 y 10x50 y telescopios Kowa TSN-661 20-60 x. Las aves fueron contadas y registradas utilizando una clave asignada a cada especie y escribiendo el número de individuos observados. Se usaron guías de identificación de aves (e. gr. Howell y Webb [1995], Sibley [2000] y National Geographic [2001]). Por periodos de una hora, el observador tomó datos con respecto a las condiciones atmosféricas como velocidad y dirección del viento, porcentaje del cielo cubierto por nubes y tipo de nubes (cirrus, cumulus, stratus y nimbus), temperatura ambiental y visibilidad en kilómetros, así como también el número de observadores y los minutos observados durante la hora. En las épocas de migración, algunas veces los grupos de aves son muy numerosos por lo que se usaron contadores manuales (clickers) para facilitar el conteo y hacerlo lo más exacto posible.

La estación de conteo operó durante las dos temporadas de migración (primavera y otoño) y esta en funcionamiento desde las 08:00 de la mañana hasta las 17:00. Durante los periodos críticos de migración la estación tuvo que seguir operando hasta el ocaso del sol. El criterio para dar por concluido el monitoreo en esos días es que las aves dejen de pasar o las condiciones de luz limiten la adecuada visualización y con ello no sea posible identificar a las especies que se encuentren migrando.

### **Radar**

Se realizaron observaciones del desplazamiento de aves (principalmente grupos de grandes planeadoras, aunque también se consideraron individuos) durante el mes de abril, dentro del intervalo de fechas en que se han registrado picos de mayor actividad migratoria diurna en otros estudios efectuados en el istmo de Tehuantepec (INECOL, 2011). Se utilizó un radar marino de banda X, Modelo *FR-1525 Mark 3* (Furuno Electric Co., Nishinomiya, Japón) montado en una camioneta *pick up* adaptada como unidad móvil, la cual fue trasladada diariamente a la estación de monitoreo; el equipo transmite con una frecuencia de 9,410 Mhz +/- 30Mhz (FURUNO, 2002) a través de una antena de dos metros de largo con una salida de potencia máxima de 25kW, la cual emite un rayo con un ancho de 1,23° (horizontal) x 20° (vertical) con lóbulos laterales de ±10° (FURUNO, 2002). El equipo se operó con una longitud de pulso de 0,7µs y fue alimentado por un generador eléctrico de baja emisión de ruido.

Se utilizaron dos modos de operación del radar: 1) horizontal para realizar observaciones alrededor de la estación de monitoreo, y 2) vertical para medir las alturas de vuelo. En el modo horizontal se utilizó un radio de detección de 3 km, ya que ha demostrado ser adecuado para la detección aves de la talla de grandes planeadoras (Cooper et al. 1991), principal grupo de interés en el presente estudio, y además abarcó en su totalidad el Área de influencia destinado al proyecto eólico; en el modo vertical se utilizó un radio de 1,5 km, ya que hemos observado que la actividad migratoria suele concentrarse entre los 0 y 1 500 metros sobre el nivel del suelo. Todos los datos se capturaron manualmente en una computadora portátil.

La estación de monitoreo se estableció en el centro del Área de influencia (Anexo IV.13), donde se trabajó entre el 15 y 21 de abril. El esfuerzo de muestreo estuvo integrado por cinco sesiones de trabajo de una hora cada una, empezando aproximadamente a partir de las nueve de la mañana y terminando alrededor de la una de la tarde, coincidiendo con el pico de actividad migratoria diurna (INECOL, 2011).

Cada sesión se dividió a su vez en dos periodos menores, en unos de los cuales se ajustaban los detalles necesarios para la operación del radar mientras que otros se destinaron a recolectar información de los grupos o individuos de aves, alternando entre modos de operación, de tal manera que cada sesión de trabajo (de una hora cada una) se integró de la siguiente manera:

A) Modo horizontal

A.1) 10 minutos para ajustar detalles necesarios para la toma de datos

A.2) 20 minutos de vigilancia sobre el desplazamiento de grupos e individuos

B) Modo vertical

B.1) 10 minutos para cambiar el plano de rotación de la antena y ajustar detalles necesario para su operación

B.2) 20 minutos para medir velocidades y alturas de vuelo

En el modo vertical se midieron las alturas de vuelo tanto de grupos como de individuos detectados, para el caso de los grupos se registró la altura máxima, mínima y promedio. Las direcciones de vuelo se analizaron con el software de estadística circular Oriana v. 3.21 (Kovach, 2010), además de la dirección de vuelo promedio se reporta también el grado de concentración ( $r$ ).

## **Resultados**

### Lista potencial de aves

De la revisión bibliográfica se obtuvo un listado que incluye 388 especies de aves cuya distribución potencial comprende el Área de influencia. Dicho listado y el de las especies registradas durante los estudios efectuados en campo, para efectos prácticos, son presentados por separado en el Anexo IV.14. La riqueza de aves presentada en el listado potencial, para este estudio, representa aproximadamente el 35,27% (388 especies) del total de aves (1 100 especies) registradas en todo el país. Las especies de aves registradas en los muestreos (85) representan el 21,91% de las especies que potencialmente se distribuyen dentro del área de influencia.

La avifauna presente en el Área de influencia puede dividirse en dos grupos: especies especialistas que mayormente forrajean dentro del bosque tropical caducifolio y especies generalistas. Las primeras son normalmente aquellas que se encuentran en áreas de gran cobertura vegetal primaria. Las especies pueden ser encontradas en áreas más abiertas y perturbadas (campos agrícolas y pastizales) y su sobrevivencia es independiente de la presencia del bosque tropical caducifolio ya que pueden colonizar otros hábitats incluso perturbados, estas son, generalmente, especies granívoras y omnívoras.

## **Avifauna observada**

### Composición taxonómica de la avifauna

En el estudio se registró un total de 85 especies, pertenecientes a 17 órdenes, dentro de 34 familias. El orden Passeriformes es el más representativo con 42 especies, seguido por Accipitriformes con ocho especies y Columbiformes con siete especies; los demás órdenes tienen menos de cinco especies registradas cada uno (Cuadro IV-40)

**Cuadro IV-40. Órdenes y números de especies registrados mediante los diferentes métodos.**

Orden	Método mediante el que fue registrada	Número de especies	Porcentaje
Passeriformes	PC-RA-TA	42	49,41
Accipitriformes	PC-RA-TA	8	9,41
Columbiformes	PC-RA-TA	7	8,24
Charadriiformes	PC-RA	4	4,71
Cuculiformes	PC-RA-TA	4	4,71
Psittaciformes	PC-RA-TA	3	3,53
Apodiformes	RA-TA	2	2,35
Caprimulgiformes	PC-RA	2	2,35
Falconiformes	RA-TA	2	2,35
Galliformes	PC-RA-TA	2	2,35
Pelecaniformes	PC-RA	2	2,35
Piciformes	PC-TA	2	2,35
Anseriformes	TA	1	1,18
Coraciiformes	PC-RA	1	1,18
Strigiformes	RA-TA	1	1,18
Suliformes	RA	1	1,18
Trogoniformes	PC-RA-TA	1	1,18
<b>Total</b>		<b>85</b>	<b>100</b>

De las 34 familias registradas durante los muestreos, la más representativa es Icteridae con nueve especies, seguida por las familias Columbidae y Parulidae, con siete especies cada una, para Accipitridae y Tyrannidae se logró el registro de seis especies, Emberizidae presentó cinco especies cada una (Cuadro IV-41). Las demás familias presentaron menos de cinco especies registradas.

**Cuadro IV-41. Familias y números de especies registradas mediante los diferentes métodos.**

Familia	Número de especies	Porcentaje
Icteridae	9	10,59
Columbidae	7	8,24
Parulidae	7	8,24
Accipitridae	6	7,06
Tyrannidae	6	7,06
Emberizidae	5	5,88
Cuculidae	4	4,71
Hirundinidae	3	3,53
Psittacidae	3	3,53
Ardeidae	2	2,35
Caprimulgidae	2	2,35
Cardinalidae	2	2,35
Cathartidae	2	2,35
Falconidae	2	2,35
Laridae	2	2,35
Picidae	2	2,35
Trochilidae	2	2,35
Troglodytidae	2	2,35
Turdidae	2	2,35
Anatidae	1	1,18
Burhinidae	1	1,18
Charadriidae	1	1,18
Corvidae	1	1,18
Cracidae	1	1,18
Fregatidae	1	1,18
Fringillidae	1	1,18
Mimidae	1	1,18
Momotidae	1	1,18
Odontophoridae	1	1,18
Passeridae	1	1,18
Poliophtilidae	1	1,18
Strigidae	1	1,18
Trogonidae	1	1,18
Vireonidae	1	1,18
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

Durante los muestreos realizados (redeos, transectos y puntos de conteo) las especies registradas más frecuentemente ( $n \geq 20$ ) dentro del Área de influencia fueron: la paloma alablanca (*Zenaida asiatica*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*), la tórtola coquita (*Columbina passerina*), el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*) y la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*).

### Estacionalidad de la avifauna registrada dentro del área de Influencia

De las 85 especies totales registradas durante el trabajo de campo, 55 son residentes permanentes reproductivos, 22 invernantes, siete son transitorias y una especie presenta colonias reproductivas que a pesar de ser residente, sus rangos de anidamiento son variables, es decir, no anida exclusivamente en el Área de influencia (Cuadro IV-42 y Cuadro IV-41).

**Cuadro IV-42. Número de especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia.**

Estacionalidad	Número de especies	Porcentaje (%)
Colonias reproductivas	1	1,18
Invernante	22	25,88
Residente permanente	55	64,71
Transitorio	7	8,24
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

El orden Passeriformes tuvo el mayor número de representantes con 42 especies identificadas. Dentro de este, las familias Icteridae, Tyrannidae, Parulidae y Emberizidae tuvieron los números de especies más altos con nueve, siete, seis y cinco especies registradas, respectivamente. Aunque durante el estudio la mayoría de los individuos registrados dentro de este orden son residentes, puede ser considerado como un componente importante de carácter migratorio. Las aves de las familias Parulidae y Tyrannidae se consideran importantes indicadores de las épocas de fructificación y del inicio del movimiento migratorio.

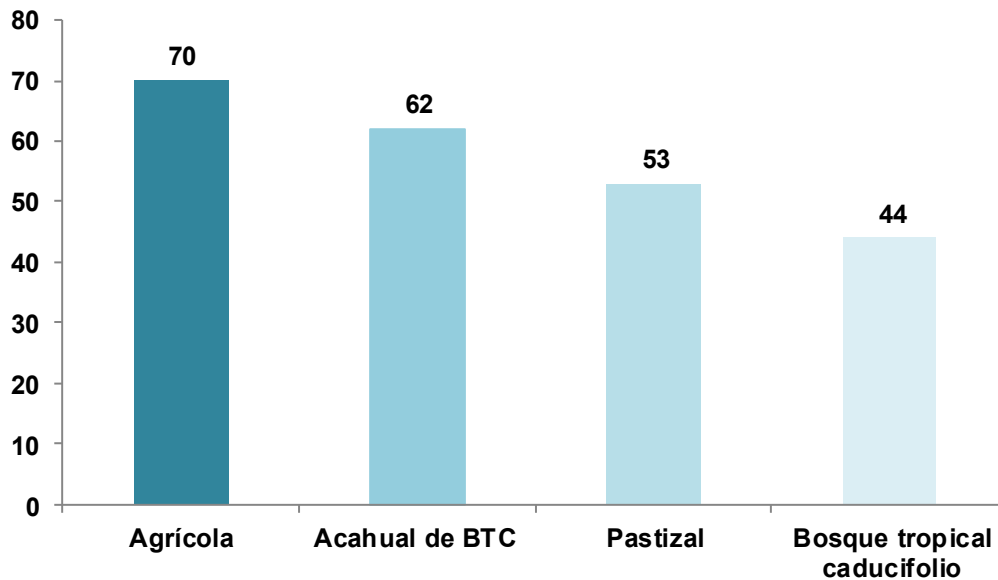
Los Accipitriformes, orden en el que están incluidas las rapaces diurnas, presentaron ocho especies en el estudio. De las cuales, seis se encuentran dentro de la familia Accipitridae y dos en la familia Cathartidae. Cabe señalar que en la región del Istmo de Tehuantepec convergen todas las rutas de rapaces (y otras aves) migratorias durante el otoño, razón por la cual toda la región es sumamente importante para muchas especies incluidas en este orden.

### Distribución de la avifauna por tipo de vegetación dentro del área de influencia

Se definieron cuatro Unidades Ambientales dentro del área de influencia: Bosque tropical caducifolio, acahual de BTC, agrícola y pastizal. Mediante los diferentes métodos de muestreo realizados (redeos, transectos y puntos de conteo) se obtuvo información



respecto a la riqueza de especies identificadas en cada Unidad Ambiental. La mayor riqueza de especies (70) se presentó en las áreas categorizadas como agrícolas, seguidas por la vegetación de acahual de BTC con 62, el pastizal con 53 y el bosque tropical caducifolio con 44 especies registradas (Figura IV-83).



**Figura IV-83. Número de especies por unidad ambiental registradas en el área de influencia.**

*Aves con importancia económica*

Del total de especies registradas en el estudio, 24 son consideradas como susceptibles de algún tipo de aprovechamiento según la Guía de aves canoras y de ornato (INE-CONABIO, 1997) y su captura está permitida durante determinados periodos a lo largo del año (Cuadro IV-43). Cabe mencionar que además de las especies enlistadas se tiene conocimiento, por medio de las observaciones de campo, de la explotación de dos más que no están citadas en la Guía de aves canoras: la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*) y la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*), que son cazadas para alimentación de los pobladores de la localidad.

**Cuadro IV-43. Especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia susceptibles de algún tipo de aprovechamiento.**

Espece	Nombre común	Importancia económica	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	Caza deportiva Alimentación	Residente		
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca	Caza deportiva Alimentación	Residente		
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Caza deportiva Alimentación	Invernante		
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	Caza deportiva Alimentación	Residente		
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Caza deportiva Alimentación	Residente		
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Ornato	Residente	Pr	No Endémica
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Ornato	Residente	Pr	No Endémica
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca hermosa cara blanca	Ornato	Residente		
<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	Ornato	Transitorio		
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	Ornato	Residente		
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	Ornato	Residente		
<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameanta	Ornato	Invernante		
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Ornato	Residente		
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	Ornato	Invernante		
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	Ornato	Residente		
<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	Ornato	Residente		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Ornato	Residente		
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Ornato	Residente		
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Ornato	Residente		
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Ornato	Invernante		
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Ornato	Residente		
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique mexicano	Ornato	Residente		
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Ornato	Residente		
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	Ornato	Residente		

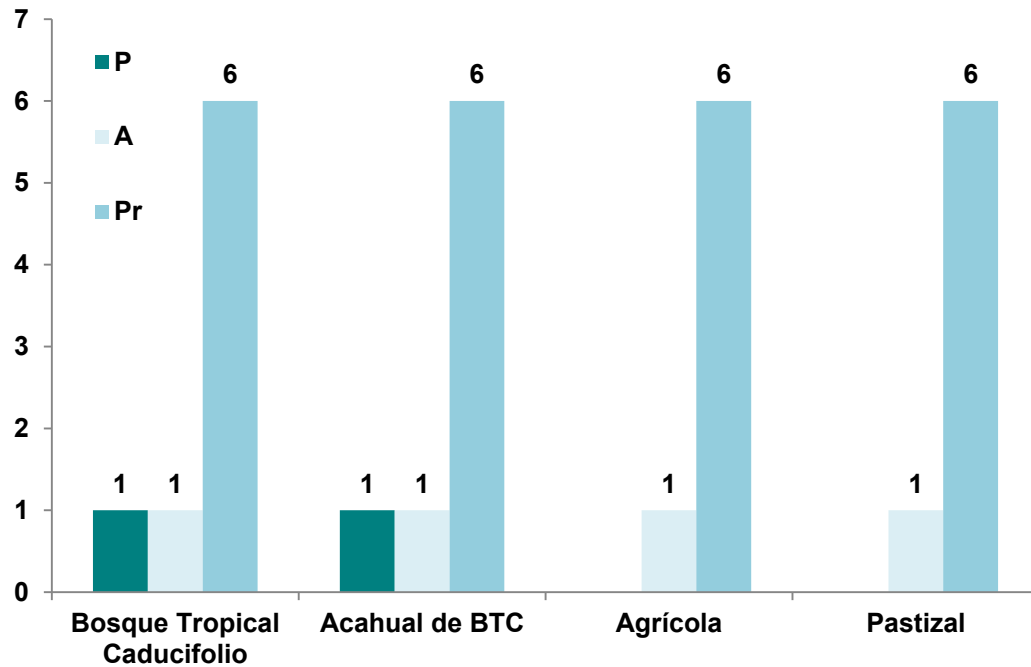
Estado de protección

De las 85 especies de aves registradas dentro del área de influencia, ocho están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la Figura IV-84 se muestra el número de especies bajo conservación que se registraron en los cuatro tipos de hábitats predominantes. Dentro de la categoría en peligro de extinción encontramos al zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*), especie endémica registrada tanto en bosque tropical caducifolio como en acahual. La especie que se encuentra en la categoría de amenazada es el perico verde (*Aratinga holochlora/streua*), residente registrado en las cuatro Unidades Ambientales. Finalmente, dentro de las especies sujetas a protección especial encontramos al gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), el aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*) y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), igualmente registradas en los cuatro tipos de vegetación (Cuadro IV-44).

**Cuadro IV-44. Especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia durante el estudio.**

Espece	Nombre común	Hábitos	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilan pecho rufo	Rapaz	Invernante	Pr	No Endémica
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Rapaz	Invernante	Pr	No Endémica
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Rapaz	Transitorio	Pr	No Endémica
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Rapaz	Residente	Pr	No Endémica
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Terrestre	Residente	Pr	No Endémica
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Terrestre	Residente	Pr	No Endémica
<i>Aratinga holochlora/streua</i>	Perico verde	Terrestre	Residente	A	No Endémica
<i>Peucaea sumichrasti</i>	Zacatonero istmeño	Terrestre	Residente	P	Endémica

A: Amenazada, Pr: Protección especial, P: Peligro de extinción



**Figura IV-84. Número de especies por Unidad Ambiental con estatus de conservación registradas mediante los muestreos. (A: Amenazada, Pr: Protección especial, P: Peligro de extinción).**

En el Cuadro IV-45 se presentan las especies, registradas en el área de influencia, que se encuentran en algún Apéndice del CITES, asimismo se presentan las especies consideradas en algún estatus de riesgo de acuerdo a las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, Versión 3.1 (UICN, 2001).

**Cuadro IV-45. Especies registradas en el Área de influencia enlistadas en alguna categoría de riesgo según CITES (2011) y UICN (2001).**

Especie	Nombre común	Estacionalidad	CITES <sup>1</sup>	UICN <sup>2</sup>
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	Residente		NT
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Invernante	II	LC
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Invernante	II	LC
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Invernante	II	LC
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	Residente	II	LC
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Transitorio	II	LC
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Residente	II	LC
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Residente	II	LC
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Invernante	II	LC
<i>Aratinga holochlora/streua</i>	Perico verde	Residente	II	LC
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Residente	II	LC
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Residente	II	LC
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	Residente	II	LC
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Residente	II	LC
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Invernante	II	LC
<i>Peucaea sumichrasti</i>	Zacatonero istmeño	Residente		NT

<sup>1</sup>CITES: Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción; apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia; y apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio.

<sup>2</sup>UICN: Extinta (EX); extinta en estado silvestre (EW); en peligro crítico (CR); en peligro (EN); vulnerable (VU), casi amenazada (NT); preocupación menor (LC) y datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE).

**Ubicación de sitios potenciales de anidación, refugio y/o crianza para la avifauna residente dentro del área de influencia**

Mediante el método de búsqueda de nidos se logró la detección de 11 nidos pertenecientes a nueve especies: bolsero de Altamira (*Icterus gularis*), Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), colorín pecho naranja (*Passerina leclancherii*), matraca nuca rufa (*Campylorhynchus rufinucha*), correcaminos tropical (*Geococcyx velox*), urraca hermosa cara blanca (*Calocitta formosa*), tórtola colalarga (*Columbina inca*), chivirín barrado (*Thryothorus pleurostictus*) y chotacabras pauraque (*Nyctidromus albicollis*) (Anexo IV.15).

Son más puntuales las aves que prefieren las áreas agrícolas y pastizales para sus actividades de forrajeo y refugio, entre ellas podemos encontrar a algunos emberizados residentes como el semillero brincador (*Volatinia jacarina*), el semillero pecho canela (*Sporophila minuta*), además de otros migratorios invernantes como el gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*), el gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*) y el gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*). Además de aves de otras familias cuya preferencia por la anidación en áreas de pastizal es muy marcada, como el alcavarán americano (*Burhinus bistriatus*), el chotacabras menor (*Chordeiles acutipennis*) y el chotacabras pauraque (*Nyctidromus albicollis*).

Es importante resaltar que la poca detección de nidos es principalmente debido a la transformación que ha sufrido el área de influencia por las actividades de desmonte para transformarlas en áreas agropecuarias.

#### Identificación de rutas migratorias en el Área de Influencia

##### Estación de Conteo de Aves Migratorias

Durante el estudio prospectivo regional (INECOL, 2008) el cual abarca una superficie de 3 900 km<sup>2</sup>, se logró la ubicación de tres rutas de vuelo de aves planeadoras y acuáticas (Cuadro IV-46). En una de estas se registraron individuos de la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), que con 11 581 individuos fue la especie con mayor abundancia durante la primavera. De estos solo el 5,48% (635 individuos) voló en alturas de riesgo de colisión con los aerogeneradores. Además de lo anterior cabe mencionar que dicha ruta se detectó a 2.1 km aproximadamente al suroeste del área de influencia por lo que la instalación de la central eoloeléctrica no representaría peligro alguno para esta especie.

También se observaron rutas de aves rapaces, en las que el zopilote aura (*Cathartes aura*) tuvo 1 485 y 31 912 individuos registrados en primavera y otoño, respectivamente, siendo así el ave rapaz más abundante durante ambas temporadas. De estos solo el 10,44% en primavera (155 individuos) y el 4,3% en otoño (1 373 individuos) volaron a alturas consideradas en riesgo de colisión. Al igual que con la ruta seguida por la gaviota de Franklin la construcción de la central eoloeléctrica no parece representar ningún riesgo de colisión debido a que se encuentra a 2 km de distancia del área de influencia aproximadamente.

**Cuadro IV-46. Especies de aves planeadoras y acuáticas registradas en el estudio regional.**

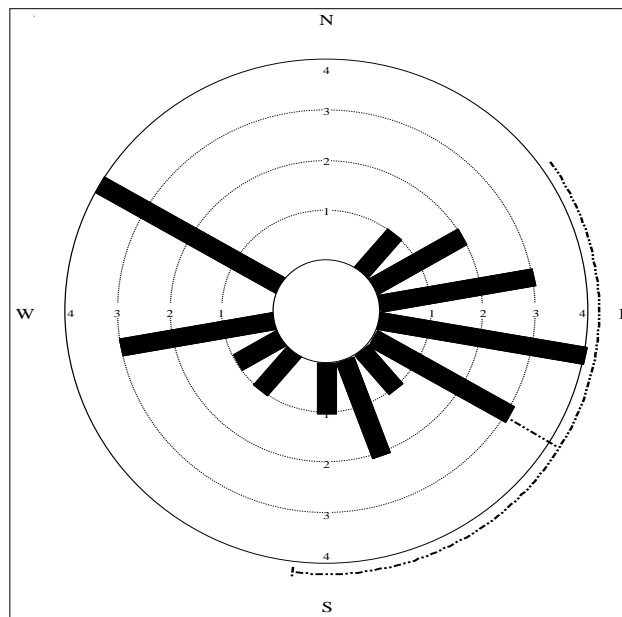
Nombre científico	Nombre común	Hábitos	NOM-059-SEMARNAT-2010 <sup>1</sup>		UICN <sup>2</sup>	CITES <sup>3</sup>
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	Acuática			LC	
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Acuática	Pr	No endémica	LC	
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Rapaz			LC	II
<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Rapaz			LC	II
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho-rufo	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala-ancha	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola-roja	Rapaz			LC	II

Es importante mencionar que durante la realización de los trabajos en campo para La Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional “A” para el Proyecto de la 40 CE Sureste I, Fase II, se logró el avistamiento y ubicación de una ruta migratoria empleada por la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) que atraviesa el área de influencia. Además del avistamiento de algunas rapaces migratorias sobrevolando dentro de este y algunos grupos de aguilillas aura (*Cathartes aura*) y aguilillas de Swainson (*Buteo swainsoni*), estos grupos forman parte de las rutas ya establecidas durante el monitoreo regional realizado en 2008, sin embargo se registraron a una distancia de 2 km dirección Suroeste respecto al Área de influencia del Proyecto, por lo que se estima que el riesgo de colisión sea mínimo.

Radar

A través del método de radar ornitológico se realizaron observaciones los días 15, 18, 20 y 21 de abril del 2012, entre los cuales se sumó un total de 20 horas de observaciones.

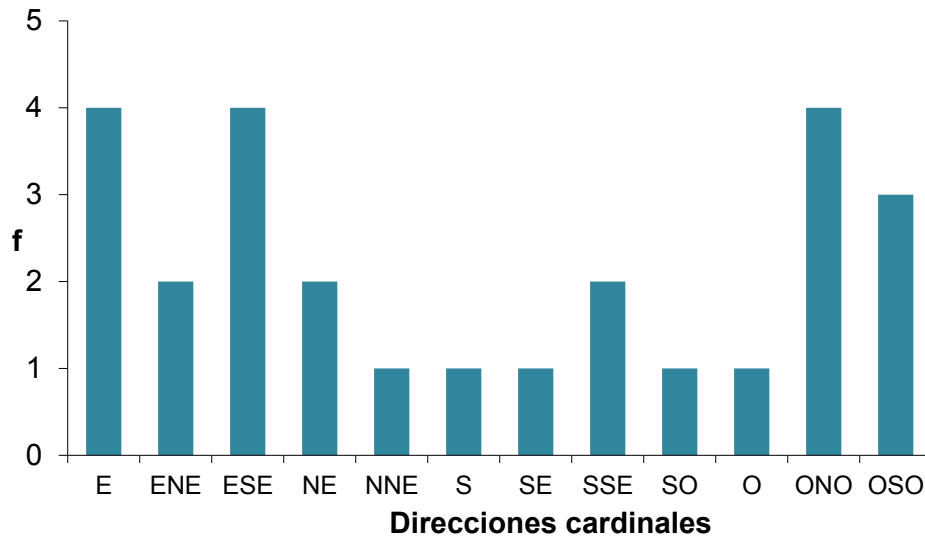
**Modo Horizontal.** Se detectaron un total de 26 blancos en este modo de operación, 23 de los cuales fueron individuos mientras que los tres restantes fueron grupos pequeños, posiblemente compuestos por 5 – 10 individuos. La dirección de vuelo promedio de los 26 blancos fue de 121,6° (Figura IV-85); sin embargo, hubo una baja concentración alrededor de esa dirección ( $r = 0,23$ ).



**Figura IV-85. Direcciones de vuelo de los blancos detectados durante el monitoreo diurno en el Área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Primavera 2012.**

En esta temporada las aves se dirigen hacia el norte para regresar a sus sitios de anidación; sin embargo, los blancos observados en nuestros monitoreos se dirigieron en promedio hacia el sureste. En la Figura IV-86 se observa la proporción de blancos registrados en cada una de las direcciones cardinales.





**Figura IV-86. Cantidad de grupos registrados en cada una de las direcciones cardinales.**

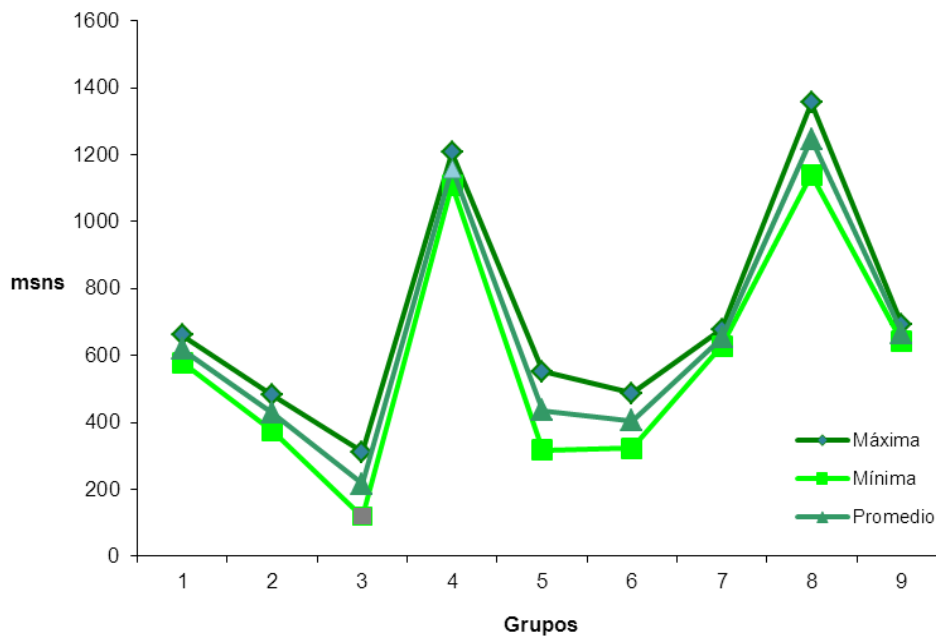
Dos de los grupos detectados se dirigieron hacia el noreste, mientras que el tercero se dirigió al sur.

**Modo Vertical.** Durante los cuatro días de monitoreo se registraron 309 blancos, 300 de los cuales fueron individuos, mientras que los nueve restantes fueron grupos pequeños, tal vez compuestos por 5 – 10 individuos. De los 300 individuos detectados, 3,3% voló en alturas de riesgo (< 125 metros sobre nivel del suelo; Cuadro IV-47) y más del 60% lo hizo entre los 300 y 700msns.

**Cuadro IV-47. Cantidad y porcentaje de individuos detectados por categoría de alturas de vuelo en metros sobre nivel del suelo (msns) en el área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Primavera 2012.**

<b>Categoría de alturas (msns)</b>	<b>Cantidad de blancos por categoría</b>	<b>Porcentaje de blancos por categoría</b>
1 – 125	10	3,3
126 – 200	9	3,0
201 – 300	21	7,0
301 – 400	57	19,0
401 – 500	55	18,0
501 – 600	48	16,0
601 – 700	31	10,0
701 – 800	30	10,0
801 – 900	19	6,30
901 – 1000	13	4,30
1001 – 1100	3	1,0
1101 – 1200	3	1,0
1201 – 1300	1	0,30
1301 – 1400	0	0,0
1401 – 1500	0	0,0
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Por otro lado, el promedio de alturas de vuelo de los grupos registrados fue de 647 msns, sólo una parte de uno de esos grupos voló cerca de una altura de riesgo, pues la altura mínima del tercero de ellos fue de 119 msns. (Figura IV-87).



**Figura IV-87. Alturas de vuelo de los nueve grupos detectados en el área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Primavera 2012.**

Descripción de rutas migratorias en el área de influencia

Es importante mencionar que durante la realización del estudio de prospección para el área de influencia, se logró el avistamiento y ubicación de una ruta migratoria empleada por la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) que atraviesa el área del proyecto. Además del avistamiento de algunas rapaces migratorias sobrevolando dentro de esta y algunos grupos de aguilillas aura (*Cathartes aura*) y aguilillas de Swainson (*Buteo swainsoni*) sobrevolando fuera del área, pero relativamente cerca de esta (Figura IV-88). Con base en los resultados reportados en este estudio, y en monitoreos previos (CFE-INECOL 2008, 2009, 2010, 2011) sobre el comportamiento de dichas especies, se estima que no habrá riesgo de colisión para ellas.

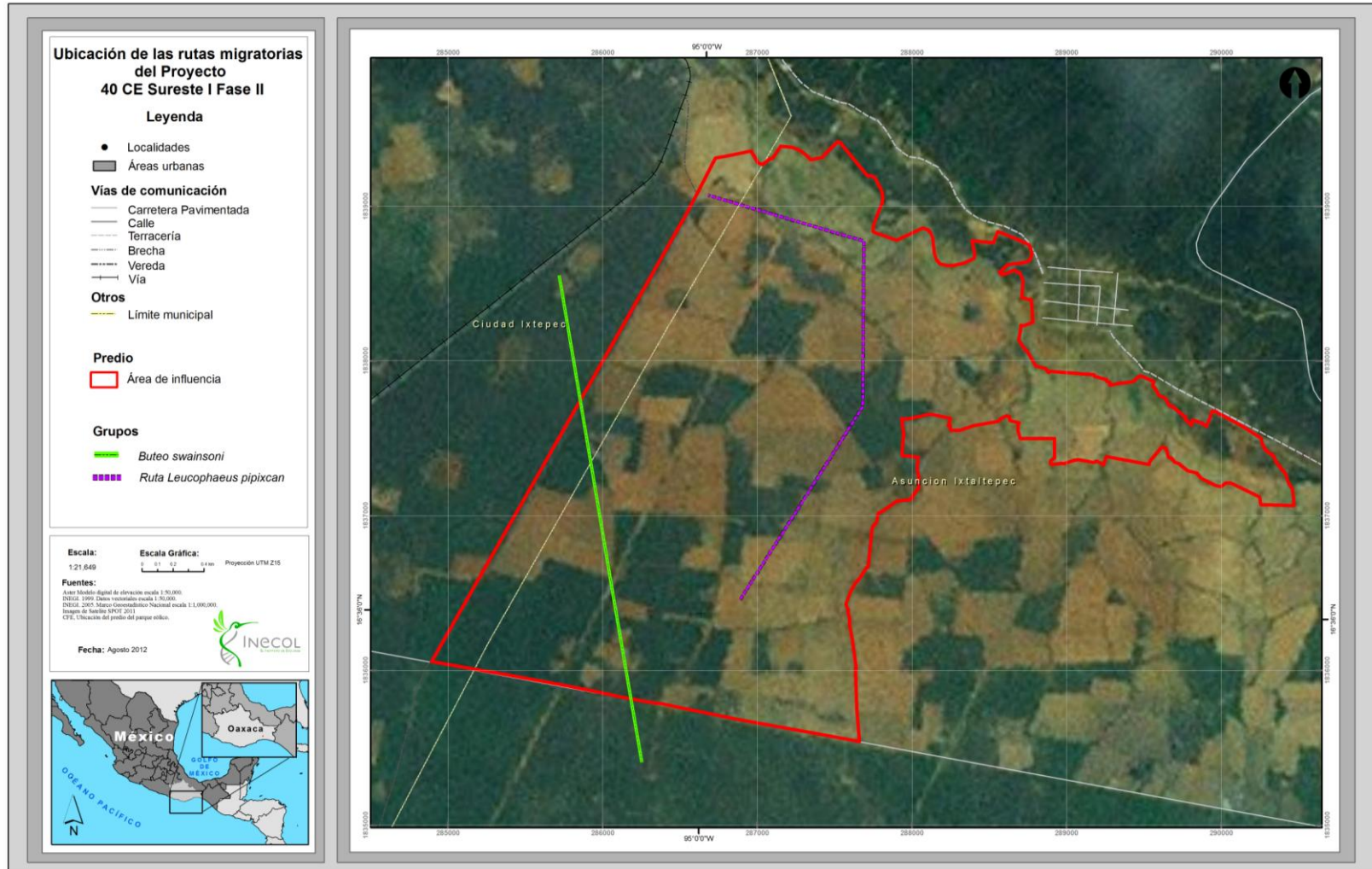


Figura IV-88. Rutas migratorias dentro del área de influencia identificadas durante el estudio prospectivo regional de los 3900 km<sup>2</sup>.

### **Discusión**

Durante el estudio se registró un total de 85 especies de aves, de estas, únicamente se registró al zacatonero istmeño como especie endémica del Istmo de Tehuantepec. Se registraron 16 especies bajo algún criterio de conservación: ocho dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, 14 según CITES (2011) y dos especies enlistadas en algún criterio de la Lista Roja de la UICN. De las especies registradas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, el gavilán pecho rufo y el gavilán de Cooper son especies invernantes. Por su parte, un trio de aguilillas de Swainson, especie transitoria, fueron avistadas forrajeando mientras sobrevolaban el área de influencia como parte de su ruta migratoria.

Del total de especies protegidas registradas durante el estudio, las especies más susceptibles de ser afectadas durante la etapa de construcción por disminución de los elementos de vegetación secundaria y manchones de bosque tropical caducifolio y acahuals de BTC debida al desmonte son la codorniz cotuí, el aguililla caminera, el tecolote bajero, el colibrí pico ancho y el zacatonero istmeño. Cabe indicar que dichos elementos son importantes pues fungen como sitios propicios para el forrajeo, refugio, anidación y crianza para diversos tiranidos, parulidos, psittacidos, columbidos, emberizidos, cuculidos, icteridos y algunos accipitridos. Además pueden ser empleados por diversos parulidos para efectuar movimientos migratorios a escala local.

Las aves más susceptibles de ser afectadas durante la operación del proyecto, por los aerogeneradores, son el gavilán rastrero, el gavilán pecho rufo, el gavilán de Cooper, el aguililla caminera, el aguililla de Swainson, el aguililla cola blanca, el caracará quebrantahuesos y el cernícalo americano, aves rapaces que pueden sobrevolar a alturas de riesgo dentro del área de influencia. Cabe enfatizar la preferencia del cernícalo por los huecos en los aerogeneradores (espacios entre el rotor y las palas) como sitios de refugio, situación que amerita especial atención.

Durante las temporadas migratorias de aves se espera que haya una concentración alta ( $r > 0,5$ ) alrededor de la dirección de vuelo promedio, lo cual indica que la mayoría de los blancos registrados se desplazan aproximadamente hacia la misma dirección; sin embargo, en nuestros resultados resalta una concentración baja ( $r = 0,23$ ), lo cual sugiere que la mayoría de los blancos detectados no se encontraban migrando o bien que las aves en esa zona tienen estrategias migratorias distintas y por lo tanto se

desplazaron en direcciones atípicas. Sin embargo, es más plausible que los blancos detectados no se encontraran en migración, pues debido a las características del vuelo migratorio de las grandes planeadoras así como por el diseño del monitoreo (incluyendo las horas y fechas horas en que se realizó, además del radio de detección y la configuración del radar), se esperaba que la mayoría de los blancos detectados fueran agrupaciones, pero sólo tres de 26 blancos detectados fueron grupos y posiblemente sólo dos de ellos se encontraban migrando, pues se dirigían hacia el noreste, aunque eso es algo que no se puede asegurar. Es posible que los otros 23 blancos detectados hayan sido individuos que no estaban en actividad migratoria, tal vez residentes.

Por otro lado, es necesario destacar que la cantidad de blancos detectados fue baja, comparada con la cantidad de blancos detectados en monitoreos realizados en la C.E. La Venta II en la temporada de primavera 2011, donde se detectaron más de 100 grupos (INECOL, 2011). Con esto no debe concluirse que el flujo migratorio en el SAR es bajo, sino debe ser atribuido a algunos factores, como por ejemplo, la baja cantidad de blancos detectada se explica por la naturaleza pulsátil de la migración de aves: el flujo migratorio no es constante durante todos los días de la temporada (hay días de flujo intenso y otros de flujo muy bajo), por lo que es posible que esta característica de la migración de aves se haya combinado con alguna de las fechas de trabajo que hayan coincidido días de flujo migratorio débil.

En lo que a las alturas de vuelo respecta, es notorio que el promedio de las alturas registradas durante los días de observaciones en el área de influencia es similar al que hemos observado en otros monitoreos realizados en el Istmo de Tehuantepec; pero por otro lado también resalta el hecho de que 3% de los blancos/individuos y más del 10% de los blancos/grupos (uno de nueve) volaron en alturas de riesgo.

De tal manera que, aunque los resultados presentados en este reporte muestran que hubo una baja actividad migratoria en el área de influencia pero que un porcentaje relativamente alto de blancos voló en alturas de riesgo, la única conclusión a la que puede llegarse es que esa baja intensidad y alto riesgo ocurrieron en los días de observaciones.

Por lo expuesto anteriormente, los resultados obtenidos con este método deben ser considerados simplemente como una muestra de lo que ocurre en el área de influencia y sus alrededores más inmediatos. Es necesario recordar que la migración de aves es un fenómeno dinámico en el que están involucrados seres vivos que son

afectados por factores externos, por lo cual todas sus características (las fechas en que ocurre, su intensidad, rutas y alturas de vuelo), pueden variar en diferente medida incluso anualmente.

Finalmente, se debe tener en cuenta que la riqueza de aves en el área de influencia puede variar considerablemente a lo largo del año ya que se ubica dentro de una de las rutas migratorias más importantes del mundo (Zalles y Bildstein, 2000) y en una zona categorizada dentro de las Áreas Endémicas de Aves en el Mundo reconocidas por BIRDLIFE INTERNATIONAL (Stattersfield *et al*, 1998), en la cual convergen todas las rutas migratorias de las aves durante el otoño y por ello forma parte de un corredor de ornitofauna de gran importancia. La información obtenida mediante el presente estudio permitirá, junto con la obtenida durante el Estudio prospectivo de la fauna, avifauna y quirópteros para las centrales eólicas Oaxaca I, II, III y IV (INECOL-CFE 2008), conocer la variación estacional de las poblaciones de las aves, precisar la preferencia, en caso de que exista, de sitios de anidación por parte de la ornitofauna residente y la afluencia de grandes planeadoras y aves acuáticas migratorias (en primavera y otoño) en el espacio aéreo del área de influencia.

Durante el estudio regional el cual abarca una superficie de 3 900 km<sup>2</sup>, se logró la identificación de tres rutas de vuelo de aves planeadoras y acuáticas. En una de estas se registraron individuos de la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*). De estos solo el 5,48% (635 individuos) voló en alturas de riesgo de colisión con los aerogeneradores. Además de lo anterior cabe mencionar que dicha ruta se detectó a 2.1 km aproximadamente del predio del proyecto por lo que la instalación de la central eoloeléctrica no representaría peligro alguno para esta especie.

También se observaron rutas de aves rapaces, en las que el zopilote aura (*Cathartes aura*) tuvo 1485 y 31912 individuos registrados en primavera y otoño, respectivamente, siendo así el ave rapaz más abundante durante ambas temporadas. De estos solo el 10,44% en primavera (155 individuos) y el 4,3% en otoño (1373 individuos) volaron a alturas consideradas en riesgo de colisión. Al igual que con la ruta seguida por la gaviota de Franklin la construcción de la central eoloeléctrica no parece representar ningún riesgo de colisión debido a que se encuentra a 2 km, aproximadamente, de distancia del área del proyecto.

## ***Mastofauna***

En esta sección se reporte la información en dos bloques, el primero los mamíferos no voladores y el segundo mamíferos voladores (murciélagos). Se maneja esta división ya que debido a la naturaleza del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II los murciélagos al igual que las aves merecen particular atención por las posibles interacciones que pueden presentar con el proyecto, al utilizar el espacio aéreo donde estén operando los aerogeneradores.

### ***Mamíferos terrestres no voladores***

#### ***Método***

##### ***Trabajo de gabinete***

Se realizó un listado de especies con distribución potencial para el área de influencia, excluyendo al orden Chiroptera que comprende a los murciélagos.

Para la realización del listado de especies potenciales se consultó bibliografía especializada (Hall 1982; Ceballos y Oliva 2005; Kays y Wilson 2002 y Aranda 2002). También se consultó la base de datos de la colección del Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian (en línea [www.mnh.si.edu/mna/](http://www.mnh.si.edu/mna/)). Como información adicional acerca de las especies registradas en la región, se revisaron los trabajos realizados por el Instituto de Ecología A.C. en la elaboración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental del P.E. La Venta II (INECOL 2003), del P.E. La Venta III (INECOL 2007), así como el estudio Prospectivo de fauna, avifauna y quirópteros para sitios potenciales de las centrales eoloelectricas Oaxaca I, II, III y IV (INECOL 2009). La nomenclatura taxonómica para los mamíferos utilizada en el presente trabajo es la propuesta por Ramírez-Pulido et al. 2005.

El estado de protección legal de las especies se analizó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2012) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés).



### Trabajo de campo

Se realizaron 11 visitas al del proyecto con el objetivo de describir la comunidad de mamíferos terrestres no voladores dentro del área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II. Se realizaron los muestreos en los cuatro tipos de vegetación identificados dentro del área de influencia que correspondieron a: Agrícola, Pastizal, Bosque tropical caducifolio y Acahual de BTC.

Para la corroboración en campo de las especies de mamíferos listadas en la revisión bibliográfica se emplearon distintas técnicas que permitieron estimar la riqueza de especies del sitio y en la medida de lo posible su abundancia relativa. Se emplearon diversos métodos directos e indirectos. Los métodos directos son aquellos que permiten la observación directa del animal ya sea por captura (trampas Sherman, Tomahawk) mientras que los métodos indirectos consisten en la detección de rastros como huellas, excretas, rascaderos, madrigueras, vocalizaciones entre otros (Aranda 2000).

### Métodos directos

Para mamíferos pequeños (Roedores, Marsupiales y Musarañas) se establecieron cuatro transectos de 80 trampas (Cuadro IV-48) en los diferentes Unidades ambientales establecidos dentro del área de influencia, (Anexo VI.17). Las trampas fueron colocadas de manera lineal con una separación de 10 m entre ellas, estas se pusieron al atardecer y se cebaron con una mezcla de avena y extracto de vainilla. Las trampas fueron revisadas de influenciaas al amanecer y se dejaron por dos noches consecutivas para obtener datos de captura-recaptura. A los individuos capturados se les tomaron las medidas morfométricas de rutina (longitud total, de la cola, de la pata derecha y de la oreja derecha) se pesaron, se identificó el sexo y se marcaron para posteriormente ser liberados en el lugar de captura.

Para mamíferos de talla mediana se utilizaron dos trampas Tomahawk estas se colocaron entre la vegetación y entre senderos naturales utilizado por animales. Las trampas fueron cebadas al atardecer con pescado viejo y pollo y revisadas de influenciaas por la mañana. Se dejaron por dos noches consecutivas y a los individuos capturados se les tomaron medidas morfométricas de rutina, sexo, edad, estado reproductivo para ser liberados en el lugar de captura.

Se realizaron ocho transectos de observación directa e indirecta dentro del área de influencia. Estos se realizaron durante el día y la noche. Se efectuaron dentro de los

caminos principales así como en los diferentes tipos de vegetación previamente caracterizados. Se tomaron como registro cualquier evidencia de mamíferos silvestres: observaciones directas, excretas, huellas, cadáveres, madrigueras y vocalizaciones (*Canis latrans*).

**Cuadro IV-48. Sitios de muestreo de los distintos métodos para mamíferos no voladores dentro del área de influencia.**

Coordenadas UTM				
Método	Inicio		Final	
Transectos observación	X	Y	X	Y
1	287457	1837246	287537	1837637
2	287134	1838219	287225	1838052
3	286246	1836135	286586	1838296
4	286801	1836983	287125	1836995
5	287166	1835710	286984	1835851
6	285942	1836169	286312	1836701
7	285464	1836145	285734	1836145
8	290307	1837339	289638	1837517
Trampas Tomahawk	X		Y	
1	287141		1838217	
2	287178		1838247	
3	286470		1838229	
4	287257		1838078	
5	287252		1838170	
Trampas Sherman	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
Línea 1	287106	1838068	287339	1838399
Línea 2	286827	1838073	286467	1838245
Línea 3	286067	1836445	285923	1836150
Línea 4	289731	1837357	289785	1837527

## Resultados

### Especies con distribución potencial

La revisión y análisis de la bibliografía, dio como resultado un listado de mamíferos con distribución potencial en el Área de Influencia de 49 especies, agrupadas en ocho órdenes, 16 familias y 40 géneros. Diez de las 49 especies potenciales se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuatro consideradas como especies en Peligro de Extinción (P), cuatro como Amenazadas (A) y dos como especies sujetas a protección especial (Pr), entre las especies listadas se encuentran dos endémicas. Seis especies se encuentran en los apéndices del CITES, cuatro en el apéndice I y dos en el

apéndice II. El listado de especies con distribución potencial en el área de influencia se presenta en el Anexo IV.18.

Composición taxonómica de las especies encontradas

Durante el presente muestreo realizado por tres métodos en el área de influencia se observó una mastofauna compuesta de 12 especies agrupadas taxonómicamente en 12 géneros, ocho familias y cinco órdenes (Cuadro IV-49). Las 12 especies registradas en este estudio equivalen al 24,5% de las 49 especies de mamíferos con distribución potencial para el área de influencia.

En el Cuadro IV-49 se aprecia el número de especies esperadas de acuerdo al listado potencial y el número de especies confirmadas dentro del área de influencia. De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, son diez especies que están en alguna categoría de riesgo, de las cuales ninguna fue registrada dentro los muestreos realizados para el área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.

**Cuadro IV-49. Especies potenciales y especies registradas dentro del área de influencia.**

Orden	Especies		Presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010	
	Potenciales	Registradas	Esperadas	Registradas
Didelphimorphia	5	1	0	0
Cingulata	1	1	0	0
Pilosa	1	0	1	0
Soricomorpha	1	0	0	0
Carnivora	17	5	7	0
Artiodactyla	3	0	0	0
Rodentia	20	4	2	0
Lagomorpha	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

Riqueza de especies

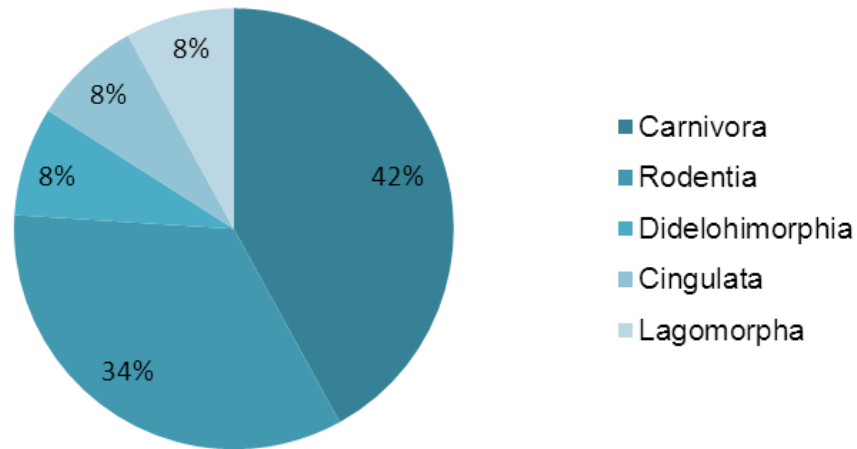
El orden con mayor riqueza de especies fue Carnívora con cinco especies (42%), la especie con mayor cantidad registros fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 12 registros. Mientras que los zorrillos *Mephitis macroura* y *Spilogale gracilis*, el mapache (*Procyon lotor*) y el coyote (*Canis latrans*) solo fueron registrados en una ocasión cada uno.

El segundo orden con mayor riqueza de especies fue Rodentia con cuatro especies (34%): *Liomys pictus*, *Baiomys musculus*, *Reithrodontomys mexicanus* y *Mus musculus* este último una especie introducida. Los ordenes Cingulata (armadillos), Lagomorpha (conejos) y Didelphimorphia (tlacuaches) presentaron solo una especie confirmada lo que significó el 8% respectivamente ( Cuadro IV-50 y Figura IV-89).

**Cuadro IV-50. Listado de especies de mamíferos no voladores registradas en el Área de influencia.**

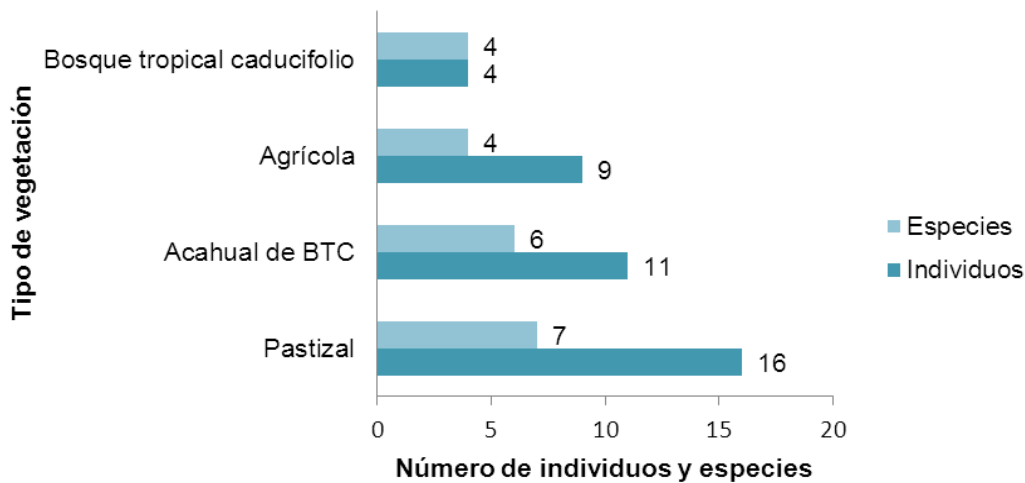
Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registro	Vegetación
Cingulata	<b>Didelphidae</b>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	R, C	AC, BTC
	<b>Dasypodidae</b>	<i>Dasypus novemcintus</i>	Armadillo	O, R	P
Lagomorpha	<b>Leporidae</b>	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	O, R	AC,P, A
Rodentia	<b>Heteromyidae</b>	<i>Liomys pictus</i>	Ratón espinoso de abazón	C	BTC, A, P
Carnivora	<b>Muridae</b>	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Ratón cosechero mexicano	C	A
		<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo sureño	C	BTC, P
		<i>Mus musculus</i>	Ratón casero	C	P
	<b>Canidae</b>	<i>Canis latrans</i>	Coyote	R	AC
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	O, R	AC, BTC, P, A	
	<b>Procyonidae</b>	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	R	AC
	<b>Mephitidae</b>	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	O	AC
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	O, R	P

Tipo de registro (O: Observación directa; R: Rastros; C: Captura) Tipo de vegetación (AC: Acahual de bosque tropical caducifolio; BTC; Bosque tropical caducifolio; A: Agrícola; P: Pastizal). \*Especie introducida



**Figura IV-89. Porcentaje de especies de mamíferos no voladores por orden**

Al analizar la riqueza de especies por unidad ambiental se tiene que el pastizal obtuvo la mayor cantidad de registros (n=16) correspondiente al 40,0% de los registros de igual manera presentó el mayor número de especies, siete. Por otro lado el acahual de BTC registró seis especies y once individuos lo que equivale al 27,5% del total. El agrícola registró cuatro especies y nueve individuos lo que equivale al 22,5% y por último en el bosque tropical caducifolio se encontraron cuatro especies y cuatro individuos lo que representó el 10,0% del total de individuos registrados (Figura IV-90).



**Figura IV-90. Número de individuos de especies por tipo de vegetación**

Abundancia relativa

Transectos de observación

Se analizó la abundancia relativa de los mamíferos silvestres no voladores encontrados durante el muestreo con el método de transectos de observación. Se registraron 26 individuos de los cuales la especie más abundante fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 12 registros lo que equivale al 46,15% del total. El conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*) fue la segunda especie mas abundante con cinco ejemplares (19,24%) seguido del armadillo (*Dasybus novemcinctus*) con tres individuos (11,55%). El resto de las especies aportó el solo un individuo en la muestra lo que representó el 3,84% respectivamente (Cuadro IV-51).

**Cuadro IV-51. Abundancia relativa de los mamíferos no voladores registrados por el método de transecto de observación.**

Especie	No. individuos	AR %
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	12	46,15
<i>Sylvilagus floridanus</i>	5	19,24
<i>Dasybus novemcinctus</i>	3	11,55
<i>Didelphis virginiana</i>	2	7,70
<i>Procyon lotor</i>	1	3,84
<i>Canis latrans</i>	1	3,84
<i>Mephitis macroura</i>	1	3,84
<i>Spilogale gracilis</i>	1	3,84
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>100</b>

### Trampas Sherman

En cuanto a la abundancia de mamíferos pequeños capturados por medio de trampas tipo Sherman, se generó un esfuerzo de muestreo de 320 trampas/ocho noches. La especie más capturada fue el ratón espinoso de abazón (*Liomys pictus*) con cinco ejemplares al igual que el ratón casero (*Mus musculus*). Esto representó el 35,71% respectivamente. El ratón pigmeo sureño (*Baiomys musculus*) presentó tres capturas (21,43%) y por último el ratón cosechero mexicano (*Reithrodontomys mexicanus*) solo tuvo una captura lo que significó el 7,15% de la muestra (Cuadro IV-52).

**Cuadro IV-52. Abundancia relativa de los mamíferos pequeños registrados por medio de trampas tipo Sherman.**

Especie	No. individuos	AR %
<i>Liomys pictus</i>	5	35,71
<i>Mus musculus</i>	5	35,71
<i>Baiomys musculus</i>	3	21,43
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	1	7,15
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

### Trampas tomahawk

Se realizó un esfuerzo de trapeo de cinco trampas/seis noches. Solo se capturó un ejemplar de tlacuache común (*Didelphis virginiana*) por lo que no es posible generar valores de abundancia relativa.

### Especies protegidas

Dentro de las especies de mamíferos encontradas ninguna se encuentra listada en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 ni dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2011) o la lista roja de especies amenazadas (UICN, 2011).

### Discusión

#### **Mamíferos no voladores**

La comunidad de mamíferos no voladores descrita dentro del área de influencia representa el 24,5% de las especies potenciales para la región del Istmo de Tehuantepec. Las 12 especies confirmadas son especies de amplia distribución (Ceballos y Oliva 2005) con alta plasticidad ecológica y que son tolerantes a la perturbación antropogénica. Dentro de estas especies se destacan la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*), armadillo (*Dasyurus novemcinctus*), el ratón de abazón (*Liomys pictus*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*) y el tlacuache común (*Didelphis virginiana*) las cuales estuvieron ampliamente registradas dentro de los muestreos.

Los métodos utilizados resultaron eficaces para la detección de mamíferos silvestres donde se destaca los transectos de observación que arrojaron datos sobre la presencia de la mayoría de las especies de mamíferos de talla mediana; la excepción a esto fue el uso de trampas tipo tomahawk donde solo se capturó un ejemplar de *Didelphis virginiana*.

Por otro lado, las trampas Sherman lograron describir la comunidad de mamíferos pequeños la cual estuvo representada por cuatro especies. Sin embargo se registró una baja abundancia de mamíferos pequeños debido en gran medida a la época de secas donde los recursos disponibles son mas escasos generando poca abundancia de estos animales; misma explicación aplica para otros grupos de mamíferos de talla menor los cuales fueron registrados pocas veces como lo es el caso de las especies de la familia de los zorrillos (Mephitidae) entre algunos otros.

Dentro las Unidades Ambientales se encontraron que el pastizal y el acahual de BTC tuvieron la mayor riqueza de especies con siete y seis respectivamente así como el mayor número de individuos con dieciséis y once respectivamente. En el caso del pastizal tuvo gran incidencia de roedores y se observaron numerosos rastros, en cuanto al acahual reportó numerosos rastros. Por un lado el bosque tropical y el uso de suelo agrícola reportaron menor incidencia de especies con cuatro respectivamente lo que pudo deberse a la disponibilidad de recursos por la temporada de secas. Mientras que en el caso del pastizal se observaron mejor condiciones de alimento principalmente para mamíferos de talla pequeña.



No se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 aunque esto puede variar debido a que las comunidades de animales, en este caso mamíferos no voladores, pueden variar dentro de un periodo a otro como lo puede ser dentro de la estación de secas a la estación lluviosa. De igual manera la cercanía a los cerros con vegetación más conservada o los mismos fragmentos de bosque tropical y acahual dentro del área de influencia pueden albergar más especies que se consideran transeúntes. Algunos campesinos reportaron la presencia de gato montes (*Herpailurus jaguarondi*) como especie común dentro del área de influencia el cual se encuentra listado como (A) amenazado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de igual manera está el brazo fuerte (*Tamandua mexicana*) listado en la misma categoría el cual fue reportado en estudios anteriores en la zona de Ixtepec (INECOL-CFE 2009). También es probable la presencia del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) el cual puede verse atraído desde las serranías cercanas cuando las pasturas y los cultivos están verdes en la época de lluvias. Es probable igual la presencia de mamíferos de talla pequeña como el ratón arborícola (*Nyctomys sumichrasti*) y el ratón de abazones (*Liomys salvini*) dentro de las áreas de acahual de BTC del Área de Influencia.

## **Murciélagos**

### **Método**

#### Trabajo de gabinete

Se elaboró una lista de las especies de murciélagos con distribución potencial en el área de influencia (Anexo IV.19), para lo cual se revisaron los trabajos de Medellín et al. (2008), Ceballos y Oliva (2005), en dichos trabajos se consultó la distribución geográfica de los murciélagos en México. Como información adicional acerca de las especies registradas en la región, se revisaron los trabajos realizados por el Instituto de Ecología, A.C. en la elaboración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental del P.E. La Venta II (INECOL 2003) y del P.E. La Venta III (INECOL 2007). La nomenclatura taxonómica para los murciélagos utilizada en el presente trabajo se basa en el trabajo de Medellín et al. (2008).

El estado de protección legal de las especies se analizó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y los apéndices de la Convención sobre el

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés).

#### Identificación de especies por detección ultra-acústica

Para el análisis de las grabaciones, a cada secuencia de ecolocación se le hacen mediciones de frecuencia inicial y final, duración, distancia entre cada pulso, frecuencia constante si es el caso, esto para hacer la identificación de especie. La identificación de la especie se realiza con base a referencias bibliográficas sobre el tema, consulta con especialistas en métodos acústicos y en la biblioteca de sonidos que se tiene con sonogramas de especies que se distribuyen por la región del Istmo de Tehuantepec.

#### Trabajo de campo

Para corroborar la presencia de especies de murciélagos dentro del área de influencia del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II se llevaron a cabo dos técnicas: la captura directa de redes de niebla y la grabación ultra-acústica por medio de detectores de murciélagos (Anexo IV.20).

Los murciélagos se capturaron con redes de niebla de 33 mm de apertura de malla, 2,5 m de alto por 6,0, y 12,0 m de largo. Se establecieron cuatro estaciones de redeo ubicadas en los diferentes tipos de vegetación corroborados en el área de influencia (Cuadro IV-53 y Cuadro IV-54). Se colocaron ocho redes separadas a una distancia aproximada de 20 metros cada una. Estas se colocaron antes del anochecer y permanecieron abiertas por un lapso de cinco horas. Las redes fueron revisadas cada 20 minutos. Los murciélagos capturados fueron determinados a nivel específico con ayuda de las guías especializadas de Medellín y Arita (2008) y Ticul Álvarez et al (1999). A cada espécimen capturado se le registró la hora de captura y número de red en la cual fue capturado, además se le tomó la siguiente información: longitud del antebrazo, peso, sexo (macho o hembra), edad (juvenil o adulto), estado reproductivo, inactiva, activa, lactante, preñada o post lactante para el caso de las hembras, y abdominal o escrotado haciendo referencia al estado testicular de los machos. Al final de esta toma de datos cada espécimen fue liberado en el sitio de su captura no sin antes tomar una fotografía de referencia.

Para el caso de la detección ultra-acústica se realizó por medio de un detector de ultra-sonidos U-30 (Ultra Sound Advine) conectado a una tarjeta digitalizadora (DAQCars6062e, de National Instruments), la cual opera a una velocidad de muestreo de 333 khz. Mediante el programa Recorder V2.97 (Avisoft) se registró la grabación en formato digital en el disco duro de una computadora portátil (Dell Latitud 2530).

En total se llevaron a cabo seis sesiones de grabación dentro del área de influencia en dos modalidades: activa y semiactiva. La primera consiste en realizar la grabación preferentemente a pie, estableciendo puntos de grabación de cinco minutos para posteriormente desplazarse por un periodo de tres minutos de igual manera grabando, hasta llegar hasta otro punto. Cada punto se geoposiciona y se toman datos climatológicos (velocidad del viento, dirección del viento, temperatura y cobertura del cielo). En total se realizaron cuatro grabaciones en modalidad activa dentro del área de influencia, una en cada Unidad Ambiental con una duración de media hora cada una.

La modalidad semiactiva consiste en establecer puntos de grabación de cinco minutos cada 300 metros, ésta se realiza a bordo de un vehículo con la finalidad de abarcar mayor distancia; de igual manera cada punto es geoposicionado y se toman los datos climatológicos. En total se efectuaron dos transectos semiactivos en los caminos principales del área de influencia con una duración de 45 minutos cada uno.

**Cuadro IV-53. Coordenadas de los sitios de captura con redes de niebla dentro del área de influencia del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

Método	Coordenadas UTM	
	X	Y
<b>Redes de niebla</b>		
<b>Agrícola</b>		
1	287556	1837639
2	287552	1837599
3	287579	1837563
4	287590	1837527
5	287601	1837527
6	287611	1837508
<b>Bosque tropical caducifolio</b>		
1	285905	1836174
2	285871	1836195
3	285851	1836202
4	285811	1836181
5	285799	1836163
6	285790	1836135
7	285814	1836204
8	285785	1836217
<b>Acahual de BTC</b>		
1	286948	1836954
2	286977	1836952
3	287025	1836958
4	287041	1837004
5	287067	1836999
6	287105	1836989
7	287125	1837014
8	287128	1836966
<b>Pastizal</b>		
1	287175	1835697
2	287177	1835724
3	287176	1835758
4	287175	1835783
5	287144	1835810
6	287123	1835816
7	287108	1835827
8	287063	1835850

**Cuadro IV-54. Coordenadas de los transectos de detección ultra acústica.**

<b>Transecto semiactivo</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
<b>Semiactivo1</b>		
1	288667	1838152
2	288392	1838268
3	288085	1838374
4	287828	1838301
5	287577	1838411
6	287286	1838490
7	286972	1838502
8	286774	1838679
9	286582	1838922
<b>Semiactivo2</b>		
1	287437	1838403
2	287202	1838132
3	287053	1837911
4	286845	1837685
5	286783	1837432
6	286792	1837129
7	286759	1836828
8	286741	1836601
<b>Transecto activo</b>		
<b>Pastizal</b>		
1	287151	1835798
2	287039	1835830
3	286925	1835864
4	286882	1835785
5	286971	1835774
<b>Acahual de BTC</b>		
1	287038	1836957
2	286961	1836956
3	286814	1836980
4	287054	1836918
<b>Agrícola</b>		
1	287546	1837639
2	287472	1837633
3	287407	1837629
4	287345	1837581
<b>Bosque tropical caducifolio</b>		
1	286689	1836290

## **Resultados**

### **Especies con distribución potencial**

Como resultado de la revisión bibliográfica se obtuvo un listado de 65 especies con distribución potencial en el área de influencia, agrupadas en siete familias y 38 géneros. Diez de las 65 especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, seis consideradas como especies amenazadas (A) y cuatro como especies sujetas a protección especial (Pr), entre las especies listadas se encuentra una endémica. Ninguna se encuentra en los apéndices del CITES. El listado de especies con distribución potencial en el Área de influencia se presenta en el Anexo IV.19.

### **Composición taxonómica de las especies encontradas**

Durante el presente muestreo realizado en el área de influencia se registraron, por medio de la captura con redes de niebla y detección ultra acústica, ocho especies de murciélagos agrupadas taxonómicamente en cuatro familias, cuatro subfamilias y cinco géneros (Cuadro IV-55).

La riqueza de especies encontrada corresponde al 12,3% de las especies con distribución potencial para la región del Istmo de Tehuantepec. De las especies registradas en el monitoreo, ninguna se encuentra en algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2011) o la lista roja de especies amenazadas (UICN, 2011).

**Cuadro IV-55. Listado de especies de murciélagos registradas en el ÁREA DE INFLUENCIA del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

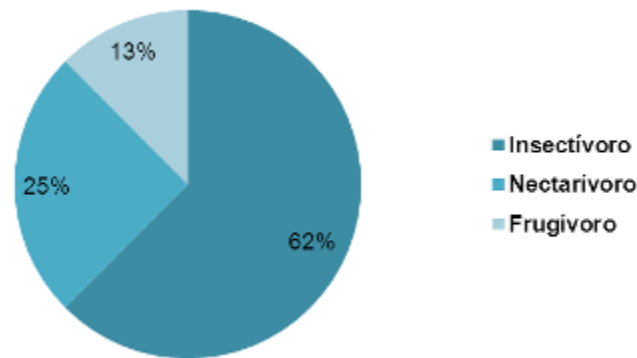
Familia	Subfamilia	Especie	Método	Gremio	Altura de vuelo
<b>Emballonuridae</b>					
		<i>Balantiopteryx plicata</i>	R-A	Insectívoro	Dosel
<b>Mormoopidae</b>					
		<i>Pteronotus parnellii</i>	A	Insectívoro	Cerca del sotobosque
		<i>Pteronotus davyi</i>	A	Insectívoro	Cerca del sotobosque
<b>Phyllostomidae</b>					
	<b>Glossophaginae</b>				
		<i>Glossophaga soricina</i>	R	Nectarívoro	Sotobosque
		<i>Glossophaga morenoi</i>	R	Nectarívoro	Sotobosque
	<b>Carollinae</b>				
		<i>Carollia subrufa</i>	R	Frugívoro	Sotobosque
<b>Molossidae</b>					
		<i>Molossus molossus</i>	A	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Molossus sinaloae</i>	A	Insectívoro	Arriba del dosel

R: Redeo; A: Acústico

### Riqueza de especies

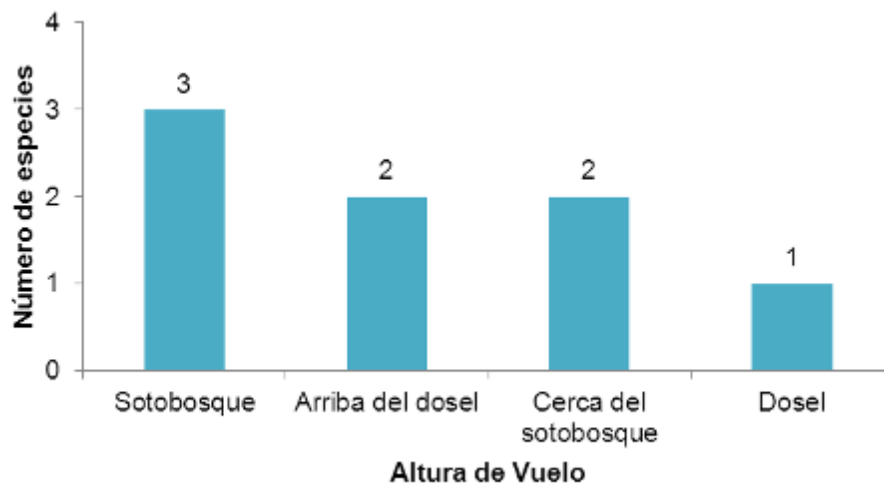
La familia Phyllostomidae fue la mejor representada con tres especies seguida de las familias Molossidae y Mormoopidae con dos especies cada una y por último la familia Emballonuridae estuvo representada por sólo una especie.

Al analizar la incidencia de especies por método utilizado, se aprecia que el 50% (n=4) de las especies encontradas fueron registradas por medio de la detección ultra-acústica, seguido de el redreo con 37% (n=3), mientras que el murciélago sacóptero azulejo (*Balantiopteryx plicata*) fue registrado por ambos métodos. La especies registradas pertenecen a tres gremios alimenticios (Figura IV-91).



**Figura IV-91. Gremios alimenticios de la especies de murciélagos registradas en el área de influencia.**

En la Figura IV-92 se muestran las altura de vuelo de las especies encontradas, se aprecia que las especies que forrajean por arriba del dosel tuvieron el mayor número de especies con tres, seguido de las forrajean cerca y arriba del dosel con dos respectivamente, por último una especie forrajea en el dosel. El hecho de que la mayoría de los murciélagos sean insectívoros y presenten alturas de vuelo por arriba o cerca del dosel es un factor de riesgo importante a considerar ya que por la naturaleza del proyecto y la conducta de vuelo de estos, son los más susceptibles a sufrir afectaciones durante la etapa de operación del parque eólico.



**Figura IV-92. Altura de vuelo de los murciélagos encontrados.**



Captura de murciélagos

Se realizaron cuatro eventos de muestreo dentro del área de influencia, a cada uno de los tipos de vegetación, lo que generó un esfuerzo de muestreo de 1 860 metros red/noche. Además se realizó una visita a un refugio de murciélagos en la comunidad de “La Cueva” localizada en el norte del área de influencia en las coordenadas X\_UTM= 288065, Y\_UTM =1839628.

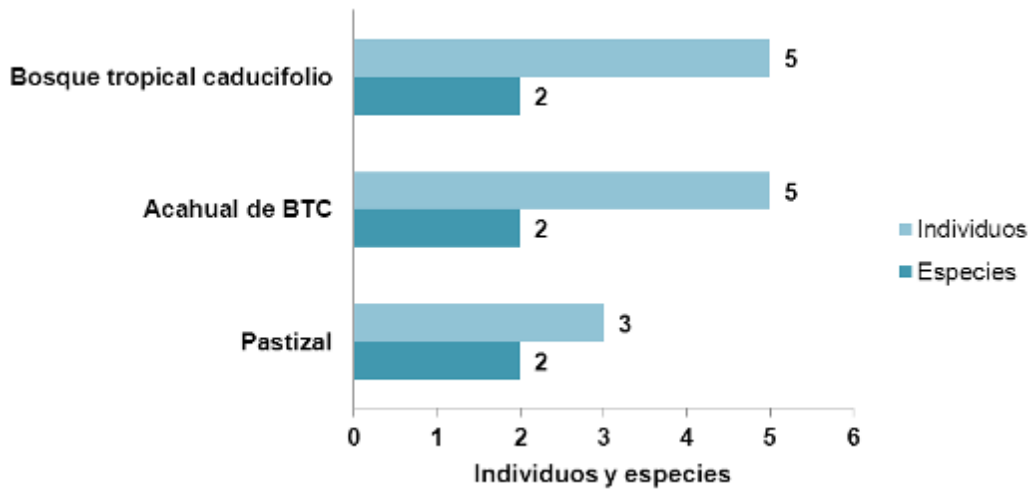
Se capturaron trece individuos de murciélagos agrupados taxonómicamente en dos especies una familia, una subfamilia y un género. La especie más abundante fue el murciélago lengüetón de Pallas (*Glossophaga soricina*) con ocho ejemplares capturados. Por otro lado el murciélago lengüetón de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*) reportó cinco ejemplares (Cuadro IV-56).

**Cuadro IV-56. Listado de especies de murciélagos capturados dentro del ÁREA DE INFLUENCIA del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

Familia	Subfamilia	Especie	No. individuos	Unidades Ambientales
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	8	AC, P, BTC
		<i>Glossophaga morenoi</i>	5	AC, P, BTC

AC: Acahual de BTC, P: Pastizal, BTC: Bosque tropical caducifolio

El bosque tropical caducifolio y el acahual de BTC tuvieron el mayor número de capturas con cinco cada una seguida, del pastizal con tres y el agrícola obtuvo cero capturas. En cuanto al número de especies todas las especies fueron registradas en cada uno de los tipos de vegetación a excepción del agrícola que no presentó registros (Figura IV-93).



**Figura IV-93. Incidencia de especies e individuos por tipo de vegetación.**

Estado reproductivo

Al analizar el estado reproductivo de los ejemplares capturados se observa que se capturaron cuatro hembras de las cuales tres presentaron la condición reproductiva denominada activa y una se encontró preñada. Por su parte se registraron nueve individuos machos de los cuales seis presentaron los testículos escrotados lo que significa que se encontraban reproductivamente activos (Cuadro IV-57).

**Cuadro IV-57. Estado reproductivo de los individuos capturados.**

Especie	Hembras		Machos		Total
	Activas	Preñadas	Escrotados	Abdominales	
<i>Glossophaga soricina</i>	1	1	4	2	8
<i>Glossophaga morenoi</i>	2	0	2	1	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>13</b>

En cuanto a la visita al refugio “La Cueva” se visitó debido a su cercanía al área de influencia y (2 km) a la posibilidad de que los murciélagos presentes visiten el predio para realizar sus actividades de forrajeo. Se visitó el refugio para determinar la comunidad de murciélagos presentes. La especie dominante es el murciélago sacóptero azulejo (*Balantiopteryx plicata*) del cual se obtuvo una muestra de 13 especímenes además de un ejemplar del murciélago cola sedosa (*Carollia subrufa*). Cabe destacar que se observaron algunos murciélagos sacópteros azulejos hembra con cría (Cuadro IV-58).

**Cuadro IV-58. Estado reproductivo de las especies capturadas en el refugio “La Cueva”.**

Especie	Activas	Preñadas	Abdominal	Escrotado	Total
<i>Balantiopteryx alicata</i>	5	1	6	1	13
<i>Carollia subrufa</i>	0	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>14</b>

DetECCIÓN ULTRA-ACÚSTICA

El esfuerzo de grabación fue de 210 minutos de grabación repartidos en seis noches. Las grabaciones realizadas en las Unidades Ambientales definidas como acahual de BTC, agrícola, pastizal y bosque tropical caducifolio, fueron de 30 minutos cada una (grabación de tipo activa), y se hicieron dos grabaciones de forma semi activa las cuales tuvieron una duración de 45 minutos cada una. Durante el monitoreo dentro del área de influencia del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II se registraron cinco especies de tres familias y tres géneros (Cuadro IV-59)

**Cuadro IV-59. Listado de las especies registradas en el área de influencia del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II por medio del método ultra-acústico.**

Familia	Especie	Gremio Alimenticio	Altura de vuelo	Total de Secuencias	Frecuencia (Khz)
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx alicata</i>	Insectívoro	Dosel	67	40-45
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Insectívoro	Cerca del sotobosque	7	59-70
	<i>Pteronotus parnellii</i>	Insectívoro	Cerca del sotobosque	1	65
Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Insectívoro	Por arriba del dosel	64	30-53
	<i>Molossus sinaloae</i>	Insectívoro	Por arriba del dosel	8	28

El total de secuencias registradas es de 147, de las cuales en 146 pertenecen a la fase de búsqueda, es decir cuando los individuos se encuentran sobrevolando el área de influencia; como su nombre lo indica buscando alimento o simplemente ubicándose

especialmente, y sólo una secuencia fue de captura (*Balantiopteryx plicata*). La especie que registró mayor presencia en el área de influencia fue el murciélago sacóptero azulejo (*Balantiopteryx plicata*) con 67 secuencias, seguido muy cerca por el murciélago mastín de Pallas (*Molossus molossus*) quien registró 64 pases, mientras que la especie menor representada fue *Pteronotus parnellii*, el murciélago bigotudo de Parnell, con solo una secuencia (Figura IV-94).

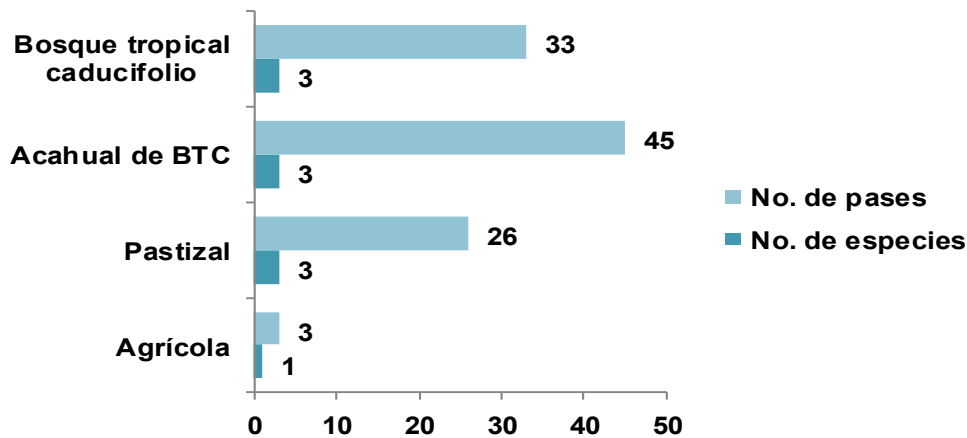


Figura IV-94. Se muestran el número de pases.

Registros por Unidad Ambiental

**Bosque tropical caducifolio**

En este tipo de vegetación se obtuvieron 33 pases de murciélagos de tres especies, tres familias y tres géneros son los representantes de estos registros. *Balantiopteryx plicata* registró 26 pases, *Molossus molossus* registró seis y *Pteronotus parnellii* sólo un pase, dentro de los minutos de grabación.

**Acahual de BTC**

En este tipo de vegetación se registraron 45 secuencias de tres especies de murciélagos, de tres géneros y tres familias. La especie con mayor numero de registros fue *Molossus molossus* (26), seguido del murciélago sacóptero de azulejo *Balantiopteryx plicata* (18), y sólo una secuencia del murciélago lomo pelón menor *Pteronotus davyi*.

### **Pastizal**

Se obtuvieron 26 secuencias de tres especies pertenecientes a dos familias y dos géneros, *Molossus molossus* fue la especie mejor representada con diez pases, seguido por su especie hermana *Molossus sinaloae*, el murciélago mastín sinaloense y *Balantiopteryx plicata* ambos con ocho secuencias cada uno. Sin embargo, el murciélago sacóptero azulejo registró una secuencia de captura.

### **Agrícola**

Como en todos los transectos realizados en cada tipo de vegetación se grabaron 30 minutos, dentro de los cuales se registraron únicamente tres secuencias del murciélago mastín de Pallas, *Molossus molossus*; todas en fase de búsqueda.

### **Semiactivos**

Como se mencionó con anterioridad, se realizaron dos transectos en la modalidad semiactiva, éstos abarcaban gran parte del trayecto del ÁREA DE INFLUENCIA y varios tipos de vegetación, es por eso que no es posible compararlo con los diferentes tipos de vegetación reportados. El conjunto de estos transectos, registra 40 pulsos de tres especies, pertenecientes a tres familias y tres géneros. El murciélago mastín de Pallas, *Molossus molossus* es la especie que presentó 19 secuencias, seguido del emballonúrido *Balantiopteryx plicata* con 15 secuencias y el murciélago lomo pelón, *Pteronotus davayi* registró seis secuencias.

### Especies Protegidas

De todas las especies registradas en el monitoreo, ninguna se encuentra en algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2011) o la lista roja de especies amenazadas (UICN, 2011).

### **Discusión**

Los murciélagos son los únicos mamíferos con la capacidad de volar de forma activa, tienen hábitos alimenticios muy variados pues consumen frutos, néctar, insectos, artrópodos, pequeños vertebrados e incluso sangre. El gremio de los murciélagos

nectarívoros, que son los más especializados en utilizar el néctar y el polen como alimento, influyen en el transporte de polen entre las plantas favoreciendo así la reproducción de éstas; se sabe que polinizan numerosas especies de plantas silvestres; así como algunas especies cultivadas de importancia comercial. Por otro lado, los murciélagos frugívoros debido a su capacidad de vuelo y a su comportamiento de forrajeo, son los agentes de dispersión más importantes en la diseminación de semillas a grandes distancias de esta manera contribuyen al proceso de regeneración de la selva y en el mantenimiento de la diversidad y estructura vegetal (Galindo-González, 1998). La importancia de los murciélagos insectívoros radica en el control que ejercen un equilibrio sobre las poblaciones de insectos voladores nocturnos y sobre las plagas agrícolas (Medellín et al. 1997).

Se verificó la presencia de ocho especies de murciélagos, lo que representa el 12,3% de las especies con distribución potencial para el Istmo de Tehuantepec. Al examinar los gremios alimenticios, el mejor gremio representado fue el insectívoro.

El método de redeo mediante redes de niebla, es muy efectivo para confirmar la estructura de las especies de frugívoras y nectarívoras, que son principalmente los murciélagos registrados por medio de este método. En este muestreo se capturaron las especies nectarívoras *Glossophaga soricina*, *Glossophaga morenoi* y el frugívoro *Carollia subrufa*, todas pertenecientes a la familia Phyllostomidae, especies que vuelan por el sotobosque, sin embargo, también se registró la familia Emballonuridae que vuela a la altura de dosel.

El método de grabación ultra-acústico, es muy efectivo para corroborar la estructura de los murciélagos insectívoros dentro del área de influencia. Este método permite detectar y grabar llamados de ecolocación, los cuales pueden ser u área de influenciaos para evaluar la actividad e identificar las especies o grupo de especies (Kunz et al. 2007). Este método se caracteriza por no ser invasivo con los murciélagos, y permite conocer cuáles son las especies que vuelan por arriba del dosel, y que las probabilidades de caer en las redes de niebla son muy bajas. Con este método se obtuvo el registro principal de *Molossus molossus*, seguido por *Balantiopteryx plicata*, en tercer lugar de los registros fue *Molossus sinaloae*; en menor medida los mormoópidos *Pteronotus davyi* y *Pteronotus parnellii*.

De acuerdo al comportamiento de vuelo de la mayoría de las especies, las insectívoras sobrevuelan por arriba del dosel a alturas mayores de los 10 m sobre el nivel del suelo, aunque hay especies que tienden a forrajear cerca del sotobosque por lo que se les considera especies con mayor riesgo de colisión contra los aerogeneradores (Kunz 2004, Kunz et al. 2007). Sin embargo, las especies frugívoras y nectarívoras igualmente podrían presentar un riesgo menor a colisionar con los aerogeneradores, ya que suelen volar a alturas por debajo de diez metros.

En este sentido es importante señalar que, los niveles de vuelo varían dependiendo del tipo de vegetación en que se encuentren; como dice Bernard (2001), que el dosel que fue donde hizo sus estudios era de entre 30 y 50 metros de alto. Asimismo, McCracken (1996), revela que la especie de murciélago *Tadarida brasiliensis*, vuela hasta 3 Km. Sin embargo, esta especie no se ha detectado con las grabaciones acústicas ni capturado con las redes de niebla, y aunque es una especie potencial para el área de influencia; no se descarta la posibilidad de que otras especies insectívoras puedan a volar igual de alto que *T. brasiliensis*,

Usar esta información para predecir la mortalidad de murciélagos y, su riesgo de mortalidad en un sitio ha probado ser todo un desafío; la capacidad de generar evaluaciones fiables de riesgos durante la fase inicial de planificación, y antes de la selección del sitio y construcción de instalaciones eólicas, se ve obstaculizada por la falta de línea base de datos sobre la distribución de la población de murciélagos y las densidades y patrones de migración; así como el comportamiento de los murciélagos en una gran parte de América del Norte (Arnett, 2007).

Las especies registradas en el estudio tienen una distribución amplia en México y en la región del Istmo. De acuerdo a leyes nacionales e internacionales para la protección de especies, las poblaciones de las especies reportadas no se encuentran amenazadas o en riesgo de desaparecer.

## ***Herpetofauna***

### ***Método***

#### ***Trabajo de Gabinete***

Para determinar existencia de las especies de anfibios y reptiles (herpetofauna) dentro del área de influencia, se elaboró una lista preliminar de especies con distribución potencial en el área de influencia. Para ello, se revisó la información generada por Casas-Andreu et al. (1996), los estudios realizados por el Instituto de Ecología, A.C. *para la C.E. La Venta II (INECOL 2003)*, *La Venta III (INECOL 2007)*, las guías de reptiles y anfibios de Lee (2000), Ramírez-Bautista (1994), García y Ceballos (1994), así como los trabajos de Campbell y Lamar (1989), Smith y Taylor (1996) y el de Pelcastre y Flores-Villela (1992). La nomenclatura utilizada para los anfibios es la propuesta por Frost *et al.* (2006) y para los reptiles se empleó la nomenclatura propuesta por Khöler (2003), la cual se apoya en los trabajos de Guyer y Savage (1986) y Reeder *et al.* (2002). Para la identificación de reptiles se utilizó la guía de Khöler y para los anfibios la de Duellman y Dennis (2001). El estado de protección legal de las especies se analizó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

#### ***Trabajo de campo***

Los muestreos consistieron en ocho transectos de observación directa con una duración de dos horas aproximadamente cada uno (Anexo IV.22). Estos se establecieron dentro de las diferentes tipos de vegetación y se inspeccionó todo el ÁREA DE influencia en busca de sitios donde se pudieran albergar estos organismos como arbustos, debajo de troncos y piedras. Se registró el número de individuos por especie avistados y el tipo de vegetación así como condiciones del micro hábitat y en algunos casos fue posible la captura de ejemplares los cuales fueron fotografiados y liberados en el sitio.



**Cuadro IV-60. Se aprecian las coordenadas de los transectos realizados dentro del área de influencia.**

Método Transectos observación	Coordenadas UTM			
	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
1	287457	1837246	287537	1837637
2	287134	1838219	287225	1838052
3	286246	1836135	286586	1838296
4	286801	1836983	287125	1836995
5	287166	1835710	286984	1835851
6	285942	1836169	286312	1836701
7	285464	1836145	285734	1836145
8	290307	1837339	289638	1837517

### **Resultados**

#### Especies con distribución potencial

Derivado del análisis y la revisión bibliográfica, se elaboró para la herpetofauna un listado preliminar de especies con distribución potencial en el área de influencia, conformado por un total de 125 especies de las cuales 99 constituyen al grupo de los reptiles y 26 al grupo de los anfibios. De las 125 especies 46 se encuentran en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, una como especie en peligro (P), 14 como especie amenazada (A) y 34 como especie bajo protección especial (Pr), entre las especies listadas, se encuentran 21 endémicas. Cuatro especies se encuentran en el apéndice II de CITES. El listado completo de estas especies se muestra en los Anexos IV.23 y IV.24

#### Composición taxonómica de las especies registradas

Como resultado de los muestreos realizados se logró registrar una herpetofauna de nueve especies de reptiles agrupadas en un orden, siete familias y siete géneros. Por su parte los anfibios presentaron dos especies agrupadas en un orden, dos familias y dos géneros. La riqueza de especies de herpetofauna está compuesta de once especies confirmadas lo cual representa el 8,8% de la riqueza de especies para la región del Istmo de Tehuantepec derivadas del estudio bibliográfico. En el Cuadro IV-61 se muestra el número de especies esperadas por familia y el número de especies registradas dentro del área de influencia. De igual manera las especies esperadas por familia listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Cuadro IV-61. Número de especies esperadas por familias y especies registradas dentro del área de influencia.**

Familia	Especies		Presentes en la NOM-SEMARNAT-059-2010	
	Potenciales	Registradas	Esperadas	Registradas
Anguidae	1	0	1	0
Corytophanidae	1	1	0	0
Eublepharidae	1	0	1	0
Gekkonidae	4	1	1	0
Gymnophthalmidae	1	0	1	0
Helodermatidae	1	0	1	0
Iguanidae	4	1	4	1
Phrynosomatidae	7	2	1	0
Polychridae	7	1	3	0
Scincidae	2	0	0	0
Teiidae	4	2	0	0
Xantusidae	1	0	0	0
Boidae	1	0	1	0
Colubridae	40	1	13	1
Elaphidae	5	0	3	0
Leptotyphlopidae	1	0	0	0
Loxocemidae	1	0	1	0
Typhlopidae	1	0	0	0
Viperidae	6	0	4	0
Emydidae	3	0	3	0
Kinosternidae	3	0	3	0
Chelonidae	3	0	0	0
Dermochelyidae	1	0	0	0
Brachycephalidae	6	0	0	0
Bufoidae	4	1	1	0
Hylidae	5	1	0	0
Microhylidae	2	0	1	0
Rhynophrynidae	1	0	1	0
Leptodactylidae	3	0	0	0
Ranidae	3	0	1	0
Caecilidae	2	0	1	0
<b>Total</b>	<b>125</b>	<b>11</b>	<b>46</b>	<b>5</b>

#### Riqueza de especies

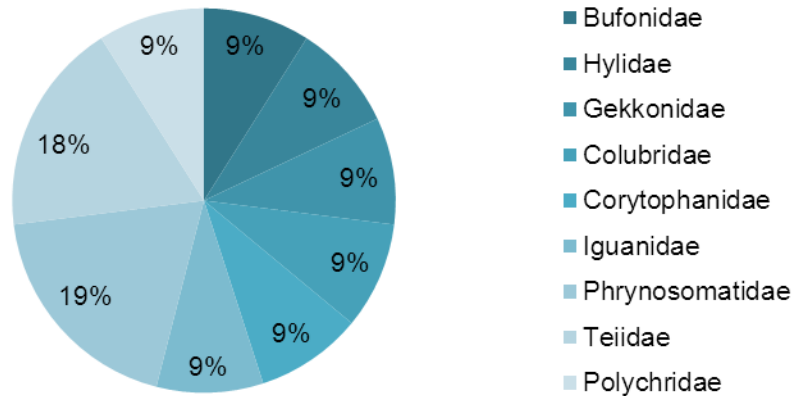
Se registraron un total de 62 individuos agrupados taxonómicamente en dos órdenes, nueve familias y nueve géneros. La clase Reptilia tuvo nueve especies mientras que Amphibia solo dos. De esta última solo se registraron el sapo cañero (*Rhinella marinus*) y la rana arbóricola (*Smilisca baudinii*). Por otro lado, dentro de los reptiles la familia Phrynosomatidae estuvo bien representada con dos especies (19%) y numerosos registros de la lagartija (*Sceloporus siniferus*). La familia Teiidae tuvo dos especies (19%) con *Aspidocelis deppi* y *Aspidocelis guttata* el resto de las familias de reptiles solo estuvo

representada por una especie que represento el 9% del total de las especies (Cuadro IV-62 y Figura IV-95).

**Cuadro IV-62. Especies registradas por tipo de vegetación.**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registro	Vegetación
<b>Anura</b>					
	<b>Bufonidae</b>	<i>Rhinella Marinus</i>	Sapo cañero	Obs	AC
	<b>Hylidae</b>	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	Obs	AC
<b>Squamata</b>					
	<b>Gekkonidae</b>	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija		AC
	<b>Colubridae</b>	<i>Salvadora lemniscata</i>	Culebra raonera	Obs	A
	<b>Corytophanidae</b>	<i>Basiliscus vittatus</i>		Obs	BTC, AC
	<b>Iguanidae</b>	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra		AC,
	<b>Phrynosomatidae</b>	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija	Obs	BTC,AC,A,P
		<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija	Obs	AC
	<b>Polychridae</b>	<i>Norops sagrei</i>	Anolis	Obs	AC
	<b>Teiidae</b>	<i>Aspidocelis deppi</i>	Cuiji panzanegra	Obs	BTC, AC, A,P
		<i>Aspidocelis guttata</i>	Cuiji	Obs	AC

AC: Acahual de bosque tropical caducifolio; BTC; Bosque tropical caducifolio; A: Agrícola; P: Pastizal



**Figura IV-95. Porcentaje de especies por familia.**

En la Figura IV-95 se observa la incidencia de especies e individuos por tipo de vegetación, se puede observar que el acahual presentó diez especies, así como el mayor número de individuos observados con 22. Por su parte el bosque tropical tuvo 13 individuos con tres especies al igual que el Agrícola pero este último registró seis ejemplares. Por último el pastizal presentó dos especies sin embargo se registraron 21 individuos principalmente ejemplares de *Aspidocelis deppi* y *Sceloporus siniferus*.

Abundancia relativa

En el Cuadro IV-63 se observa la abundancia de especies de anfibios y reptiles derivada de los muestreos realizados dentro del área de influencia. La lagartija *Aspidocelis deppi* fue la más abundante seguido de la lagartija *Sceloporus siniferus*, el sapo cañero *Rhinella marinus*, el teterete *Basiliscus vittatus* y la iguana *Ctenosaura similis*. Se aprecia que seis especies tuvieron solo un registro dentro de la muestra por lo que se consideran especies raras o poco abundantes.

**Cuadro IV-63. Abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles del área de influencia.**

<b>Especie</b>	<b>No. individuos</b>	<b>AR%</b>
<i>Aspidocelis deppi</i>	23	37,1
<i>Sceloporus siniferus</i>	21	33,8
<i>Rhinella marinus</i>	5	8,1
<i>Basiliscus vittatus</i>	4	6,4
<i>Ctenosaura pectinata</i>	3	5,0
<i>Salvadora lemniscata</i>	1	1,6
<i>Norops sagrei</i>	1	1,6
<i>Hemidactylus sp,</i>	1	1,6
<i>Aspidocelis guttata</i>	1	1,6
<i>Smilisca baudinni</i>	1	1,6
<i>Sceloporus horridus</i>	1	1,6
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100</b>

**Especies protegidas**

De las especies de anfibios y reptiles corroboradas en campo durante el muestreo, la iguana negra o garrobo (*Ctenosaura pectinata*) se encuentra registrada como (A) amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Discusión**

En el caso de los anfibios y reptiles se registró una baja riqueza de especies (9) de acuerdo a la riqueza de especies potencial (125) lo que represento solo el 8,8% de la riqueza potencial para la región del Istmo de Tehuantepec.

Las especies registradas, de igual manera que el caso de los mamíferos no voladores, son de amplia distribución geográfica y de una gran plasticidad ecológica. De la muestra de individuos reportada (n=62) gran parte perteneció a las especies de lagartijas *Aspidocelis deppii* y *Sceloporus siniferus*. Otras especies con amplia distribución dentro del área de influencia son el teterete (*Basiliscus vittatus*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Por otro lado la familia Colubridae estuvo pobremente representada con la culebra ratonera (*Salvadora lemniscata*) la cual fue observada solo una vez. La clase Anfibia presentó bajos registros donde solo se observaron cinco individuos de sapo cañero (*Rhinella marinus*) y un ejemplar de la rana arborícola (*Smilisca*

*baudinii*). La baja incidencia de estos organismos es claramente debida a la escasez de cuerpos de agua por la temporada seca; esta temporada puede disminuir la presencia de grupos diversos como los anfibios y en el caso de los reptiles, las serpientes.

Especies de serpientes como *Thamnophis marcianus* (A), *Leptodeira annulata* (Pr), *Coluber mentovarius*, *Leptophis diplotrophis* (A), *Drymobius margaritiferus* *Boa constrictor* (A) se encuentran entre especies que se reportaron en estudios anteriores cerca la región (INECOL-CFE, 2009). El lagarto cornudo (*Phrynosoma asio*) igualmente ha sido reportado y se encuentra como (A) amenazado al igual que el escorpión (*Heloderma horridum*). Entre las especies confirmadas dentro de este estudio en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran la culebra ratonera (*Salvadora lemniscata*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

En cuanto a las Unidades Ambientales el acahual de BTC presentó el mayor número de especies con 11 y 22 ejemplares lo cual puede deberse al refugio que proporcionan para varias especies de reptiles pequeños como las lagartijas (Teiidae, Phrynosomatidae) lo cual fue lo más encontrado dentro del área de influencia. Por otro lado en los pastizales solo se registraron dos especies pero 21 individuos de igual manera las lagartijas *S. siniferus* y *A. deppii*.

### IV.2.3 Medio socioeconómico

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se encuentra ubicado en el Municipio de Asunción Ixtaltepec, en el Estado de Oaxaca, sus coordenadas son 94°42'28" longitud oeste y 16°36'5" latitud norte, al Norte de la super carretera Arriaga – Salina Cruz, al sur de las localidades de La Cueva y Aguas Calientes la Mata, al oeste de la carretera N° 185 Matías Romero-Juchitán de Zaragoza (carretera Panamericana) y al este de la vía férrea con trayectoria paralela a la carretera N° 185.

Considerando la zonificación definida para la presente manifestación de impacto (Anexo II.1) se puede precisar que dentro del SAR se ubican 28 localidades. Respecto al área de influencia del proyecto, únicamente se encuentran inmersas las localidades La Cueva, situada al norte a una distancia aproximada de 285 m y Aguas Calientes la Mata a 120 m.

#### IV.2.3.1 Contexto Regional

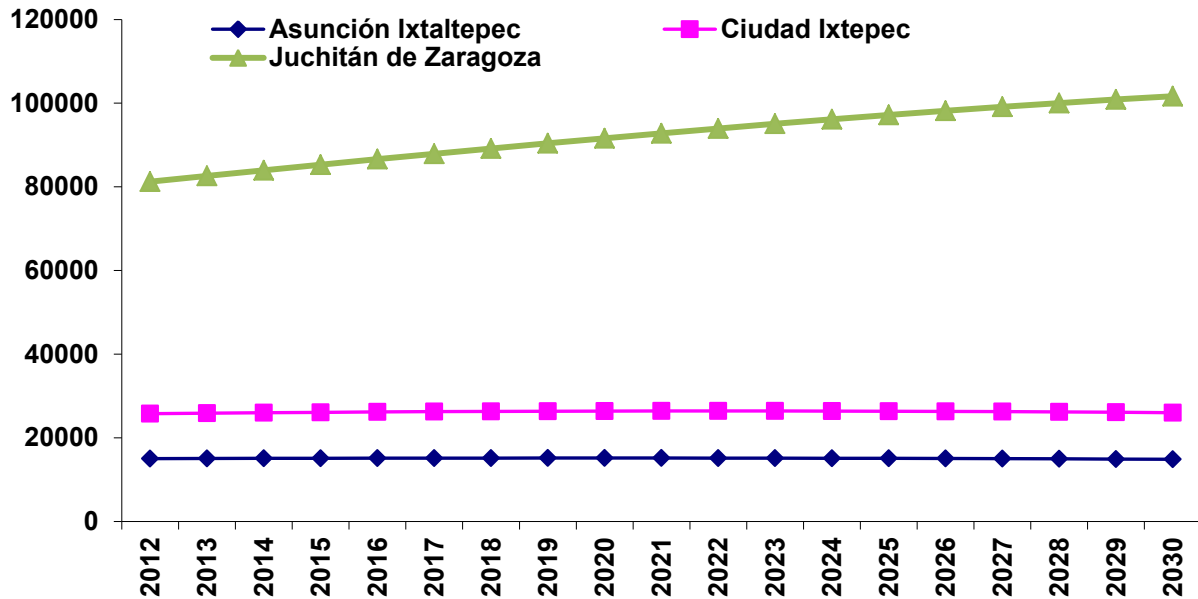
El Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicado en los municipios de Asunción Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec, y Juchitán de Zaragoza y cuyas coordenadas geográficas de su punto central son 16°35'38.10" latitud N y 95°0'2.08" longitud W.

De acuerdo con Bassols-Batalla (1990), el proyecto queda inmerso en la Meso Región Oaxaca, perteneciente a la Gran Región 6 Sur, de la Macro Región Sur. Al interior de la Meso Región Oaxaca, el proyecto está ubicado en la Región Media 131 Istmo Oaxaqueño – Salina Cruz, que forma parte del grupo de regiones medias clasificadas en la categoría de "mayor desarrollo relativo" (Bassols-Batalla, 1990); las principales actividades productivas están relacionadas con la agricultura de riego y temporal, la ganadería y la prestación de servicios.

El área de influencia del proyecto abarca parte de los municipios Asunción Ixtaltepec y en una mínima porción al municipio de Ciudad Ixtepec, siendo estas las ciudades más importantes cercanas al SAR, localizándose a 9,5 km al suroeste Ciudad Ixtepec y aproximadamente a 11,5 km al sur Asunción Ixtaltepec.

En cuanto a la proyección de la población para los tres municipios localizados dentro del SAR, la tendencia es similar a la mostrada para la ZM Tehuantepec (CONAPO, 2006), de los cuales el que presenta un mayor crecimiento más marcado será es el

municipio de Juchitán de Zaragoza, mientras que para Ciudad Ixtepec y Asunción Ixtaltepec, el crecimiento será más discreto (Figura IV-96).



**Figura IV-96. Proyecciones del crecimiento poblacional para los municipios presentes en el SAR (Fuente: CONAPO 2009).**

De acuerdo al Prontuario Demográfico de México del 2008 del Sistema Urbano Nacional ([www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)), de las tres ciudades mencionadas anteriormente, Juchitán de Zaragoza es la que presenta una mayor dinámica poblacional, seguida por Ciudad Ixtepec (). La ciudad de Asunción Ixtaltepec se esta convirtiendo en el centro de operaciones de las empresas, tanto nacionales como extranjeras, que están desarrollando los proyectos eólicos en la región.



**Cuadro IV-64. Tasa de crecimiento medio anual de los tres municipios donde se encuentra inmerso el SAR.**

Ciudad	Población				Tasa de crecimiento medio anual (%)		
	1990	1995	2000	2005	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Asunción Ixtaltepec	-	14448	14249	14 700	-	-	0.23
Ciudad Ixtepec	20 818	21 127	22 261	23 700	0.3	1.2	1.14
Juchitán de Zaragoza	53 666	62 065	64 642	70 714	2.6	1	1.6

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) la medición de la pobreza debe incorporar al menos los indicadores de ingreso corriente per cápita, rezago educativo promedio en el hogar, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y el grado de cohesión social. De esta forma, se reconoce el fenómeno de la pobreza como una manifestación multidimensional de carencias en la esfera del bienestar social.

En este sentido, la medición de la pobreza en México por ingresos y rezago social en los niveles estatal, municipal y a nivel de localidades, es llevada a cabo por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) a partir del ingreso corriente per cápita y basada en la metodología de línea de pobreza, el cual se divide en tres niveles (CONEVAL, 2007).

**Pobreza alimentaria.-** Incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aún si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta.

**Pobreza de capacidades.-** Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y en educación, aún dedicando el ingreso total de los hogares nada más para estos fines.

**Pobreza de patrimonio.-** Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como para realizar los gastos necesarios en salud, vestido,

vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar sea utilizado exclusivamente para la adquisición de estos bienes y servicios.

A escala nacional y en base a los resultados presentados por CONEVAL (2007), se puede observar que la entidad con mayor incidencia de pobreza alimentaria es el estado de Chiapas, dado que 47,0 por ciento de su población se encuentra en esta situación, le siguen los estados de Guerrero con 42,0 por ciento, y en tercer lugar el estado de Oaxaca con 38,1.

En lo referente a pobreza de capacidades, la situación es prácticamente la misma ya que en primer lugar se encuentra Chiapas con 55,9 puntos porcentuales reportados, le sigue el estado de Guerrero que reporta 50,2 y en tercer lugar Oaxaca con 46,9. Lo mismo ocurre con las estimaciones para la pobreza de patrimonio con los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca, con 75,7; 70,2 y 68,0 por ciento, respectivamente. Los tres estados se encuentran por arriba del promedio a nivel nacional de la población en situación de pobreza.

En el Estado, de acuerdo con los mapas de pobreza y rezago social 2005, elaborados por CONEVAL (2007), el estado de Oaxaca se encuentra dividido en 8 regiones en cuanto a pobreza por ingresos e índice de rezago social, en este sentido, el área del proyecto se encuentra localizado en la región H, que agrupa a varios municipios del Istmo.

A escala municipal y en base a los resultados obtenidos para los tres municipios dentro del SAR del proyecto, en lo que respecta al porcentaje de la población en condición de pobreza alimentaria, los tres municipios se encuentran dentro del rango de 18,6 a 34,1 %, lo que quiere decir que la población aquí asentada presenta una situación de pobreza menor que la registrada para la entidad (38,1 %), en lo que respecta a la pobreza de capacidades la misma situación se presenta para los municipios de Asunción Ixtaltepec y Ciudad Ixtepec con rangos que van del 21,3 a 37,9 %, sin embargo el rango mayor se presentó para el municipio de Juchitán de Zaragoza (rangos de 37,9 a 54,4 %). En lo que respecta al renglón de la pobreza de patrimonio, los tres municipios se encuentran por debajo del promedio estatal (68,0 %), con rangos que van de 46,8 a 63,5 % para Asunción Ixtaltepec y Ciudad Ixtepec, mientras que Juchitán de Zaragoza se ubicó dentro de los 186 municipios que se encuentran en el rango de 63,5 a 80,1 % (CONEVAL,

2007; Cuadro IV-65). En base a lo anterior, se puede observar que los tres municipios localizados dentro del SAR presentan una situación de pobreza menor a la registrada para el estado de Oaxaca.

**Cuadro IV-65. Porcentaje de población en situación de pobreza por ingreso.**

Entidad Federativa	Pobreza Alimentaria	Pobreza de capacidades	Pobreza de patrimonio
Nacional	18.2	24.7	47.0
Chiapas	47.0	55.9	75.7
Guerrero	42.02	50.02	70.2
Oaxaca	38.01	46.9	68.0
<b>Municipios dentro del SAR</b>			
Juchitán de Zaragoza	18,6-34,1	37,9-54,4	63,5-80,1
Asunción Ixtaltepec	18,6-34,1	21,3-37,9	46,8-63,5
Ciudad Ixtepec	18,6-34,1	21,3-37,9	46,8-63,5

En lo que respecta a la pobreza por rezago social, el estado de Oaxaca se encuentra entre los 4 estados con grado de rezago social Muy Alto, ocupando el tercer lugar, apenas debajo de Chiapas y Guerrero (Cuadro -IV-66).

**Cuadro -IV-66. Porcentaje de población en situación de pobreza por rezago social.**

Entidad Federativa	Lugar de rezago social a nivel nacional	Índice de rezago social	Grado de rezago social
<b>Estado</b>			
Oaxaca	3	2.20	Muy Alto
<b>Municipios dentro del SAR</b>			
Juchitán de Zaragoza	1543	-0.46	Bajo
Asunción Ixtaltepec	1751	-0.69	Bajo
Ciudad Ixtepec	2154	-1.13	Muy Bajo

## **Aspectos sociales**

### ***Demografía***

Con base en los datos del II Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI en el área del SAR habitan 6406 personas en 28 localidades (Cuadro IV-67). En la localidad La Ventosa, perteneciente al municipio de Juchitán de Zaragoza, se concentra el mayor porcentaje (76,27%) de la población que vive dentro del SAR. La localidad de Aguas Calientes La Mata, cuenta con un total de 813 habitantes lo que significa el 12,69 %. Esta localidad pertenece al Municipio de Asunción Ixtaltepec.

**Cuadro IV-67. Localidades y número de personas presentes en el SAR del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

Clave_loc	Localidad	Pobl. Total	Pobl. Masculina	Pobl. Femenina	Municipio
<b>SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL</b>					
6	La Ventosa	4884	2396	2488	Juchitán de Zaragoza
2	Aguas Calientes La Mata	813	437	376	Asunción Ixtaltepec
4	La Cueva	136	76	60	Asunción Ixtaltepec
36	Mena	221	120	101	Asunción Ixtaltepec
52	Guie Do Baa	145	69	76	Ciudad Ixtepec
5	El Zapote	44	25	19	Ciudad Ixtepec
34	Rancho Félix Enríquez	32	14	18	Ciudad Ixtepec
13	Nizanda	29	15	14	Ciudad Ixtepec
35	Cheguio Juárez Quinta sección	23	12	11	Ciudad Ixtepec
34	Gaña	12	7	5	Juchitán de Zaragoza
181	El Chamizal dos	8	-	-	Juchitán de Zaragoza
53	Los Ordaz II	8	-	-	Juchitán de Zaragoza
185	El Rosario	5	-	-	Juchitán de Zaragoza
69	Nizashuga	5	4	1	Asunción Ixtaltepec
134	La Ventosa	5	-	-	Juchitán de Zaragoza
68	Cerro Cristo	5	-	-	Juchitán de Zaragoza
139	Dos arbolitos	4	-	-	Juchitán de Zaragoza
141	Rancho Guendanabani	4	-	-	Juchitán de Zaragoza
94	Santa Fe	4	-	-	Juchitán de Zaragoza
56	Ojo de Agua (Tolistoque)	4	-	-	Juchitán de Zaragoza
67	Barranca Colorada	3	-	-	Asunción Ixtaltepec
18	El Terronal	3	-	-	Ciudad Ixtepec
88	Jaime Ordaz Rasgado	1	-	-	Asunción Ixtaltepec
98	San Mateo	1	-	-	Asunción Ixtaltepec
94	Rosario Fuentes	1	-	-	Asunción Ixtaltepec
87	La Herradura	1	-	-	Asunción Ixtaltepec
184	El privilegio	1	-	-	Juchitán de Zaragoza
70	San Martín	1	-	-	Asunción Ixtaltepec
<b>TOTAL</b>		<b>6403</b>	<b>3175</b>	<b>3169</b>	

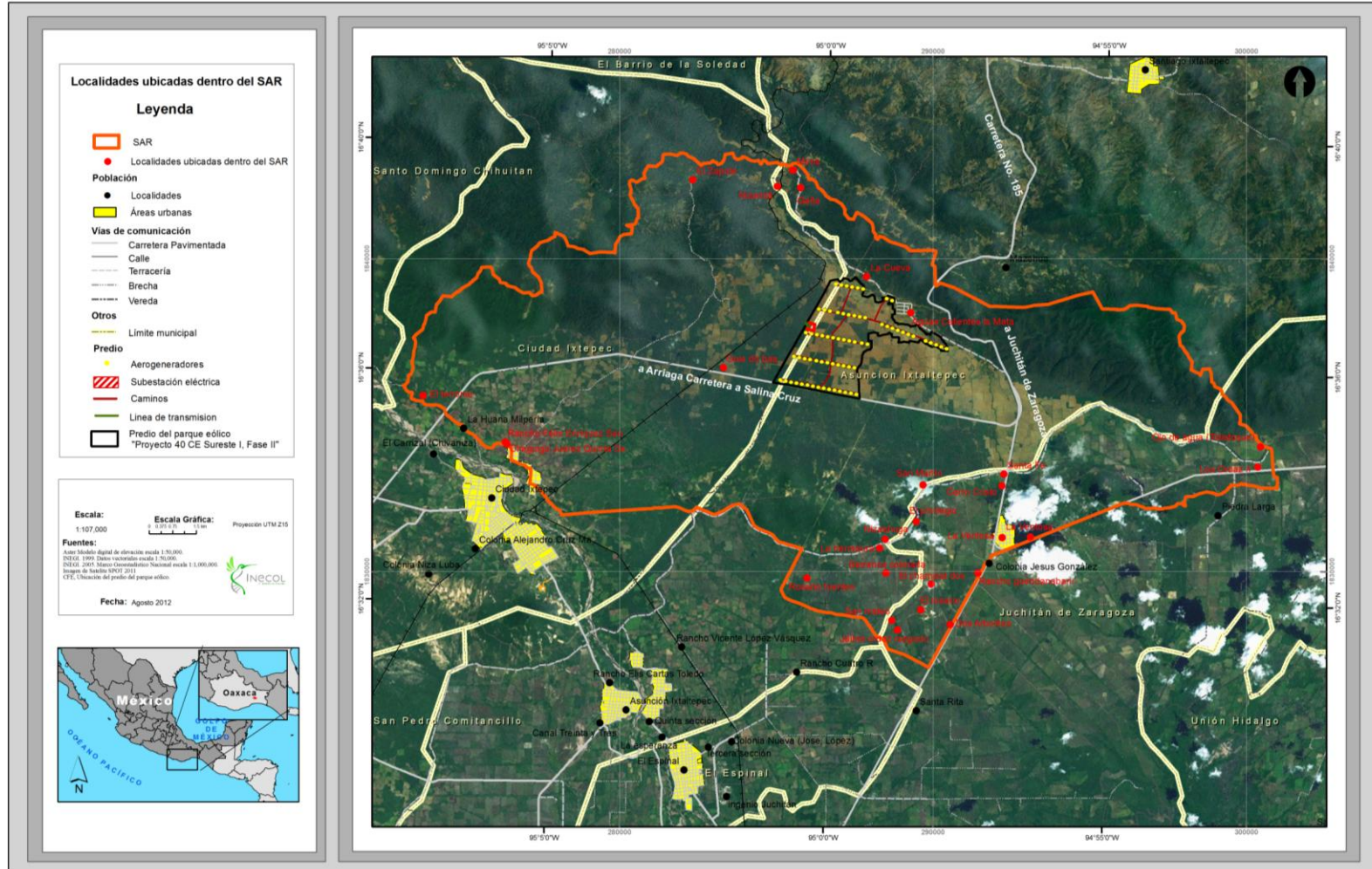
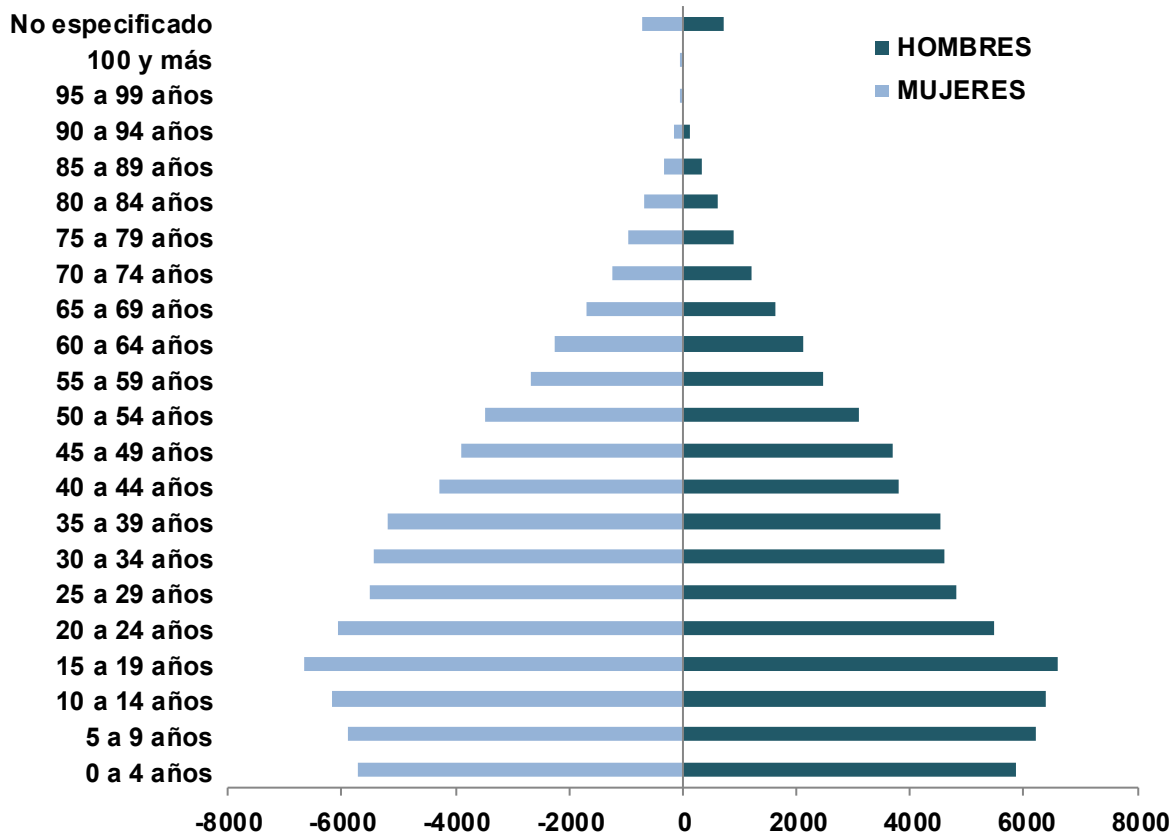


Figura IV-97. Mapa de las localidades inmersas dentro del SAR.

La distribución de la población por edad se concentra en la base de la pirámide de edades lo que indica una población joven (Figura IV-98). Lo cual podrían representar recurso humano en caso de que se necesite la contratación de mano de obra para la construcción de la central eólica.



**Figura IV-98. Pirámide de las edades de las localidades presentes en el SAR.**

La densidad poblacional en una escala municipal indica que de los tres municipios que abarca el SAR, Juchitán de Zaragoza es el que presenta mayor densidad poblacional, inclusive mayor a la densidad calculada a nivel estatal (Cuadro IV-68). Aunque se debe señalar que el mayor porcentaje de población el 86,35% de los habitantes se concentra en la cabecera municipal. Para el caso de Asunción Ixtaltepec la mayoría de la población se concentra en la cabecera municipal, la tasa de crecimiento del municipio es de 0,01% anual con una densidad de población de 38 habitantes por km cuadrado.

**Cuadro IV-68. Densidad demográfica de los municipios inmersos en el SAR del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

Municipio	Superficie total km <sup>2</sup>	Población Total del Municipio	Habitantes/km <sup>2</sup> En el Mpio.
Ciudad Ixtepec	229,650	23,700	26,03
Asunción Ixtaltepec	647,59	14,751	38
Juchitán de Zaragoza	414,64	78,512	189.35
<b>Estado de Oaxaca</b>	<b>1,291.880</b>	<b>116,963</b>	<b>227.35</b>

### ***Empleo y actividades productivas***

La información sobre la actividad económica y por sector se obtuvo a través del Sistema Nacional de Información Municipal (CONAPO 2008) la información presente en el Cuadro IV-69 se indica la población económicamente activa e inactiva, así como el porcentaje de la población ocupada y desocupada de los municipios y localidades presentes en el SAR

La Localidad La Ventosa, perteneciente al municipio de Juchitán, es una de las principales localidades presentes en el SAR, sin embargo existe un porcentaje alto de la población que no realiza ninguna actividad.

Por otro lado, con respecto a las localidades presentes en el área de influencia del proyecto se observa que la localidad Aguas Calientes la Mata y La cueva el 40,88 % de la población económicamente activa (338) esta efectivamente ocupada, pero el 45,94 % no se encuentra económicamente activa, y solo el 2 % del total de la población se encuentra desocupada.



**Cuadro IV-69. Población económicamente activa de las principales localidades dentro del SAR.**

Localidad	Población Económica			Población Ocupada	% de la población ocupada
	Población Total	Activa	Inactiva		
<b><i>Sistema Ambiental Regional</i></b>					
<b><i>Municipio Asunción Ixtaltepec</i></b>					
	<b>14249</b>	<b>4681</b>	<b>6186</b>	<b>4625</b>	<b>32,46%</b>
Aguas Calientes La Mata	813	335	371	318	39.1%
Mena	221	89	107	86	38.9%
La Cueva	136	53	65	51	37.5%
Gaña	12	4	8	4	33.3%
<b><i>Municipio Ciudad Ixtepec</i></b>					
	<b>24181</b>	<b>7507</b>	<b>9689</b>	<b>7419</b>	<b>30.69%</b>
El Zapote	44	19	19	18	40.9%
Guie Do Baa	145	55	58	55	37.9%
Rancho Felix Enríquez	32	11	15	11	34.4%
Nizandá	29	13	12	9	31.0%
Cheguigo Juárez Quinta Sección	23	9	12	9	39.1%
El Terronal	3	-	-	-	-
<b><i>Municipio Juchitán de Zaragoza</i></b>					
	<b>78512</b>	<b>29919</b>	<b>28078</b>	<b>28600</b>	<b>1319</b>
La Ventosa	4884	1571	2097	1381	28.3%
<b><i>Área de Influencia</i></b>					
<b><i>Municipio Asunción Ixtaltepec</i></b>					
	813	335	371	318	39.1
Aguas Calientes La Mata					
La Cueva	136	53	65	51	37.5

En cuanto a la población ocupada por sector, en el Cuadro IV-70, se muestra el porcentaje de la población ocupada por sector.

**Cuadro IV-70. Porcentaje del número de población ocupada por sector a nivel municipal.**

SECTOR	Asunción Ixtaltepec (14 751)	Juchitán de Zaragoza (78 512)	Ciudad Ixtepec (23,700)
Sector Primario:	41,82%	41,95 %	10,59 %
Sector Secundario:	21,23 %	30,84%	23,19 %
Sector Terciario:	36,96 %	54,83%	66,22 %

Tomando como base la información sobre la ocupación de la población a nivel municipal se puede observar que la ocupación pertenece al sector terciario: comercio, servicios y transportes y ocupa el mayor porcentaje de la población económicamente.

A nivel localidad La ventosa, se observa que también la mayoría de la población realiza actividades del sector terciario: comercio, servicios y transportes.

### ***Urbanización***

De las principales localidades inmersas en el SAR Ciudad Ixtepec, y La Ventosa, presentan un mayor grado de urbanización. En la cabecera municipal Asunción Ixtaltepec cuentan con casi todos los servicios. La localidad esta bien comunicada a través de un buen sistema de caminos pavimentados. Aunque, no tiene el grado de urbanización que Juchitán de Zaragoza, pero sí comparte características con otras ciudades pequeñas como Ciudad Ixtepec. De las localidades inmersas en el área de influencia (Aguas Calientes la Mata y La Cueva) presentan un grado bajo de urbanización, esto se debe a que la principal actividad es la agricultura, por lo que solo cuentan con servicios básicos. Es probable que con la implementación del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II y las localidades de Aguas Calientes la mata y La Cueva, logren un mayor grado de urbanización.

### ***Servicios y factores socioculturales***

Con base en los datos del II Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, de las principales localidades presentes en el SAR la mayoría de las viviendas cuentan con servicios básicos aunque su cobertura no se ha alcanzado al 100% (Cuadro IV-71).

**Cuadro IV-71. Principales localidades presentes en el SAR y cobertura de servicios básicos con los que cuentan las viviendas particulares habitadas.**

LOCALIDADES	Población Total	Vivienda Total	Vivienda con Energía Eléctrica	Vivienda Agua y Drenaje	Vivienda con excusado	Vivienda con Drenaje
Asunción Ixtaltepec	7203	2480	2083	2051	2065	2072
Aguas Calientes La Mata	813	356	263	261	258	259
La Cueva	136	57	46	43	44	42
El Zapote	6	1	*	*	*	*
Gaña	12	7	6	6	6	6
Mena	221	123	76	73	75	73
Ciudad Ixtepec	25381	8281	6639	6331	6614	6540
El Zapote	44	18	10	0	6	3
Nizandá	29	14	9	9	8	6
Cheguigo Juárez quinta sección	23	11	8	8	8	8
Guie Do Baa	145	42	1	0	7	3
La Ventosa	4884	1283	1148	1090	1099	1120
Cerro Cristo	5	1	*	*	*	*

El sistema de drenaje en la cabecera municipal Asunción Ixtaltepec es deficiente, debido a que se encuentra en mal estado y requiere de un mantenimiento constante, sobre todo en las temporadas de lluvia ocasiona serios problemas para la población. En las agencias municipales en su mayoría no cuentan con este sistema, son principalmente fosas sépticas. Por ello, demandan de una red de drenaje para no afectar los mantos acuíferos ya que la población se abastece de agua mediante pozos profundos.

En la localidad Aguas Calientes la Mata no existe transporte público, y para el caso de La Cueva, solo existen servicios de micro, combi o moto. Además el costo para los habitantes de esa localidad es elevado ya que según datos del INEGI 2010, oscila entre los 200-250 pesos. Las moto taxis es un servicio que los habitantes utilizan principalmente para transportarse a localidades cercanas. Si se requiere hacer viajes a otras partes de la entidad o del país, las personas necesitan moverse a la terminal del autobuses ubicada en la ciudad de Juchitán.

Las necesidades de telecomunicaciones están atendidas a través de teléfonos públicos y red para el servicio celular.

### ***Salud y seguridad social***

Con relación a los servicios de salud con los que cuentan los pobladores que se localizan dentro del SAR, de acuerdo con el INEGI, (2005), el municipio que cuenta con la cobertura más amplia es Ciudad Ixtepec ya que el 52,46 % de sus habitantes cuenta con servicios de salud en el IMSS (4 540 personas), ISSSTE (3 586 personas) y tan solo 824 habitantes cuentan con el seguro popular. El 30,09 % de los habitantes del municipio de Asunción Ixtaltepec cuenta con servicios de salud y para el municipio de Juchitán de Zaragoza tan solo el 28,88 % de las personas que viven en el cuentan con este servicio.

El 66,8 % (949 personas) de la población que vive en las localidades Aguas Calientes La Mata y La Cueva presentes en el área de influencia, no tiene derecho al seguro social lo que representa un indicador claro del grado del nivel de desarrollo económico prevaleciente en la región. Aún con el Seguro Popular implementado por el Gobierno Federal para proporcionar este tipo de servicios a la población, el impacto real de este programa ha sido mínimo con solo treinta y cinco personas ingresadas a este tipo de seguro (INEGI 2010). Por tal razón, aunque con un servicio limitado y con toda clase de carencias, las clínicas rurales de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y del mismo Instituto Mexicano del Seguro Social con sus clínicas IMSS-solidaridad siguen siendo en la mayoría de los casos la única opción para que la población se atienda algún padecimiento. En este sentido, en la localidad de Aguas calientes la mata existe un mayor porcentaje de la población (34,69%) que si son derechohabientes (Cuadro IV-72).

Los habitantes de Aguas calientes la mata y la cueva están adscritos a algunas de estas clínicas de salud. En las localidades que se encuentran dentro del área de influencia no existe una Unidad Médica Rural a la cual puedan acudir los habitantes de esas localidades. En la localidad La Ventosa que se localiza fuera del área de influencia existen tres clínicas de salud donde las personas pueden acudir para atenderse padecimientos de primer nivel ó para que reciban los primeros auxilios en caso de accidente

**Cuadro IV-72. Población con y sin derechos al servicio de salud pública.**

LOCALIDADES	Población sin derecho	Población con Seguridad social	Población con IMSS	Población derecho ISSTEE	Población derecho Seguro popular
Asunción Ixtaltepec	2191	4990	756	1593	1789
Aguas Calientes La Mata	525	282	121	29	30
La Cueva	109	27	19	2	5
El Zapote	*	*	*	*	*
Gaña	2	10	4	1	3
Mena	124	97	46	11	26
Ciudad Ixtepec	6762	17748	4463	3784	5563
El Zapote	26	18	2	2	14
Nizandá	11	18	14	1	3
Cheguigo Juárez quinta sección	9	14	6	1	6
Guie Do Baa	53	92	0	0	92
La Ventosa	34200	40069	12401	8744	15910
Cerro Cristo	1782	3077	735	297	1977

Las enfermedades o problemas de salud más frecuentes son las siguientes: Enfermedades infecciosas respiratorias agudas, diarreicas, enfermedades de las vías urinarias, hipertensión arterial, diabetes melitus, tuberculosis, etc. Así como también se pueden considerar algunas enfermedades provocadas por la adicción como es el alcoholismo, tabaquismo y drogadicción. La problemática que enfrenta la población en cuestión de salud, es la falta de conocimiento para la prevención de las enfermedades.

### **Educación**

Con respecto a la educación, la población que habita dentro del área de influencia presenta los mismos rezagos característicos del sector rural de México. Aunque se debe reconocer que si hay avances principalmente a nivel de educación básica. Para el caso de La Cueva sí se observa un poco más de deserción de la escuela por parte de niños y jóvenes con respecto a la otra localidad; más marcada entre la población de entre 6 y 14 años (Cuadro IV-73).

**Cuadro IV-73. Nivel de escolaridad con la que cuenta los habitantes presentes en el área de influencia.**

Localidad	Población que no asistió a la escuela				Asistió a la escuela		Educación básica		Grado Prom. Escolar
	5 años	6 a 11 años	6 a 14 años	12 a 14 años	15 a 24	15 y más Sec.	Inconclusa (15 años y mas)	Conclusa (15 y mas)	
Aguas Calientes la mata	4	2	2	42	69	69	105	114	6.30
La cueva	1	0	0	0	8	8	26	27	4.90

Particularmente en localidad de Aguas calientes La mata cuenta con cuatro escuelas de nivel preescolar, primaria, y una telesecundaria (Cuadro IV-74).

**Cuadro IV-74. Escuelas en la localidad de La Mata.**

Nivel escolar	No.
Preescolar	2
Primaria	1
Secundaria (telesecundaria)	1
<b>Total</b>	<b>4</b>

En la cabecera municipal se cuenta con los niveles básicos de educación (preescolar, primaria y secundaria), y el medio superior mediante el Bachillerato Asunción Ixtaltepec y el CECYTE N° 20. Existe un total de 17 escuelas en la cabecera contando todos los niveles. Preescolar con seis planteles, cinco escuelas de primaria, tres secundaria y una telesecundaria y dos escuelas de nivel medio superior.

La infraestructura educativa con que cuenta el municipio presenta alto grado de deficiencia ya que en todas las diferentes escuelas del municipio hace falta mobiliario y equipo como sillas, mesas, equipo de sonido, también hacen falta aulas escolares y las que hay están deterioradas y en mal estado faltándoles mantenimiento y remodelación. Para el nivel superior, los habitantes del municipio se trasladan a los otros municipios cercanos como Juchitán o Ixtepec principalmente, otros deciden salir fuera del estado a cursar su nivel superior. La migración de los estudiantes provoca que la mano de obra calificada se quede fuera del municipio y no sean de apoyo para el desarrollo de la comunidad.

### **Migración**

Considerando que el estado de Oaxaca es uno de los principales estados del país donde el fenómeno migratorio se presenta de manera importante como consecuencia del alto grado de marginación. En Asunción Ixtaltepec la falta de empleo y oportunidades de superación ha provocado la migración en el municipio, principalmente en las agencias debido a que son comunidades marginadas que no cuentan con los suficientes servicios públicos y educativos que permita a los jóvenes seguir cursando sus estudios. Al no existir universidades cerca de su localidad deciden irse a estudiar fuera, pero ya no regresan a sus comunidades. En otros casos, deciden irse al norte para trabajar traer dinero para construir sus casas o poner un negocio, sin embargo, muchos sufren las consecuencias en estos intentos.

Pese a que Ciudad Ixtepec empezó a perder importancia conforme crecía la ciudad de Juchitán debido al creciente uso del vehículo automotor en detrimento del ferrocarril Ciudad Ixtepec siguió manteniendo su actividad posiblemente debido a que es la base de un regimiento de artillería y en este municipio se encuentra la base aérea militar No. 2 de la Fuerza Aérea Mexicana, ha provocado una fuerte emigración de jóvenes que se enlistan en sus filas, que a decir de los viejos, es por motivo de salir de la región y en busca de nuevas expectativas de vida; no se reporta emigración importante a los EEUU ni a otros estados de la Republica

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Municipal, en las localidades que se encuentran dentro del área de influencia el 95,46 %, corresponde a personas nacidas en la entidad, mientras que solo el 4,1 % nació en otra entidad. En cuanto a la población residente en 2005 el 91,78 % de se encontraban residiendo en dicha área, mientras que el 3,05 % lo hacía fuera del país (Cuadro IV-75).

**Cuadro IV-75. Principales localidades con migración presente en una escala de área de proyecto por localidad y cabecera municipal.**

Localidad	Pobl. Nac. Entidad	Pobl. Nac. Fuera	Pobl. 5 y mas residente	Pobl. 5 y mas otra entidad o país
<b>SAR</b>				
Aguas Calientes la mata	771	38	739	28
La Cueva	135	1	132	1
La Ventosa	4687	171	4291	68
Asunción Ixtaltepec	6888	290	6554	171
Ciudad Ixtepec	21602	2841	21136	1262
<b>Estatal</b>				
Oaxaca	3209597	205690	2923845	84172

### **Alfabetismo**

De acuerdo con el último Censo de Población 2010 en el SAR existen 133 personas analfabetas que representa el 14,01 % de la población (Cuadro IV-76). El porcentaje de la población analfabeta en la región representa el 13,84 % abajo del calculado en el ámbito estatal (21,46%).

**Cuadro IV-76. Grado de analfabetismo de las principales localidades presentes en el SAR.**

Localidad	Pobl. Total	Población analfabeta			%	Grado de esc. Prom.
		8 a14 años	15 y más	Total		
Aguas calientes la mata	813	0	111	111	13,65	6.30
La cueva	136	0	22	22	16,17	4.90
La Ventosa	4884	15	523	762	15,6	7.19
Ciudad Ixtepec	12144	74	1682	1756	14,45	8.65
Asunción Ixtaltepec	7203	13	709	722	10,02	8,55
<b>Total</b>	<b>24367</b>	<b>102</b>	<b>3 047</b>	<b>3 373</b>		



## Aspectos culturales y estéticos

### *Habla indígena*

En el área de influencia 670 personas hablan el zapoteco y 624 son personas bilingües (español y zapoteco) (Cuadro IV-77). Lo anterior contrasta con lo observado en otras regiones del Istmo de Tehuantepec, en donde el zapoteco aún es hablado por un alto porcentaje de la población como en los municipios de Tehuantepec y San Blas Atempa, inclusive en la misma ciudad de Juchitán, la lengua zapoteca aún domina en el contexto social. De hecho, a nivel municipal Asunción Ixtaltepec aún conserva su identidad zapoteca y zoque a parte de la lengua indígena, sus tradiciones, usos y costumbres. En el conteo de población y vivienda 2010 se identificó a 44 personas que solo hablan el zapoteco. En este sentido, la implementación de los proyectos eólicos impactan poco en este aspecto del sistema social.

**Cuadro IV-77. Número de personas que hablan lengua indígena en el área de influencia.**

Localidad	Total	Población de 5 años y más que hablan	
		Lengua indígena	Bilingües
Aguas calientes la mata	813	562	533
La cueva	136	108	91
<b>Total</b>	<b>949</b>	<b>670</b>	<b>624</b>

### *Religión*

La religión que menos se practica es la católica en estas localidades, la católica lo practica el 32,45% de la población y el resto lo ocupan las sectas religiosas como pentecostés y adventistas ambas religiones cuentan con ocho templos institucionalizados en la cabecera municipal de Asunción Ixtaltepec y la católica cuenta con una parroquia principal y seis capillas más (Cuadro IV-78).

**Cuadro IV-78. Preferencias religiosas en el área de influencia.**

Localidad	Pob. Católica	Pob No católica	Pob. Sin Religión
Aguas calientes la mata	275	393	141
La Cueva	33	69	34

**Índice de pobreza**

Con respecto al grado de pobreza o marginación, el Consejo Nacional de Población calcula el grado de marginación utilizando los resultados del Censo de Población y Vivienda 2005 realizado por el INEGI. Según la CONAPO en la región donde se localiza el área de influencia el grado de marginación es Medio. El municipio de Ixtaltepec presenta un índice de marginación de -0.469, lo cual la clasifica en un grado MEDIO de marginación. En el caso de las agencias se cuentan con comunidades de alta marginación como La Cueva (Cuadro IV-79).

**Cuadro IV-79. Índice y grado de marginación, lugar que ocupa en el contexto estatal y nacional por municipio.**

Municipio	Localidad	Población total	Índice de marginación	Lugar que ocupa en el contexto estatal
Ciudad Ixtepec	24181	-1.158	Bajo	560
Asunción Ixtaltepec	14438	- 0.469	Medio	1609

A nivel localidad de acuerdo con el conteo de población y vivienda 2010, Aguas calientes la mata y La cueva tienen un grado de rezago social bajo (Cuadro IV-80).

**Cuadro IV-80. Rezago social por localidad dentro del área de influencia.**

Localidad	Población total	Viviendas con piso de tierra	Viviendas que no disponen de excusado o sanitario	Viviendas que no disponen de agua entubada a la red pública	Viviendas que no disponen de drenaje	Viviendas que no disponen de energía eléctrica	Viviendas que no disponen de lavadora	Viviendas que no disponen de refrigerador	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Aguas calientes la mata	813	4.0441	5.1471	4.0441	4.4118	3.3088	33.4559	18.3824	0.87435	Bajo	85587
La cueva	136	8.1633	10.2041	12.2449	8.1633	6.1224	40.8163	42.8571	0.51045	Bajo	68436

### **Equipamiento**

Un indicador socioeconómico que sirve para medir el grado de desarrollo de una comunidad es el grado de equipamiento que tienen las viviendas y el sistema productivo. Con respecto al equipamiento en los hogares se tiene que de las 949 viviendas habitadas en el área de influencia el 65,37% cuentan con televisor, 60,53% tienen refrigerador, el 50,84% cuenta con lavadora, el 18,88% cuentan con automóvil, y solo 8,47 % de las viviendas cuentan con computadora (Cuadro IV-81).

**Cuadro IV-81. Equipamiento de las viviendas particulares habitadas localizadas dentro del área de influencia.**

Localidad	Total viviendas	Viviendas habitadas que cuenta con:							
		TV	Refrigerador	Lavadora	Autom	PC	Tel	Cel	Inter
Aguas calientes la mata	356	229	222	181	72	34	45	160	5
La Cueva	57	41	28	29	6	1	7	19	0
<b>Total</b>	<b>413</b>	<b>270</b>	<b>250</b>	<b>210</b>	<b>78</b>	<b>35</b>	<b>52</b>	<b>179</b>	<b>5</b>

Con respecto al grado de equipamiento presente en el sistema productivo se comenta lo siguiente. Los predios donde se establecerá la 40 CE Sureste I, Fase II son primordialmente para el desarrollo de la agricultura y ganadería. Por supuesto, los mismos problemas que presenta el campo mexicano se presentan a nivel local. No hay la maquinaria agrícola suficiente y los insumos necesarios para hacer de estas tierras más productivas son costosos. Solo recientemente, con el apoyo del gobierno es que algunos ejidatarios han podido hacerse de tractores y sembradoras para poder hacer las labores culturales de los principales cultivos.

La ganadería que se practica en el área de influencia es muy rudimentaria y no cuenta con equipo necesario para un mejor manejo del ganado. El ganado es de tipo criollo y generalmente esta al libre pastoreo, o dentro de las áreas de cultivo una vez que la época de cosecha terminó en los meses de diciembre a febrero.

### **Tipos de organizaciones sociales predominantes**

El tipo de organización que predomina en las localidades presentes en el área de influencia se basa en el núcleo ejidal. Todas las decisiones que se toman con respecto al ejido se realizan a través de una asamblea ejidal constituido por un presidente del

comisariado ejidal, secretario y tesorero. Adjunto a estas autoridades comunitarias se encuentra un comité de vigilancia.

Hasta ahora no se han formado grupos que atiendan los asuntos relacionados con la 40 CE Sureste I, Fase II. Aunque en los hechos y por una consecuencia natural de la distribución de las tierras, se forman grupos de propietarios que poseen los derechos de tierras en un área común dentro de ejido.

Durante las entrevistas con las autoridades ejidales de Aguas Calientes la mata se pudo distinguir un importante empoderamiento del proceso de gestión entre los ejidatarios y las empresas. Por medio de la asamblea ejidal se están negociando todos los acuerdos referentes al proyecto eólico. Básicamente, los ejidatarios, a través de su comisariado ejidal están gestionando para que en todas las etapas del proyecto se beneficien principalmente a los propietarios de las parcelas donde se establecerá la 40 CE Sureste I, Fase II.

También se encuentra una asociación ganadera y grupos de agricultores de sorgo. Son agrupaciones que decidieron organizarse para lograr los máximos beneficios de la comercialización de sus productos.

### **Percepción social hacia el proyecto**

En términos generales el proyecto 40 CE Sureste I, Fase II es aceptado por la mayoría de la población. Ahora, la mayoría de los propietarios de las parcelas en donde se instalarán los aerogeneradores tienen claro que los acuerdos con los que están llegando con la empresa promotora se dan a través de un arrendamiento. Al final, ellos siguen siendo dueños de sus terrenos y pueden continuar cultivando lo que mas les convenga.

La mayoría de los temores para pertenecer a los proyectos eólicos se basaban sobre la incertidumbre de los contratos de arrendamiento. Se tenía la idea de que las empresas estaban comprando a un precio muy bajo las tierras de los ejidos. Pero, tomando como ejemplo lo experimentado por los ejidatarios de La Venta, ahora la mayoría de los dueños de los terrenos presentes en esa parte del municipio desean participar dentro del proyecto. Los propietarios que ven con cierta decepción como sus

parcelas quedan fuera del proyecto saben que están perdiendo una gran oportunidad para mejorar sus condiciones de vida.

Otro de los argumentos que con el paso del tiempo y teniendo a la experiencia de La Venta con el proyecto de La Venta II es el de la pérdida de fertilidad de los suelos. Ahora los ejidatarios saben que la instalación de los aerogeneradores no afecta a las cosechas de los cultivos. Actualmente, ya con los aerogeneradores funcionando, los agricultores están cosechando de igual manera que antes de que se instalaran. Con este tipo de información los productores tienen una mayor aceptación hacia este tipo de proyectos. Actualmente la duda no es si se entra o no al proyecto. Ahora las dudas son sobre en cuanto y que tanto se les debe pedir a las empresas por el usufructo del viento dentro de sus parcelas.

Por medio de entrevistas realizadas a personas de la localidad se pudo registrar que la mayoría de los habitantes de las localidades saben que con la llegada de los “ventiladores” (como localmente les llaman a los aerogeneradores) habrá oportunidades de empleo y desarrollo en la región. Hay una gran expectativa para que las empresas inicien el proceso de contratación.

Una de las actividades más rentables dentro del proceso de construcción de la central eólica, a parte de la generación de empleos, es la que tiene que ver con el servicio de fletes de material. Esto se traduce en una oportunidad para los ejidatarios para negociar que la totalidad de este servicio recaiga en los transportistas de dicha área. Por otro lado existe un desconocimiento de la población, acerca de que los ventiladores no generan ninguna afectación a la salud ya que muchos creen que producen “cáncer”. Sin embargo, no están en desacuerdo con el proyecto ya tienen claro que el establecimiento de las centrales eólicas en su municipio acarreará grandes beneficios. Las personas entrevistadas fueron representativas de los diversos sectores como agricultores, ganaderos, estudiantes, y amas de casa.

A la mayoría de las personas entrevistadas les causa agrado ver erigidos los aerogeneradores en su municipio. Para la mayoría ver este tipo de estructuras les da una impresión de progreso y de oportunidades de desarrollo. Y más si los beneficios son tangibles, que se traducen en recursos económicos que están ayudando a las familias a salir adelante. Aunque esto es cierto solo para los propietarios de las parcelas donde se

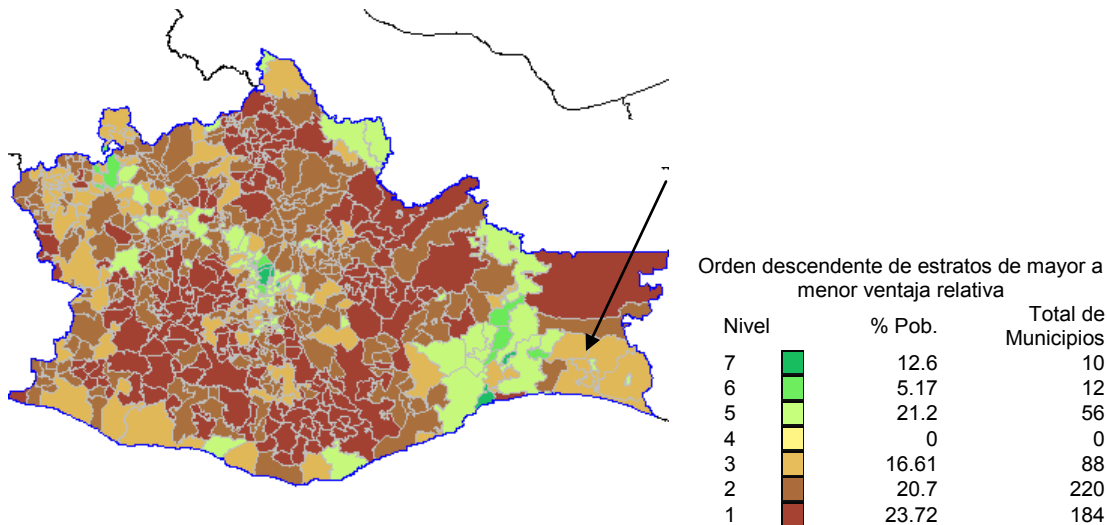
ubicar las centrales eólicas, a los demás que no reciben esos beneficios directos aún así ven con buenos ojos el desarrollo eólico que se está dando en la región.

### Aspectos económicos

#### Región económica

Los principales indicadores que utiliza el INEGI para desarrollar el mapa de niveles socioeconómicos son. a) Infraestructura de la vivienda; b) Calidad de la vivienda; c) Hacinamiento; d) Equipamiento en la vivienda; e) Salud; f) educación y g) empleo ([http://www.economia.com.mx/regiones\\_socioeconomicas\\_de\\_mexico.htm](http://www.economia.com.mx/regiones_socioeconomicas_de_mexico.htm)).

Así se puede observar que con base a los indicadores antes mencionados, que el estado de Oaxaca se encuentra entre los tres estados más pobres, ocupando el segundo lugar solamente detrás del Estado de Guerrero (Figura IV-99).



**Figura IV-99. Regiones socioeconómicas del estado de Oaxaca de acuerdo a la clasificación de INEGI (Tomado de: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).**

A una escala municipal, la situación se presente de manera diferente. El área de influencia se encuentra dentro de una zona económica nivel 5, lo que significa que en general sus habitantes cuentan con los servicios básicos que proveen bienestar, como lo son servicios de salud, educativos y cierto nivel de empleo.

### ***Principales actividades productivas***

La principal actividad productiva que se desarrolla dentro a nivel municipio es la agricultura, ganadería y el comercio. Sin embargo, en lo que se refiere al área de influencia sin dudas las actividades preponderantes son la agricultura y la ganadería en ese orden de importancia.

### ***Agricultura***

La agricultura que se desarrolla en el área de influencia es de subsistencia. Los costos de producción y las fluctuaciones de los precios de los productos en el mercado hacen que en la mayoría de los casos la agricultura no sea rentable. La agricultura de la región es un ejemplo más los problemas que enfrenta el campo mexicano.

Los principales cultivos que se llevan a cabo en el municipio de Asunción Ixtaltepec son frijol, maíz, chile y sorgo. Este último es el cultivo que más se produce en la región, es completamente mecanizado, con el uso de tecnología media, que tiende de manera gradual a mejorar y a incrementarse los niveles de producción y productividad, mediante el uso del sistema de labranza de conservación del suelo y uso de semillas mejoradas de altos rendimientos donde se han obtenido en parcelas demostrativas y comerciales, rendimientos hasta de 7.0 toneladas por hectárea, lo que ha despertado el interés de los productores en seguir incrementando la superficie de conversión productiva de maíz a sorgo y de ajonjolí a sorgo. Esta producción se comercializa con empresas de los estados vecinos de Chiapas, Puebla y Veracruz para la fabricación de alimentos balanceados,

Con base en los datos obtenidos del Sistema de información alimentaria y pesquera (SIAP), en el municipio de Asunción Ixtaltepec existen 1450 ha de superficie sembrada de sorgo, 2,550 a la producción de maíz, sin embargo se obtienen mayores rendimientos mediante el cultivo de sorgo. Últimamente su cultivo está teniendo más importancia dado su alto valor que está tomando en el mercado.

En el área de influencia el principal cultivo existente es el cultivo de sorgo y maíz, en menor medida cacahuate y frijol. El tipo de riego que le aplican al cultivo es de temporal. El destino que tienen la mayoría de las cosechas es para venta al comercio y en menor medida para el consumo familiar. Con base en las encuestas realizadas a los pobladores indicaron que han recibido apoyos de PROCAMPO. Sin embargo, aquellos

que en ocasiones no han recibido ningún tipo de apoyo llegan a invertir hasta 10,000 pesos, dependiendo del número de hectáreas.

En términos generales el rendimiento por hectárea (ha) de cultivo de sorgo fluctúa entre las tres y seis toneladas por ha. El precio por tonelada en promedio es de \$ 2,200.00 pesos por tonelada. Haciendo un análisis de los costos y beneficios del cultivo de sorgo se puede decir que su producción es poco redituable.

Considerando los precios que se presentan actualmente, el costo por sembrar una ha de sorgo fue de \$3,000.00 pesos. Si se toma en cuenta que en promedio una ha produjo 5 toneladas de sorgo y que el precio en el mercado es de \$ 2,000.00 pesos por tonelada el agricultor logró de la venta de su producto la cantidad de \$ 10,000.00 pesos por ha. Restando los costos de producción al final le queda una ganancia neta de \$7,000.00 pesos por ha. Nótese que en los costos de producción no se incluye el costo de mano de obra. Un aspecto importante dado que el agricultor invierte casi 8 horas o mas (o tiene que contratar mano de obra) diarias para atender su labor durante todo el ciclo del cultivo. Por lo general un agricultor promedio tiene entre 3 y 10 ha. Así, un agricultor que sembró 10 hectáreas de sorgo, en un ciclo de producción tuvo en total cerca de \$70,000 pesos de ganancia. Como se sabe, los ingresos de la mayoría de los pobladores de las localidades presentes en el área de influencia provienen de la actividad agrícola, quiere decir que el agricultor tendrá para sobrevivir en todo el año unos ingresos menores a los \$ 70,000 pesos lo que indica que en promedio tiene un gasto mensual de \$ 5,833.00 pesos, una cantidad apenas suficiente para subsistir.

Actualmente los dueños de los predios están transformando la vegetación mediante el desmonte para transformarlas en áreas de cultivo aun cuando los suelos no son tan productivos, debido a que el agua en esa parte escasea, por lo que todos los cultivos son de temporal. Además el costo que implica al agricultor mantener limpio de maleza su parcela es muy alto. Mediante entrevistas con algunos productores manifestaron que gastan hasta 10 mil pesos, razón por la cual, muchas veces los productores prefieren abandonar sus parcelas al poco tiempo de haber realizado el sistema de rosa-tumba-quema. El proceso de degradación ambiental por causa del cambio de uso del suelo en el mayor de los casos es irremediable.



El segundo cultivo en importancia es el maíz. Para sembrar una ha de maíz se necesita una cantidad de insumos similar que para el caso del sorgo. Por esta razón, el uso que se le da a este cultivo es de autoconsumo. El agricultor se conforma con cosechar lo que la tierra produzca sin meterle mucha inversión. Con que su parcela produzca una tonelada de maíz es suficiente para mantener a su familia durante un año.

### ***Ganadería***

En el área de influencia la raza de ganado que predomina es el criollo que es una raza más resistente a las condiciones prevaletientes en el área de influencia. Los propietarios de ese ganado ven en la cría de ganado solo como un sistema de ahorro ante cualquier eventualidad. Su mantenimiento es sencillo y consiste en un manejo al libre pastoreo y cuando el ciclo agrícola termina, los productores meten a su ganado a comer el resto de la cosecha recién levantada.

### ***Actividades comerciales***

La principal actividad a la que se dedica el municipio es la agricultura y la ganadería. Un bajo porcentaje se ocupa en actividades comerciales y de servicios. Para el caso La Cueva, la actividad comercial se limita a pequeños establecimientos de abasto de artículos de primera necesidad.

### ***Ingreso de la población***

Con base los datos obtenidos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, en el área de influencia viven 108 personas con dos salarios mínimos o menos para cubrir todas sus necesidades (Cuadro IV-82). Es obvio que la falta de una buena fuente de ingresos es la que ocasiona el grado de pobreza en la que se encuentra la mayoría de las personas dentro del área de influencia y en general en toda la entidad.

Los ingresos por trabajar en el campo son muy bajos. Trabajar en las labores agropecuarias no es redituable por lo que la mayoría de la población joven prefiere dedicarse a otras cosas. El jornal en la región esta entre 90 y 120 pesos por un día laboral de 8 a 10 horas.

**Cuadro IV-82. Número de salarios mínimos que ganan las personas ocupadas que viven dentro del área de influencia y localidades adyacentes.**

Localidad	Pobl. ocupada	Núm. de salario mínimo mensual					
		1	1 hasta 2	2 hasta 5	5 hasta 10	10	
Mata SAR							
Aguas Calientes La	318	9	70*	35	9		
La Cueva	57		7*	7	1		
La Ventosa	1058	94	452	229	39		
Asunción Ixtaltepec	2343	88	572	758	169	5	
Ciudad Ixtepec	7251	384	1	209	2471	511	21

### Tenencia de la tierra

El tipo de tenencia de la tierra en el SAD es ejidal. La tenencia de la tierra en el municipio en su mayoría es Ejidal en lo que se refiere en áreas laborales, en una porción menor son comunales, así como en pequeña propiedad.

### Utilización de los recursos naturales

La vegetación natural del área del SAD donde se establecerá el proyecto 40 CE Sureste I, Fase II esta altamente transforma en áreas de cultivo y pastoreo. Esta práctica de cambio de uso del suelo es la principal causa de la degradación ambiente en la región del Istmo de Tehuantepec. Actualmente, solo quedan remantes de lo que otrora fuera un continuo de selva baja caducifolia.

Estos remantes de selva baja caducifolia los habitantes los utilizan como reservorios de leña, como sombra y área de forrajeo para el ganado y como fuente de materiales para crear cercos o construir viviendas.

Misma situación sucede con la fauna. Algunos grupos sufren fuertes presiones por la cacería furtiva como son las palomas (*Zenaida asiatica*) y chachalacas (*Ortalis poliocephala*) o por la captura para su comercialización ilegal.

Ahora el viento es el recurso natural más valioso en la región y con base a su aprovechamiento se espera que la región prospere en la medida de que las centrales eólicas que se instalen comiencen a generar energía eléctrica.

#### **IV.2.4 Paisaje**

El paisaje constituye un recurso natural sujeto a aprovechamiento, aspecto que ha propiciado que su análisis y entendimiento sea considerado relevante para la toma de decisiones. Debido a esto, los paisajes son evaluados en tres de sus atributos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. La importancia de los análisis de paisaje radica en que permiten evaluar desde una perspectiva visual los efectos de los procesos de deterioro en los sistemas naturales, es por esto que han pasado a formar parte importante de los estudios de impacto ambiental.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II pretende llevarse a cabo en una planicie situada al sur del Cerro de Ixtaltepec. El análisis se realizó a nivel de sistema ambiental regional (SAR), debido a que únicamente se utilizó el método de cuencas visuales para esta valoración, donde, para realizar el cálculo de las cuencas, es recomendable considerar una distancia entre 5 a 10 km de radio, debido a que a esa distancia el ojo puede distinguir objetos de aproximadamente 3 m de altura (Bosque et al 1994), por lo que se requiere considerar una superficie circular. En el SAR la vegetación presente ha sido perturbada en el transcurso del tiempo por la implementación de proyectos agrícolas que iniciaron en la décadas de los 30 del siglo pasado y que se incremento con la construcción de una red de canales de irrigación en los años 40 y con la construcción del la presa Benito Juárez en el año 1965, es indudable que esta forma de explotación de los recursos ha contribuido al aspecto del paisaje.

##### **IV.2.4.1 Método**

El estudio del paisaje fue basado en la fisiografía y el uso del suelo, considerando el enfoque de cuencas visuales. Una cuenca visual está definida como la superficie caracterizada desde un punto visible, la cual sirve para valorar los impactos visuales potenciales, teniendo en cuenta una serie de recomendaciones previas acerca de la capacidad visual del observador respecto al territorio (Molina et al. 2001). La distancia recomendada para el cálculo de las cuencas visuales oscila entre los 5 a 10 km de radio, debido a que a esa distancia el ojo puede distinguir objetos de aproximadamente 3 m de altura (Bosque et al 1994). Partiendo de lo anterior, se hizo el análisis proyectando cuencas visuales desde el centro del predio hacia el norte, sur, este y oeste y considerando un radio de 16 km. Debido a la amplitud del SAR se utilizó un radio mayor

(16 km) para abarcar la superficie completa que lo integra. Los insumos para el cálculo de las cuencas visuales fueron el modelo digital de terreno escala 1:50 000 (1999) el punto central del polígono del proyecto (centroide), la altitud sobre el nivel del mar del centroide, altura de los aerogeneradores propuestos, la altura del observador y el *software* ArcGis 9.1, utilizando la extensión *spatial analyst* y la herramienta *viewshed*, para obtener la proyección de las cuencas hacia los cuatro puntos cardinales del predio (Figura IV-100). Se utilizó el modelo digital de terreno escala 1:50 000 para delimitar las unidades de paisaje (INEGI, 2011) y el mapa de vegetación y uso de suelo derivado de la clasificación de la imagen SPOT abril, 2011.

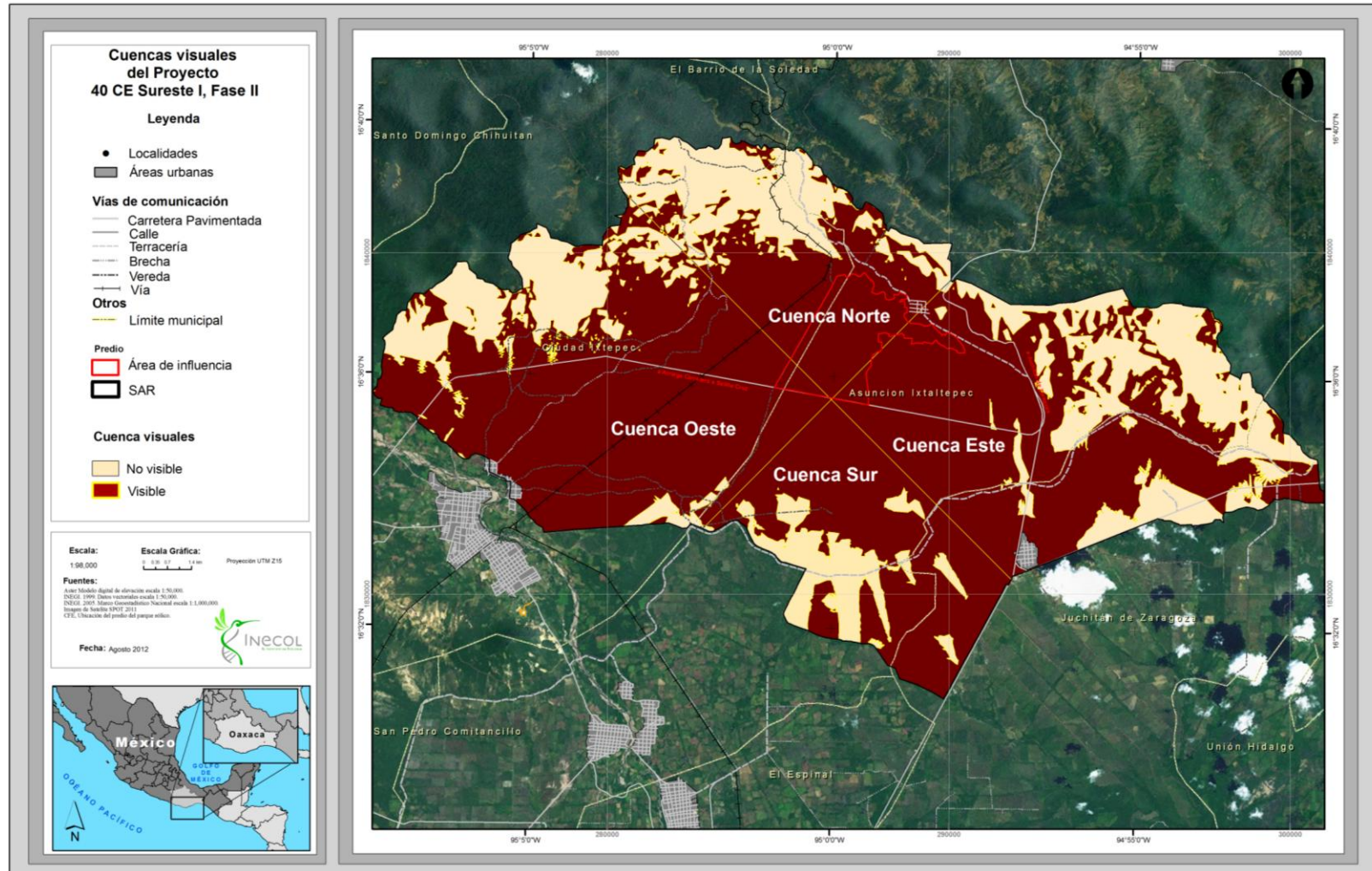


Figura IV-100. Proyección de las cuencas hacia los cuatro puntos cardinales del SAR.

## **Unidades de paisaje**

De acuerdo a la fisiografía del SAR, se establecieron cinco unidades de paisaje, una zona reconocida como planicies onduladas ligeramente diseccionadas que se localizan en elevaciones que varían de los 0-300 msnm, planicies acolinadas medianamente diseccionadas que varían entre 30-480 msnm, lomeríos ligeramente diseccionados que tienen alturas que varían de los 30-690 msnm, lomeríos medianamente diseccionados entre 90-690 msnm y lomeríos fuertemente diseccionados que varían entre 150-690 msnm. Se identificaron ocho tipos de uso del suelo: bosque tropical caducifolio, acahual de bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, ripario, pastizal, áreas agrícolas, áreas urbanas y suelo desnudo. De acuerdo a estos atributos se realizaron las evaluaciones.

### ***Evaluación del paisaje***

#### ***Calidad Visual***

La calidad visual representa el valor cuantitativo del carácter agradable de ver un paisaje. En el presente trabajo se analizó la calidad visual intrínseca y extrínseca. La evaluación se realizó a través de la visualización de la totalidad del paisaje y de sus componentes.

#### ***Calidad visual intrínseca***

Definida por las características existentes en un punto y determinada por los tipos de ocupación del terreno. Los componentes analizados en el presente trabajo son la naturalidad y la diversidad.

#### ***Naturalidad***

Se evaluó considerando el estado del paisaje previo a la acción de hombre, de acuerdo al porcentaje de superficie que cubren los diferentes elementos que ocupan la superficie total de la unidad. El paisaje en la región ha estado sujeto a impactos principalmente por la remoción de la vegetación para establecer cultivos (principalmente de caña, maíz y sorgo). Para la evaluación se consideró el siguiente gradiente de naturalidad: bosque tropical subcaducifolio (1), bosque tropical caducifolio (2), ripario (3) acahual de bosque tropical caducifolio (4), áreas agrícolas (5) y pastizal (6) y el área urbana (7). El valor más alto corresponde a la menor naturalidad.

De acuerdo a las estimaciones del Cuadro IV-83 el 58% de la superficie del SAR guarda un buen grado de naturalidad ya que tiene bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, acahual y ripario, sin embargo la otra parte del SAR se encuentra con usos de suelo antropizados, por lo tanto no se puede considerar que el SAR tiene una naturalidad alta. Esto es, porque la vegetación encontrada esta conformada por acahuales los cuales forman parte de un mosaico de etapas sucesionales que han creado las actividades agropecuarias, aunado a esto, el 42% de la superficie del SAR esta destinada a actividades de agricultura (de temporal), ganadería y asentamientos humanos, lo cual es un porcentaje de perturbación alto (Figura IV-101).





**Figura IV-101. Algunos usos de suelos encontrados dentro del SAR (Nota: Estas imágenes se encuentran dentro del anexo fotográfico, con su respectivo código y georeferenciadas en el Anexo VIII).**

De los usos del suelo, el mas ampliamente extendido es el bosque tropical caducifolio, el cual ocupa 35,41% (8 154,94 ha) de la superficie total del SAR (23 032,61 ha). A continuación se encuentran el pastizal que ocupa el 22,69% (5 225,46 ha), el acahual de BTC con 19,54% (4 500,37 ha), las áreas agrícolas con 18,52% (4 264,68 ha), y con menores porcentajes se encuentran el bosque tropical subcaducifolio con un 2,33% (536,02 ha), las áreas urbanas con 0,76% (174,31 ha), el ripario con 0,74% (171,53 ha) y por ultimo el área de suelo desnudo con tan solo un 0,02% (5,30 ha).



En lo que respecta a los tipos de ocupación de menor naturalidad, el pastizal ocupa el 22,69% de la superficie del SAR, que en la unidad de paisaje planicie onduladas ligeramente diseccionadas, constituye el 98,10% (5 126,04 ha), mientras que el área de agrícola restringida a la unidad de paisaje planicie onduladas ligeramente diseccionadas, ocupa el 96,23% de la superficie del SAR.

**Cuadro IV-83. Naturalidad para el total del área de estudio incluida en el análisis**

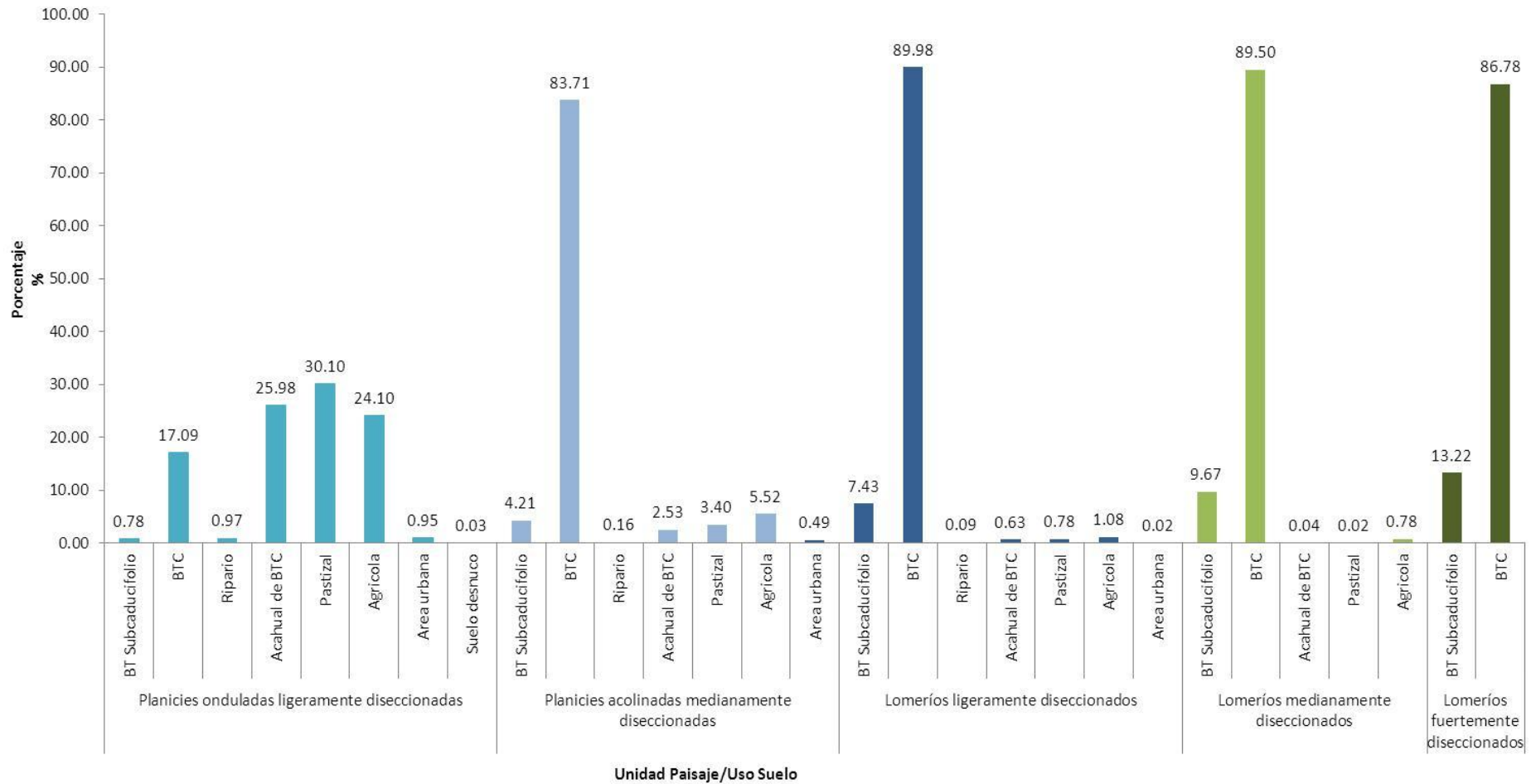
Tipo de uso de suelo	Unidad paisaje	Área (ha)	Unidad %	Total %
Bosque tropical subcaducifolio	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	132,99	24,81	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	95,79	17,87	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	209,71	39,12	
	Lomeríos medianamente diseccionados	57,78	10,78	
	Lomeríos fuertemente diseccionados	39,75	7,42	
	<b>Total</b>	<b>536,02</b>	<b>100,00</b>	2,33
Bosque Tropical Caducifolio	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	2911,11	35,70	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	1906,71	23,38	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	2541,25	31,16	
	Lomeríos medianamente diseccionados	534,94	6,56	
	Lomeríos fuertemente diseccionados	260,93	3,20	
	<b>Total</b>	<b>8154,94</b>	<b>100,00</b>	35,41
Ripario	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	165,39	96,42	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	3,67	2,14	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	2,47	1,44	
	<b>Total</b>	<b>171,53</b>	<b>100,00</b>	0,74
Acahual de BTC	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	4424,85	98,32	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	57,53	1,28	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	17,77	0,39	
	Lomeríos medianamente diseccionados	0,23	0,01	
	<b>Total</b>	<b>4500,37</b>	<b>100,00</b>	19,54
Pastizal	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	5126,04	98,10	

	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	77,40	1,48	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	21,90	0,42	
	Lomeríos medianamente diseccionados	0,13	0,00	
	<b>Total</b>	<b>5225,46</b>	<b>100,00</b>	22,69
Agrícola	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	4103,98	96,23	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	125,64	2,95	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	30,41	0,71	
	Lomeríos medianamente diseccionados	4,65	0,11	
	<b>Total</b>	<b>4264,68</b>	<b>100,00</b>	18,52
Área Urbana	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	162,52	93,24	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	11,12	6,38	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	0,67	0,38	
	<b>Total</b>	<b>174,31</b>	<b>100,00</b>	0,76
Suelo Desnudo	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	5,30	100,00	
	<b>Total</b>	<b>5,30</b>	<b>100,00</b>	0,02
		<b>23032,61</b>	<b>100,00</b>	

### ***Diversidad***

La variabilidad de elementos y matices existentes en la unidad de paisaje constituyen la diversidad. Para su cálculo, se consideró el número de diferentes tipos de vegetación natural y formas de ocupación del suelo (existentes en cada unidad).

De acuerdo con la Figura IV-102, la unidad correspondiente a planicies onduladas ligeramente diseccionada es diversa en sus tipos de uso de suelo, y presentan un cierto grado de equitatividad en la distribución de los porcentajes de superficie. Por el contrario, como se puede apreciar en la distribución de las otras unidades del SAR, el bosque tropical caducifolio es el tipo de ocupación dominante con mas del 80%, lo cual tiene como resultado un bajo valor de diversidad y equitatividad, en estas cuatro unidades.



**Figura IV-102. Distribución en porcentaje de los tipos de uso de suelo por unidad de paisaje, en el SAR del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II.**

### ***Calidad visual extrínseca***

En la valoración de este atributo del paisaje se consideró el impacto visual que genera en el observador cada tipo de ocupación, esto se determinó de acuerdo con el porcentaje de visibilidad para cada cuenca visual, estableciendo el SAR como punto central de referencia. La evaluación se realizó de acuerdo con lo agradable o desagradable que cada tipo de ocupación resulta a la vista. Para este análisis se estableció la siguiente escala: bosque tropical subcaducifolio (1) bosque tropical caducifolio (2), ripario (3) acahual de bosque tropical caducifolio (4), agrícola (5), pastizal (6) y área urbana (7). De acuerdo con la escala, el bosque tropical subcaducifolio presenta el valor de agradable y el uso del suelo de urbano el más desagradable.

### ***Calidad visual desde el área de influencia***

Para la evaluación de la calidad visual se proyectaron cuencas visuales orientadas hacia los cuatro puntos cardinales: norte, sur, este y oeste. De acuerdo a los resultados del Cuadro IV-84, la cuenca oeste es la que permite visualizar una mayor proporción de superficie con 6 285,73 ha, le sigue la este con 5 357,28 ha, la sur con 2 828,78 ha y por último se sitúa a la norte con 2 299,30 ha.

De las cuencas visuales, la que tiene una mayor proporción de atributos desagradables es la sur con un 36,95% de la superficie visible correspondiente al uso del suelo de pastizal y 19,03% a uso de suelo agrícola, los tipos de uso considerados de los más desagradables.

En lo que respecta a las cuencas visuales norte y sur, desde estas es posible percibir en orden de importancia las mayores superficies de atributos agradables del paisaje (64,0 y 52,73% respectivamente). El carácter agradable de estas cuencas visuales, les está conferido por la extendida distribución del bosque tropical subcaducifolio, el bosque tropical caducifolio, el acahual de BTC, el cual junto a la zona riparia, hacen que las perspectivas de los potenciales observadores estén llenas de verdor y naturalidad.

De la evaluación podemos concluir que la cuenca más desagradable es la sur, la más agradable es el norte, en relación al porcentaje de área de pastizal que presentan.

**Cuadro IV-84. Calidad visual extrínseca. Superficie de ocupación (ha) y porcentaje de importancia para cada cuenca visual, unidad de paisaje y superficie de ocupación por tipo de uso para cada cuenca visual.**

CUENCA VISUAL NORTE							
Tipo	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	Lomeríos ligeramente diseccionados	Lomeríos medianamente diseccionados	Lomeríos fuertemente diseccionados	Total ha	% Visibilidad
Bosque tropical subcaducifolio	51,96	7,94	0,78	-	-	60,68	2,64
Bosque Tropical Caducifolio	809,68	272,07	194,92	6,06	-	1282,74	55,79
Achual	121,43	-	-	-	-	121,43	5,28
Pastizal	140,49	0,09	-	-	-	140,58	6,11
Agrícola	636,65	20,75	8,63	-	-	666,03	28,97
Área Urbana	26,35	1,25	0,01	-	-	27,61	1,20
Suelo Desnudo	0,24	-	-	-	-	0,24	0,01
<b>Total</b>	<b>1786,80</b>	<b>302,09</b>	<b>204,34</b>	<b>6,06</b>	<b>-</b>	<b>2299,30</b>	<b>100,00</b>

CUENCA VISUAL SUR							
Tipo	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	Lomeríos ligeramente diseccionados	Lomeríos medianamente diseccionados	Lomeríos fuertemente diseccionados	Total ha	% Visibilidad
Bosque tropical subcaducifolio	1,32	0,17	-	-	-	1,49	0,05
Bosque Tropical Caducifolio	185,07	32,81	-	-	-	217,88	7,70
Ripario	57,49	-	-	-	-	57,49	2,03
Achual	957,25	11,05	-	-	-	968,30	34,23
Pastizal	1041,99	3,26	-	-	-	1045,25	36,95
Agrícola	534,66	3,70	-	-	-	538,36	19,03
<b>Total</b>	<b>2777,78</b>	<b>51,00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2828,78</b>	<b>100,00</b>

CUENCA VISUAL ESTE							
Tipo	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	Lomeríos ligeramente diseccionados	Lomeríos medianamente diseccionados	Lomeríos fuertemente diseccionados	Total ha	% Visibilidad
Bosque tropical subcaducifolio	6,87	6,28	56,04	18,43	5,87	93,50	1,75
Bosque Tropical Caducifolio	154,24	167,81	512,15	170,81	41,51	1046,53	19,53
Ripario	32,50	3,67	2,47	-	-	38,64	0,72
Achual	1235,92	19,76	10,10	-	-	1265,78	23,63
Pastizal	1348,05	22,51	11,47	-	-	1382,02	25,80
Agrícola	1431,70	8,62	0,26	-	-	1440,58	26,89
Área Urbana	86,77	0,93	-	-	-	87,71	1,64
Suelo Desnudo	2,53	-	-	-	-	2,53	0,05
<b>Total</b>	<b>4298,59</b>	<b>229,58</b>	<b>592,49</b>	<b>189,25</b>	<b>47,38</b>	<b>5357,28</b>	<b>100,00</b>

CUENCA VISUAL OESTE							
Tipo	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	Lomeríos ligeramente diseccionados	Lomeríos medianamente diseccionados	Lomeríos fuertemente diseccionados	Total ha	% Visibilidad
Bosque tropical subcaducifolio	36,68	5,67	3,93	-	-	46,28	0,74
Bosque Tropical Caducifolio	961,99	255,97	343,31	20,65	-	1581,92	25,17
Ripario	15,97	-	-	-	-	15,97	0,25
Achual	1668,37	1,70	-	-	-	1670,07	26,57
Pastizal	1920,17	1,87	-	-	-	1922,03	30,58
Agrícola	987,41	3,63	3,56	2,94	-	997,55	15,87
Área Urbana	49,39	-	-	-	-	49,39	0,79
Suelo Desnudo	2,53	-	-	-	-	2,53	0,04
<b>Total</b>	<b>5642,49</b>	<b>268,84</b>	<b>350,80</b>	<b>23,60</b>	<b>-</b>	<b>6285,73</b>	<b>100,00</b>

### ***Fragilidad visual***

La fragilidad constituye la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se producen en él. La fragilidad visual deriva del tipo de ocupación presente en una unidad de paisaje, de la altura característica de cada tipo de ocupación (vegetación, pendiente, orientación) y de la susceptibilidad de que alguna acción sea visible.

### ***Fragilidad Visual Intrínseca***

Para la medición de la fragilidad visual intrínseca, se calculó para cada unidad de paisaje el porcentaje de cada tipo de ocupación y/o uso de suelo. Con base en esto y de acuerdo con la siguiente escala de valores: bosque tropical subcaducifolio (1), bosque tropical caducifolio (2), ripario (3), acahual de bosque tropical caducifolio (4), área agrícola (5), pastizal (6) y área urbana (7), se determinó el valor de fragilidad visual intrínseca de cada unidad de paisaje. Para esta escala, el valor mas alto corresponde a la mayor fragilidad.

De acuerdo con los resultados del Cuadro IV-85 la unidad de paisaje de más alta fragilidad son las planicies ligeramente diseccionadas ya que es en donde se percibe la mayor superficie con uso del suelo del tipo urbano (0,95% visible) y pastizal (30,10%), son los tipos de ocupación mas frágiles, donde es mas factible percibir alteraciones en el paisaje.

En lo que respecta a los lomeríos fuertemente diseccionados, constituye la unidad de paisaje de más baja fragilidad, debido a que el bosque tropical subcaducifolio y el bosque tropical caducifolio, los tipos de ocupación de más baja fragilidad, son dominantes (100%). En términos generales, debido a la dominancia de comunidades de porte arbóreo, en el SAR, específicamente del bosque tropical subcaducifolio, el bosque tropical caducifolio, el acahual de bosque tropical caducifolio y la zona riparia (58% de la superficie total) el paisaje puede ser considerado de baja fragilidad.

**Cuadro IV-85. Fragilidad visual intrínseca para cada unidad de paisaje**

Unidad	Uso de suelo	Área (ha)	%	Valoración
Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	Bosque tropical subcaducifolio	132,99	0,78	1
	Bosque Tropical Caducifolio	2911,11	17,09	2
	Ripario	165,39	0,97	3
	Acahual	4424,85	25,98	4
	Pastizal	5126,04	30,10	5
	Agrícola	4103,98	24,10	6
	Área Urbana	162,52	0,95	7
	Suelo Desnudo	5,30	0,03	-
	<b>Total</b>	<b>17032,18</b>	<b>100,00</b>	<b>28</b>
Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	Bosque tropical subcaducifolio	95,79	4,21	1
	Bosque Tropical Caducifolio	1906,71	83,71	2
	Ripario	3,67	0,16	3
	Acahual	57,53	2,53	4
	Pastizal	77,40	3,40	5
	Agrícola	125,64	5,52	6
	Área Urbana	11,12	0,49	7
	<b>Total</b>	<b>2277,85</b>	<b>100,00</b>	<b>28</b>
Lomeríos ligeramente diseccionados	Bosque tropical subcaducifolio	209,71	7,43	1
	Bosque Tropical Caducifolio	2541,25	89,98	2
	Ripario	2,47	0,09	3
	Acahual	17,77	0,63	4
	Pastizal	21,90	0,78	5
	Agrícola	30,41	1,08	6
	Área Urbana	0,67	0,02	7
	<b>Total</b>	<b>2824,17</b>	<b>100,00</b>	<b>28</b>
Lomeríos medianamente diseccionados	Bosque tropical subcaducifolio	57,78	9,67	1
	Bosque Tropical Caducifolio	534,94	89,50	2
	Acahual	0,23	0,04	4
	Pastizal	0,13	0,02	5
	Agrícola	4,65	0,78	6
	<b>Total</b>	<b>597,73</b>	<b>100,00</b>	<b>18</b>
Lomeríos fuertemente diseccionados	Bosque tropical subcaducifolio	39,75	13,22	1
	Bosque Tropical Caducifolio	260,93	86,78	2
	<b>Total</b>	<b>300,68</b>	<b>100,00</b>	<b>3</b>
<b>Total</b>		<b>23032,61</b>	<b>100,00</b>	



## Discusión

De acuerdo a las evaluaciones de la calidad visual intrínseca, el paisaje puede ser considerado no totalmente perturbado pero tampoco con alta naturalidad, ya que estas condiciones se encuentran aproximadamente en la misma proporción en el SAR. Esto se debe a que los usos del suelo de tipo arbóreo (bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, acahual de BTC y zona riparia) ocupan un 58% en el SAR.

En lo que respecta a la diversidad, las planicies onduladas ligeramente diseccionadas es la unidad de paisaje más diversa, la cual albergan todos los tipos de uso del suelo reconocidos en el presente estudio con un cierto grado de equitatividad en la distribución de los porcentajes de superficie. Por lo contrario, las cuatro unidades restantes, tienen una menor diversidad de tipos de uso y la vegetación se encuentra mejor conservada, especialmente en las planicies acolinadas medianamente diseccionadas donde se encuentra mayormente bosque tropical caducifolio y reducidas áreas desmontadas para acahual, pastizal, áreas agrícolas y suelo desnudo.

En general el paisaje en el SAR del proyecto puede considerarse como un paisaje perturbado debido al alto porcentaje de tipos de suelos considerados como desagradables (42%). Solo la unidad de paisaje de lomeríos fuertemente diseccionados, pueden considerarse no tan perturbados debido a que cuenta con una mayor distribución del bosque tropical caducifolio y no presenta tipos de suelos desagradables.

En lo que respecta a la calidad visual del paisaje en el SAR, se pudo concluir que la cuenca sur es la más desagradable porque alberga una mayor proporción de elementos de carácter antrópico.

Del mismo modo que la naturalidad, la calidad visual en el área de estudio es mayor en la medida que se visualizan unidades de paisaje situadas en topografías más pronunciadas, este es el caso de la cuenca visual norte, la cual contienen la mayor superficie de bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio. Finalmente, el paisaje en el SAR debe considerarse de baja fragilidad dado que los tipos de ocupación dominantes son aquellos que impiden percibir alteraciones en el paisaje.

#### **IV.2.5 Integración de indicadores ambientales y establecimiento de su línea base**

Una vez que se integró, sistematizó y analizó toda la información para la descripción de cada componente ambiental se pueden establecer indicadores que describan el estado actual y las tendencias de cambio que describen al SAR. Como lo recomienda la Guía es conveniente establecer indicadores que permitan corroborar los resultados del análisis y dar un seguimiento ambiental del proyecto. Los indicadores ambientales pueden ayudar a valorar la salud o integridad de los ecosistemas de forma tal que sea posible determinar un estado de conservación (línea base) o integridad con la menor afectación posible en el tiempo actual.

Los indicadores ambientales se han utilizado a nivel internacional, nacional, regional, estatal y local para diversos fines y modalidades, entre ellos como herramientas para registrar el estado del ambiente, para la evaluación del desempeño de políticas ambientales y para el reporte de progresos en la búsqueda de la sustentabilidad ambiental (SEMARNAT 2001).

Los conjuntos de indicadores de un sistema dado están determinados por dos requerimientos:

- 1) Proveer información clave para una imagen clara y completa acerca del estado actual del sistema o fenómeno.
- 2) Proporcionar suficiente información para toma de decisiones que permitan dirigir al sistema hacia los objetivos seleccionados y determinar el grado de éxito de las acciones puestas en práctica.

En otras palabras, los indicadores están determinados tanto por el sistema mismo como por los intereses, necesidades y objetivos que se persiguen. Esto implica: a) tener un conocimiento lo más amplio posible de los conceptos y dinámicas de los fenómenos ambientales y b) tener claridad en los objetivos, intereses y necesidades que se persiguen y que se pretenden alcanzar y monitorear con la ayuda de indicadores.

Con la información generada durante el presente estudio se puede construir un sistema de indicadores ambientales que puede monitorearse en las siguientes etapas del proyecto. Estos indicadores describen un escenario previo de dos aspectos principalmente. La descripción del estado de la biodiversidad e indicadores que provean información sobre procesos dentro del SAR (incluyendo procesos ecológicos y de cambio).

Con la información contenida en el presente Capítulo se establecieron nueve indicadores, de los cuáles siete se refieren a la medición de la biodiversidad del predio y dos se refieren a procesos del ecosistema.

#### Descripción de los indicadores

##### Indicadores de la medición de la biodiversidad

La condición de la biodiversidad es uno de los indicadores ambientales que mejor describen el grado de salud o integridad de los ecosistemas dentro del SAR. sin lugar a dudas busca medir la importancia biológica del SAR basado en mediciones sobre la biodiversidad que alberga y la identificación de especies que se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la normatividad ambiental mexicana y tratados internacionales. En términos de gestión ambiental, estos indicadores son los llamados Indicadores de Estado, que permiten describir el escenario actual y las tendencias del recurso evaluado (OCDE 2001).

Los valores obtenidos durante el desarrollo del presente estudio son los que constituyen la línea base del SAR. Cualquier cambio detectado en estos valores debe proporcionar información rápida y confiable para poder realizar tomas de decisiones eficientes y eficaces que ayuden a mitigar cualquier contingencia ambiental generada por la operación de la central eólica.

##### Indicadores de procesos ecológicos dentro del SAR

Son indicadores que describen tendencias de cambio en el paisaje. En esta categoría se incluye a la tasa de cambio de uso de suelo que es considerado como uno de las más útiles para describir los procesos de cambio. Por esta razón es considerado como un indicador estratégico que es de hecho, uno de los que se monitorea para evaluar la gestión ambiental del país. En esta categoría también se incluyen indicadores poblacionales que pueden proveer información sobre la dinámica poblacional antes durante y después de implementado el proyecto.

**Cuadro IV-86. Indicadores ambientales establecidos con la información obtenida y analizada en este Capítulo IV en el SAR y Área de Influencia.**

Indicador	Descripción	Métrica (Unidad de Medida)	Línea Base		Métodos
			SAR	Área de Influencia	
<b>Medición de biodiversidad</b>					
<b>Biodiversidad (Flora y vertebrados terrestres)</b>	Riqueza y abundancia de especies	Número de especies y de individuos	734	200	Estación de conteo, Redeo, Puntos de conteo, Trampeo e identificación de rastros, Método acústico
<b>Vegetación</b>					
<b>Diversidad de plantas vasculares</b>	Número de especies/Índice de Shannon	No. de Especies/ H'	303/NA	84/1.8359	Cuadrantes y colectas
	Especies dentro de alguna categoría de la NOM-059	Número de especies	5	1	
<b>Aves</b>					
<b>Diversidad de aves</b>	Número de especies/ Índice de Shannon	No. de Especies/ H'	288/2.1154	85/3.5207	Estación de conteo, Redeo, Puntos de conteo, Transectos
	Especies dentro de alguna categoría de la NOM-059	Número de especies (NOM-059) Número de especies (CITES)	37 56 (1 Apéndice I, 55 Apéndice II)	8 14 (Apéndice II)	
<b>Importancia del área de influencia en el contexto del fenómeno migratorio</b>	Migración de aves	Número de rutas identificadas	4	2	Estación de conteo de aves
<b>Murciélagos</b>					
<b>Diversidad de murciélagos</b>	Número de especies/ Índice de Shannon	No. de Especies/ H'	29/2.3656	8/1.2598	Redeo, método acústico y búsqueda de refugios
	Número de especies del gremio Insectívoro Especies dentro de alguna categoría de la NOM-059	Número de especies Número de especies	12 2	5 0	

<b>Fauna terrestre</b>					
<b>Diversidad de mamíferos no voladores</b>	Número de especies/ Índice de Shannon	No. de Especies/ H'	40/2.8370	12/2.1864	Trampeo e identificación de rastros
	Especies de mamíferos dentro de una categoría de riesgo	Número de especies	8	0	
<b>Diversidad de anfibios y reptiles</b>	Número de especies/ Índice de Shannon	No. de Especies/ H'	74/2.7909	11/1.7252	Transectos y captura
	Especies de anfibios y reptiles dentro de una categoría de riesgo	Número de especies	27	2	

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Métrica (Unidad de Medida)</b>	<b>Línea Base SAR</b>	<b>Área de Influencia</b>	<b>Métodos</b>
<b>Procesos ecológicos</b>					
<b>Proceso de transformación del paisaje</b>					
<b>Tasa de cambio de uso del suelo</b>	Área cubierta por vegetación original	Numero de ha/% de superficie	13363,99 ha/58,02%	101,79 ha/11,37%	Percepción remota y muestreos de vegetación
	Tasa	Tasa	-0,43	NA	
<b>Tendencia de poblaciones humanas</b>					
<b>Dinámica poblacional</b>	Densidad poblacional	Hab/Km <sup>2</sup>	38	NA	Censos poblacionales de INEGI
	Tasa de crecimiento poblacional	% de crecimiento poblacional	0.01	NA	

## **IV.2.6 Diagnóstico Ambiental**

En el presente apartado se presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental Regional el cual se encuentra ubicado en los municipios de Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtaltepec y Juchitán de Zaragoza, cuyas coordenadas geográficas de su punto central son 16°35'38.10" latitud Norte y 95°0'2.0" longitud Oeste.

### **IV.2.5.1 Consideraciones previas**

El diagnóstico está sustentado principalmente por las características del proyecto y adicionalmente la información recopilada durante las visitas de campo, en la fase documental, con esta información, se genera una descripción concisa del sistema ambiental desde una perspectiva ecosistémica, a partir de los resultados obtenidos con las imágenes de satélite, fotografías aéreas, información documental impresa y recorridos de muestreo en el sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Asimismo se identificaron las unidades ambientales presentes en el SAR considerando los componentes más relevantes del medio físico, biótico y socioeconómico, y se realizó una valoración cuantitativa y cualitativa de estas a través del cálculo de indicadores ambientales tomando en cuenta la importancia en la estructura y función del sistema dada por la presencia de especies de flora y fauna consideradas en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), así como aquellos componentes de importancia desde el punto de vista sociocultural.

Un factor importante a considerar para elaborar el diagnóstico es la vegetación y uso de suelo. Cabe hacer mención, como antecedente, que la vegetación y uso de suelo del Estado de Oaxaca ha sufrido cambios a lo largo de los años y las superficies cubiertas por bosques o selvas han disminuido y el uso de suelo agropecuario a aumentado, debido principalmente a la deforestación de los terrenos para dedicarlo a actividades agrícolas como cultivo de sorgo o, en menor medida, para la ganadería. En un estudio realizado por el Instituto de Ecología de la UNAM Unidad Regional Morelia se observó que a lo largo del período de 1970 a 2001 se registró un aumento en la agricultura, asentamientos humanos y una disminución en los Bosques y en las Selvas (Cuadro IV-87).

**Cuadro IV-87. Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en el Estado de Oaxaca durante el periodo 1970-2001 (Ordoñez, M.J, 2010).**

Uso de Suelo y Vegetación	Hectáreas			
	1970	1980	1990	2001
Agricultura de riego y humedad	444808	584193	460514	427043
Agricultura de temporal	971295	1078647	1485605	1593439
Area sin vegetación aparente	13900	14481	26489	26489
Asentamiento humano	5224	5224	43715	44226
Bosque de coníferas	2418058	2139635	2143499	2156419
Bosque de latifoliadas	1398042	856150	807241	737685
Bosque mesófilo de montaña	981371	532008	526049	519384
Cuerpo de agua	8571	8571	162017	162017
Matorral xerófilo	43017	56503	52961	46639
Otros tipos de vegetación	20502	42099	49725	49216
Pastizal natural	285483	671847	682583	765387
Plantación forestal	11138	11138	10881	10881
Selva caducifolia y subcaducifolia	2027611	1853864	1754376	1624838
Selva perenifolia y subperenifolia	1773956	1359672	1301247	1195449
Vegetación hidrófila	48407	48144	40896	38897

Estos cambios registrados a nivel estatal se reflejan también a nivel del SAR y por ende en el Área de Influencia, en el capítulo V se describirá a detalle el proceso de cambio de uso de suelo en un periodo de 1979 a 2011 que ilustra lo comentado anteriormente.

#### IV.2.5.2 Descripción breve del sistema ambiental

La región del Istmo de Tehuantepec, en la cual se encuentra ubicado el SAR, se caracteriza por la presencia de vientos fuertes del Norte mismos que arriban del Golfo de México ingresando por la Cuenca del Río Coatzacoalcos, estos vientos presentan rachas de hasta 216 km/h en las inmediaciones de las poblaciones de La Venta, La Ventosa y Santo Domingo Ingenio y chocan en la región de Istmo con la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre de Chiapas y el extremo Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, creando un embudo eólico conocido como “Paso de Chivela”; estas características eólicas dotan a la región de una particularidad que ha atraído la atención de empresas, instituciones y dependencias gubernamentales de México, Estados Unidos y España, con el afán de aprovechar el potencial eólico en la producción de energía.

El SAR se encuentra ubicado en el Distrito 29 Juchitán, específicamente en los municipios de Asunción Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec y Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, cuenta con una superficie de 23032.61 ha, situado en una planicie, presenta un relieve llano con la presencia de pequeños lomeríos y al norte presenta zona de montaña. El clima del SAR se

considera como muy cálido subhúmedo (Aw), con temperatura media anual superior a los 26 °C y la temperatura media del mes más frío nunca inferior a los 18° C. Dentro del SAR se distribuyen principalmente suelos Cambisoles, Vertisoles en la planicie y Litosoles al norte del SAR, en los lomeríos.

El SAR se localiza en la parte oriental de la Región Hidrológica 22 “Tehuantepec” (RH 22), en el Istmo de Tehuantepec, en la cuenca de la Laguna Superior e Inferior, en la subcuenca Espíritu Santo. Dentro del SAR se cuenta con corrientes intermitentes en la parte norte y en la parte sureste se cuenta con canales de riego, no se cuenta con corrientes perennes o cuerpos de agua, la corriente hidrológica más cercana es el Río Los Perros al suroeste del SAR, que fluye en dirección NE-SW y atraviesa las poblaciones de Cd. Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal y Juchitán de Zaragoza, antes de desembocar en la Laguna Superior.

El SAR es un mosaico heterogéneo constituido por ocho tipos de vegetación y uso de suelo, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, ripario, acahual de bosque tropical caducifolio, agrícola, pastizal inducido, área urbana y suelo desnudo en diferentes grados de conservación, cabe mencionar que esta clasificación de la vegetación y uso de suelo se obtuvo de imágenes de satélite y del trabajo realizado en campo. El bosque tropical subcaducifolio y caducifolio, característico de la Región Florística Provincia Costa Pacífica (Rzedowski, 1978) presente en el SAR ha sido alterado en los últimos años, tiene un grado de deterioro muy significativo debido al problema de la deforestación, la cual es ocasionada por el incremento de la frontera agrícola, principalmente para la producción del cultivo de sorgo y en menor medida maíz y el desmonte para obtener leña para uso doméstico. Otra actividad que se ha incrementado es la ganadería extensiva de razas criollas que proveen un bajo rendimiento.

A pesar de que gran parte del territorio del municipio y del SAR han tenido cambios de uso de suelo drásticos, las áreas de bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, acahual y ripario, presentan un buen grado de funcionalidad ambiental, siendo fuente de alimento y refugio para especies de fauna silvestre. Dentro del SAR se registraron, por medio de registros bibliográficos y de campo, 431 especies, de las cuales 288 corresponden a la avifauna, 69 especies a mamíferos, 16 especies a anfibios y 58 a reptiles, dentro del Área de Influencia se registraron 116 especies, de las cuales 85 corresponden a la avifauna, 20 especies a mamíferos, dos especies a anfibios y nueve especies a reptiles (Cuadro IV-88).

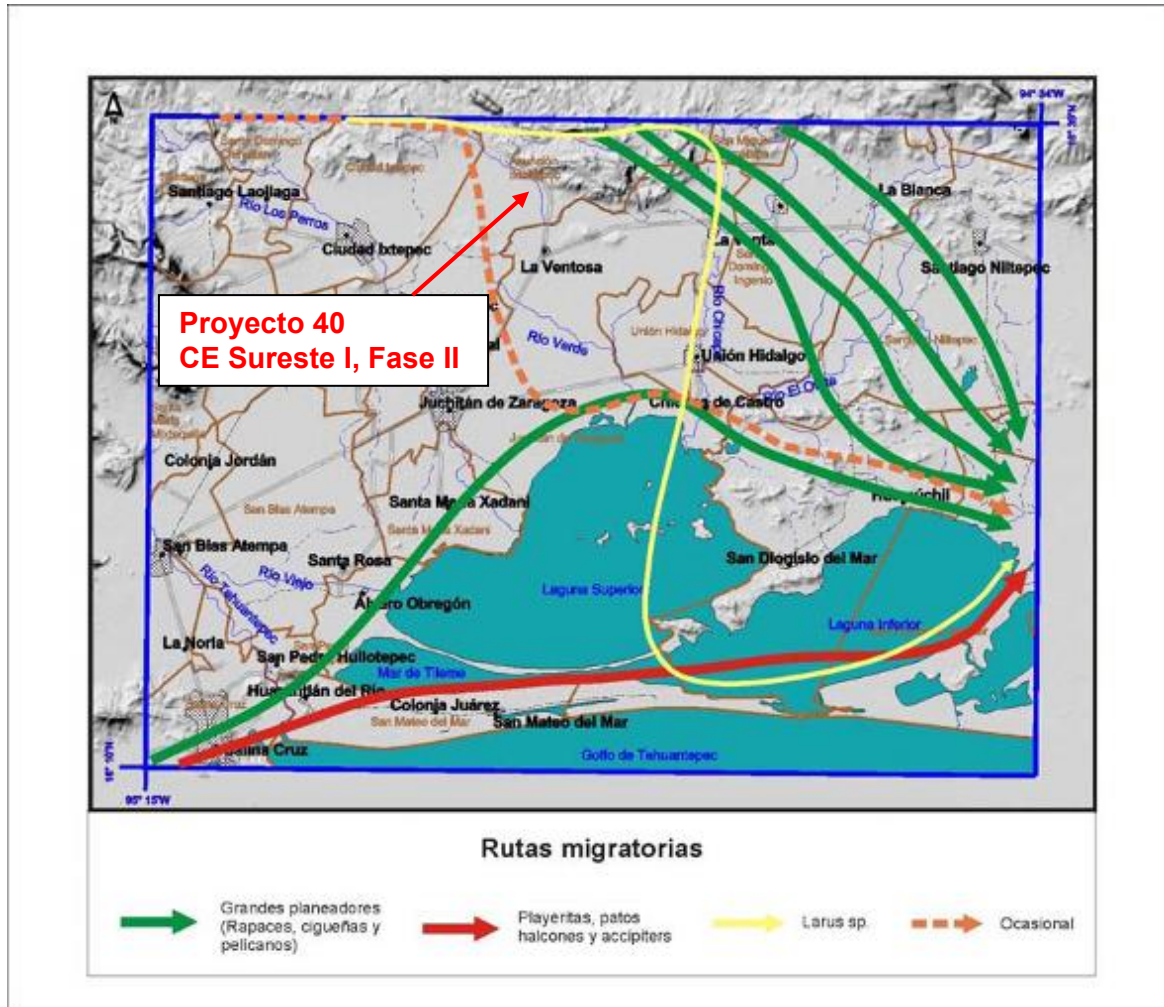


**Cuadro IV-88. Especies registradas (totales) a diferentes escalas, que tienen potencial presencia en la región y dentro del SAR y en el Área de Influencia.**

Taxa	Potenciales (región)	Registradas (SAR)	Registradas (Área de Influencia)
Aves	388	288	85
Mamíferos	114	69	20
Anfibios	26	16	2
Reptiles	99	58	9
Totales	627	431	116

Debe considerarse el hecho de que el elevado número de especies de aves registradas en el SAR es el reflejo de la importancia que tiene la región del Istmo, como paso obligado durante las temporadas de migración, debido a que en el Istmo convergen tres de las cuatro grandes rutas migratorias ornitológicas que provienen de Norteamérica y viajan hacia México, Centro y Sudamérica (Figura IV-103), otorgándole a la región un valor intrínseco difícil de obviar.

Desde el punto de vista biológico la región del Istmo de Tehuantepec, está reconocida como una de las áreas de especies de aves endémicas (EBA, por sus siglas en inglés) en el mundo (Stattersfield et al; 1998).



**Figura IV-103. Rutas migratorias ornitológicas del continente americano que convergen en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.**

En cuanto a los mamíferos, la fauna presente es la típica de las zonas neotropicales, siendo la mayoría especies de amplia distribución en el país; en el SAR fue posible registrar representantes de 69 especies de todos los gremios de alimenticios. Cabe destacar dentro del SAR la presencia de ocho especies de carnívoros, lo que representa una medida subjetiva de la disponibilidad y abundancia de presas potenciales en el área a pesar de encontrarse bajo fuertes presiones antropogénicas.

La herpetofauna está representada por 74 especies registradas en el SAR y 11 especies registradas en el Área de Influencia. Este es el grupo más vulnerable a las presiones; el grupo de las serpientes se encuentra en constante peligro por las actividades agropecuarias, donde se presentan mayormente los encuentros con el hombre.

En cuanto a especies que se encuentran registradas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se obtuvo que para aves se tienen 37 especies registradas en el SAR y ocho en el área de influencia, mamíferos 10 en el SAR y ninguna en el área de influencia, de herpetofauna 28 especies en el SAR y una especie en el área de influencia.

La fauna en general se encuentra bajo presiones constantes, a diferentes escalas y niveles, una de ellas es la pérdida de hábitat, debido principalmente al cambio de uso del suelo de superficies de bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio y acahual de bosque tropical caducifolio a área agropecuaria; otra es la depredación que se ejerce sobre el grupo de los reptiles y mamíferos, una tercera es la cacería, principalmente de iguanas, chachalacas y palomas entre otras; se reconoce según los pobladores que al menos ocho especies son utilizadas de manera constante durante todo el año.

Para flora se registro en el SAR una alta riqueza de especies (303) mientras que para el Área de Influencia se registraron 88 especies de las cuales 5 especies se encuentran registradas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **IV.2.5.3 Delimitación de las unidades ambientales**

Para efectos del diagnóstico se define como Unidad Ambiental a cada territorio con atributos de vegetación y/o uso de suelo semejante. En este sentido, la definición de las unidades ambientales se hizo con base a los tipos de vegetación y uso del suelo dominante, para este estudio se determinaron cuatro unidades ambientales: la primera que se denomina “Bosque tropical caducifolio” y la conforman el *Bosque tropical subcaducifolio (BTSC)*, *Bosque tropical caducifolio (BTC)* y *Ripario (R)*, esto debido a que la mayor superficie la ocupa el *BTC*, la segunda “*Acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC)*”, la tercera “*Agropecuario (AG)*” y la cuarta “*área urbana (AU)*”, cuyas superficies se registran en el Cuadro IV-89.

**Cuadro IV-89. Unidades ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR).**

Unidad ambiental	Clave	Superficie (m2)	Superficie(ha)	Proporción (%)
Bosque tropical caducifolio	BTC	88 624 905.61	8 862.49	38,48
Acahual de bosque tropical caducifolio	ABTC	45 003 695.29	4 500.37	19,54
Agropecuario	AG	94 954 439.40	9 495.44	41,23
Área urbana	AU	1 743 063.15	174.31	0,75
<b>Total</b>		<b>230 326 103.45</b>	<b>23 032.61</b>	<b>100,00</b>

Las unidades ambientales están constituidas por componentes ambientales que se definen como entidades biológicas que constituyen a la unidad ambiental, en este caso se tomaron los órdenes (desde el punto de vista taxonómico para la fauna (Figura IV-104). Como podemos observar, el 38,48% de la superficie total del SAR lo ocupa la unidad ambiental de BTC, esta unidad se encuentra ubicada en la parte norte del SAR, aunque se registran algunos remanentes de bosque tropical caducifolio en la parte sur del SAR; esta unidad tiene una importancia en base a sus atributos como son la función de hábitat para la fauna, la cual como mencionamos en párrafos anteriores, es muy diversa, así como por sus servicios ecosistémicos que prestan, aunque a la fecha están siendo afectados por la expansión agrícola y ganadera, muestra de esto es que, para el SAR, la superficie de la unidad ambiental de tipo agropecuario (pastizal, agrícola y suelo desnudo) cubre un 41,23% de la superficie total, esta unidad ambiental de tipo agropecuario se encuentra ubicada en la planicie del SAR, y es donde se encuentra ubicada el Área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

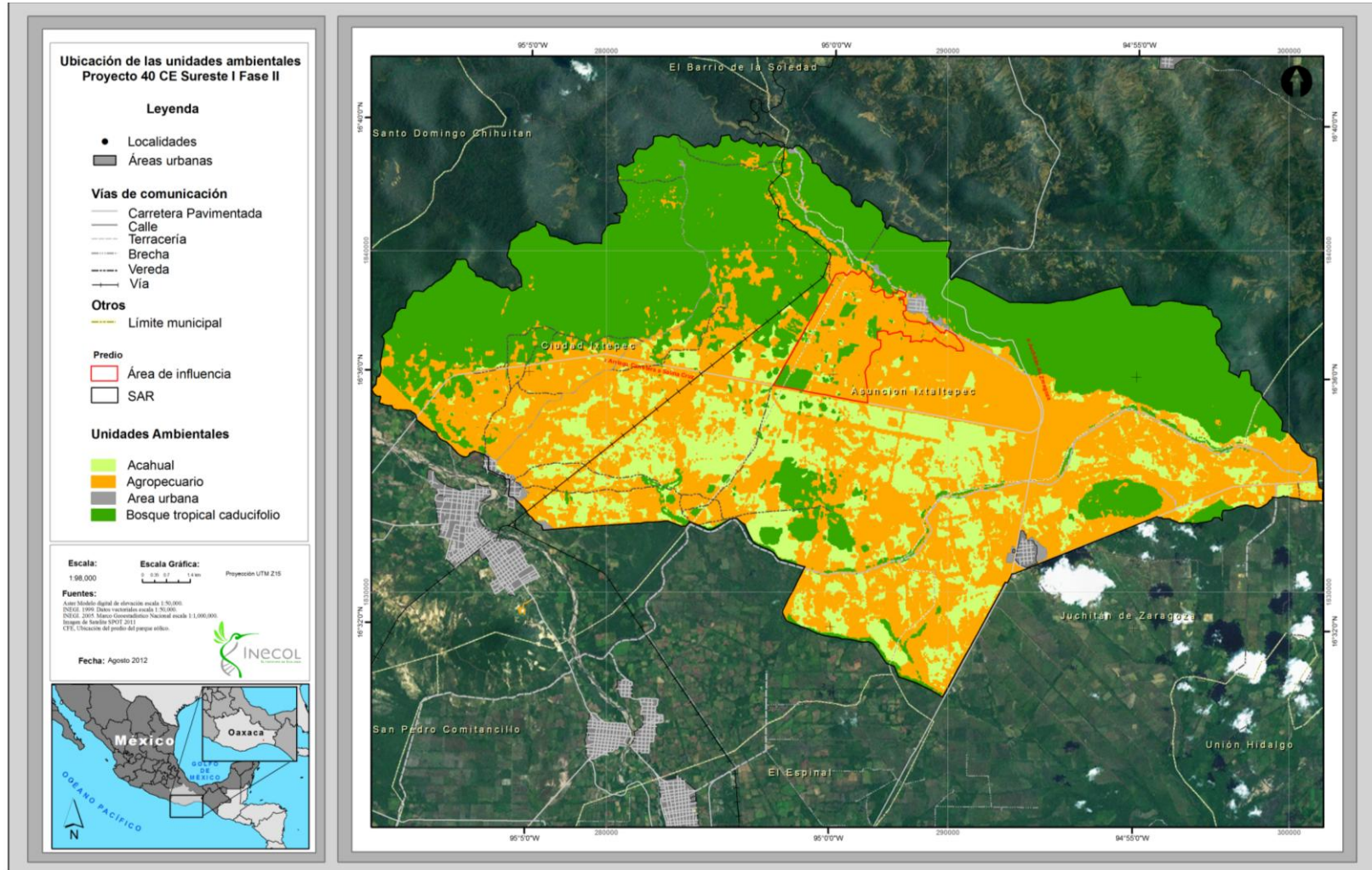


Figura IV-104. Unidades ambientales presentes en el SAR, del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

Para cada una de las unidades ambientales se calcularon los índices que se describen a continuación:

### **Evaluación de la criticalidad de las unidades ambientales en función de los servicios ambientales y los intereses sociales para la conservación**

La valoración en función de la criticalidad de cada una de las unidades ambientales, se generó construyendo funciones numéricas que estimaron la importancia de las unidades identificadas por el tipo de vegetación que las cubre, estas funciones utilizadas son las propuestas por Pérez-Maqueo (2003). De acuerdo con los servicios ambientales relevantes que proveen estas unidades, se calculó un índice que valora la Importancia de la Unidad Ambiental (IUA). Esta medida está basada, para cada unidad, en la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) que se estimó alberga la calidad del hábitat que proporciona para la fauna.

#### ***Índice de importancia de la unidad ambiental “i” según los servicios ambientales***

La importancia de las unidades ambientales se determina haciendo un análisis de criticalidad de las áreas potencialmente afectadas por el proyecto y se traduce con el cálculo del índice denominado Importancia de la Unidad Ambiental (IUA).

$$IUA_i = RF_i \times CH_u \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$IUA_i$  = Importancia de la unidad ambiental  $i$  como proveedora de hábitat para la fauna

$RF_i$  = Riqueza de fauna, es el número de especies identificadas en la unidad ambiental  $i$

$CH_u$  = Calidad del hábitat que brinda la vegetación en la unidad ambiental  $u$  dependiendo de su estado de conservación.

Dicho índice se conforma por dos parámetros, el primero de ellos ( $RF_i$ ) cuantifica la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) que se estimó para cada unidad ambiental. El segundo parámetro Calidad del hábitat como una medida de la calidad de la unidad ambiental.

### **Calidad del hábitat**

Para evaluar la calidad del hábitat se toma en cuenta la complejidad fisonómica-estructural de la vegetación, que a su vez es indicadora de la disponibilidad de sitios de refugio y recursos alimenticios para cada clase faunística; además se cuantifica en función de la cobertura relativa ( $K_i$ ) de cada uno de los estratos ( $j$ ) de cada tipo de vegetación presente en el área. En el caso de la cobertura relativa de vegetación, los datos corresponden a la descripción de los sitios de muestreo representativos de cada unidad ambiental. Para calcular la calidad de hábitat para la fauna se toman en cuenta dos factores, el primero es la cobertura de la vegetación por estrato (hierbas, arbustos, árboles) y el segundo es la importancia que cada estrato tiene para cada grupo faunístico. La calidad de hábitat para la fauna se calcula entonces con la siguiente expresión:

$$CH_i = \sum_g \sum_j K_{ij} Y_{jg} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$CH_i$  = Calidad del hábitat de la Unidad Ambiental  $i$

$K_{ij}$  = Disponibilidad de cuerpos de agua y cobertura del estrato  $j$  en la Unidad Ambiental  $i$

$j$ : =Es el estrato de vegetación en el sitio de muestreo 1= hierbas, 2= arbustos 3= árboles y 4= cuerpos de agua

$Y_{jg}$  = Coeficiente de importancia de disponibilidad de agua y del estrato  $j$  para la clase  $g$

$g$ : = Clase (1...4) 1= anfibios, 2 = reptiles, 3 = aves y, 4 = mamíferos

La importancia del estrato (complejidad estructural) se pondera de acuerdo con los puntajes que se obtienen con base a la opinión de expertos (distribuyendo tres puntos para calificar la importancia de los estratos de vegetación para la sobrevivencia de cada grupo faunístico en el área de estudio). Por lo tanto, la importancia del hábitat se pondera ( $Y_{jg}$ ) de acuerdo con los puntajes que se obtienen de la opinión de expertos. El Cuadro IV-90 muestra los puntajes empleados en este análisis.

**Cuadro IV-90. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase.**

Clase	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Anfibios	0	2	3
Reptiles	1	2	3
Aves	3	3	0
Mamíferos	2	3	2
Nivel de importancia: 0= mínima, 1= baja, 2= media, 3= alta			

### ***Índice de Importancia por especies***

Uno de los parámetros de valoración ecosistémica, es la importancia de las especies que lo conforman (tipo de especies). En la práctica, es justificado hacer grandes esfuerzos para salvar algunas especies (programas de rescate de flora y fauna), se considera que el valor de las especies viene a ser sustituto del valor del ecosistema y estas generalmente se encuentran catalogadas dentro de listas de protección como la NOM-059-SEMARNAT-2010, el CITES ([www.cites.org](http://www.cites.org)) o la lista roja de la IUCN ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).

Frecuentemente estas listas contienen a aquellas especies de orden mayor en la cadena trófica, las que al tener mayores requerimientos de hábitat, son indicativas de la salud del ecosistema entero (Goulder y Kennedy, 1997). Por lo tanto, la inclusión de las especies NOM como un parámetro de valoración de cada una de las áreas resulta indispensable en el análisis de criticalidad que se realiza en la propuesta. En este sentido, para cada unidad ambiental la estimación se basa, para cada especie, en dos aspectos: el estatus de conservación (s), y la confiabilidad de su presencia en el área (c). En primer lugar, se pondera el status en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo a la siguiente escala: en peligro de extinción = 3, Amenazada = 2 y Sujeta a protección especial = 1. La información relacionada con el método de identificación de la especie se utiliza como una medida de la confiabilidad en la determinación de la especie. Así, si los individuos fueron colectados, observados u oídos en el estudio se considera altamente confiable y se le asigna un valor de 4. Si la presencia de la especie fue determinada por métodos indirectos en el sitio (huellas, excretas, rascaderos, o echaderos) se considera información confiable y se le asigna un valor de 3. Para las especies que han sido capturadas u observadas en otros estudios en la región se les asigna el valor 2. Finalmente, si la especie sólo ha sido reportada con distribución potencial en el sitio por CONABIO u otra fuente bibliográfica se califica con 1. Con las calificaciones del estatus y la



confiabilidad en la determinación de la especie se calcula el índice de importancia por especies NOM ( $VN_j$ ):

$$VN_j = \sum_e S_e C_{ie} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$S_e$  = es el coeficiente asociado con el estatus (1...4) de la especie e (1, 2, 3,...n)

$C_{ie}$  = es la confiabilidad de la ocurrencia de la especie “e” en la unidad ambiental “j”.

La confiabilidad de la información está dada por el método de identificación y por la forma y tipo de los registros; el método de identificación que es una función directa de la confiabilidad del registro se valora según el tipo de registro de la especie (Cuadro IV-91), basándose en todas las especies catalogadas en la NOM correspondiente, incluyendo plantas.

**Cuadro IV-91. Tipo de registro de la especie “e” en la unidad ambiental “j”.**

Tipo de Registro	Descripción de la confiabilidad	Valor
Entrevista	Información indirecta de lugareños de observaciones hechas por los mismos o de individuos colectados por los lugareños.	1
Rastros	Rastros indirectos (Huellas, excretas, rascaderos, echaderos, pelos, piel, caparazón, uñas, cráneos, huesos, nidos, cascarones, vestigios de comida, letrinas)	2
Impreso	Fotografías del espécimen o el registro en libretas de campo hechos de observación directa por el prospector con experiencia considerable.	3
Espécimen	Individuo(s) colectados (piel + cráneo), identificación directa de individuos capturados y liberados.	4

Posterior a esta clasificación, según el tipo de registro se reclasifican según su confiabilidad determinada principalmente por la fuente del registro (Cuadro IV-92). Este valor de confiabilidad es el que se utiliza en al cálculo del  $VN_u$  para todas las especies en la unidad ambiental correspondiente.

**Cuadro IV-92. Valores ponderados de la confiabilidad de registro (C ) de la especie en la unidad ambiental.**

Confiabilidad	Descripción de la confiabilidad	Valor
Poco confiable	Especie reportada con distribución potencial por CONABIO, u otra fuente bibliográfica, siempre y cuando no sea información puntual del sitio.	1
Moderadamente confiable	Especies capturadas u observadas en otros estudios en la zona.	2
Confiable	Especie determinada por rastros indirectos en el sitio por el prospector con experiencia considerable.	3
Altamente Confiable	Individuos colectados, observados u escuchados con un rango alto de certidumbre (Método directo)	4

De manera paralela, se ponderó el status en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo con su estatus de conservación solo tomando en cuenta la normatividad mexicana vigente (Cuadro IV-93).

**Cuadro IV-93. Valores ponderados del estatus de conservación (S<sub>i</sub>) según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Estatus de Conservación	Clave	Valor
Protección especial	Pr	1
Amenazada	A	2
En peligro de extinción	P	3

**Valor de importancia para la conservación**

El interés de los grupos sociales para la conservación es otro aspecto importante que debe ser considerado. Dicho interés se incorporó en el análisis como una función dentro del área ocupada por el proyecto, la superficie de la unidad ambiental ( $u$ ) contenida en la propuesta ( $p$ ) para la conservación ( $A_p$ ), ponderado por el nivel de compromiso logrado ( $O_p$ ). La incorporación de las áreas de interés social para la conservación se hizo, integrando la superficie del área ocupada por el proyecto dentro de la *Unidad Ambiental* ( $i$ ) contenida en la propuesta ( $p$ ) para la conservación ( $A_{ip}$ ), ponderado por el nivel de compromiso logrado {(O vale 2 si la propuesta ( $p$ ) ha sido legalmente decretada y 1 si sólo está propuesta ( $p$ ) formalmente y está siendo activamente considerada para su posible reconocimiento oficial)}. Para normalizar el estimador se emplea el área total ocupada por el proyecto ( $A_i$ ) de la unidad ambiental que contiene al área de protección.

$$VIC_i = \frac{\sum A_{ip} O_p}{A_i} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$VIC_i$  = es el valor de importancia para la conservación de la unidad ambiental  $i$ .

$A_{ip}$  = Área de cada unidad ambiental  $i$  contenida en la propuesta  $p$

$A_i$  = Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental

$p$  = Propuesta de conservación (1,2,... $n$ )

$O_p$  = Nivel de compromiso  $O$  de la propuesta  $p$

$O$  = (1,2) 1 = no decretada, 2 = legalmente decretada

También es importante contabilizar la superficie efectiva de conservación ( $AC_i$ ) en cada unidad ambiental. En ocasiones ocurre que las propuestas de conservación se traslapan unas con otras en algún grado. Así, este estimador valora exclusivamente la magnitud de la superficie de interés para la conservación, eliminando los posibles traslapes de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$AC_i = \frac{AI_i}{A_i} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

$AC_i$  = Área efectiva de conservación

$AI_i$  = Área de unidad ambiental  $i$ -ésima protegida por al menos una propuesta de conservación.

$A_i$  = Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental

### **Valor de criticalidad de las unidades ambientales**

Finalmente, con el objetivo de obtener un solo Valor de Criticalidad ( $VC_i$ ) de las unidades ambientales analizadas, los índices anteriores se normalizan, se suman y se les asignan a las unidades ambientales dentro del SAR. El valor de criticalidad no toma en cuenta la pérdida de hábitat, por lo que puede considerarse como una medida previa al desarrollo del proyecto y se expresa de la siguiente manera:

$$VC_u = IUA_i + VN_j + VIC_i^{N-1} \quad \text{Ecuación 6}$$

La integración de los tres factores anteriores, se puede hacer sencillamente utilizando una suma por cada unidad ambiental por separado como se muestra en la expresión anterior.

## Resultados

### **Riqueza faunística (RF<sub>i</sub>) de las unidades ambientales**

La mayor riqueza faunística dentro del SAR la posee el área agropecuaria (191 especies), seguida por la unidad ambiental de acahual de bosque tropical caducifolio (141 especies) y la unidad con menor riqueza es el bosque tropical caducifolio (180 especies), de acuerdo con el número de especies registradas durante el trabajo de campo. Como se mencionó anteriormente, la riqueza de especies constituye un elemento importante al considerar la evaluación de los servicios ambientales que puede proporcionar cada unidad ambiental, como puede ser disponibilidad de refugios, sitios de anidamiento y alimentación para la fauna.

Tomando lo anterior en consideración, la unidad ambiental que alberga en su interior el mayor número de especies es la de mayor valor de importancia. En este sentido, la unidad ambiental agropecuaria resulta el de mayor importancia (Cuadro IV-94).

**Cuadro IV-94. Riqueza faunística (Rfi.) encontrada en el SAR.**

Taxa	Total de especies	Rfi por Unidad Ambiental			Estatus Especies NOM
		Bosque tropical caducifolio	Acahual de Bosque tropical caducifolio	Área agropecuaria	
Anfibios	20	8	6	6	3
Reptiles	65	22	25	18	25
Aves	352	125	92	135	37
Mamíferos	75	25	18	32	10
∑ Rfi	512	180	141	191	75

El área agropecuaria resultó ser la unidad ambiental con mayor riqueza en especies, aunque no es mucha la diferencia, con respecto a la unidad ambiental de bosque tropical caducifolio (sólo 10 especies menos), esto debido a que el área agropecuaria es la unidad con

mayor porcentaje de superficie que cubre el SAR (41,23%), mantiene un número considerable de especies que se están desplazando entre parches de acahual de bosque tropical caducifolio, dando pie a que la fauna haga un uso de las áreas agropecuarias como sitios de alimentación (p. ej. sorgo, maíz y cacahuate), refugio en las cercas vivas o simplemente como áreas de paso entre parches de vegetación, la presencia de fauna en estas áreas, indica que a pesar de tratarse de zonas perturbadas y modificadas por acciones antropogénicas, pueden albergar un número considerable de especies de vertebrados. La alta riqueza en la unidad ambiental de bosque tropical caducifolio se debe a que las condiciones que ofrece esta unidad ambiental en cuanto a disponibilidad de refugios, alimento y áreas de anidación son las más adecuadas para su distribución; por otro lado, la unidad con una menor riqueza de especies fue el acahual de bosque tropical caducifolio lo cual se debe a que el porcentaje del área del SAR que ocupa es menor que el agropecuario (19.54%). Un punto importante que se debe tener presente es que el grupo de aves es el que se encuentra mayormente representado en las tres unidades ambientales descritas dentro del SAR.

#### ***Calidad de hábitat (CH<sub>ii</sub>)***

De acuerdo a los valores de cobertura que se encuentran en el Cuadro IV-95, estructuralmente el bosque tropical caducifolio obtuvo el valor más alto en el estrato arbóreo y el acahual de bosque tropical caducifolio obtuvo el valor más alto en el estrato arbustivo, en el estrato herbáceo tanto el AC como el BTC tienen un valor similar y el más alto es para la unidad ambiental de uso agropecuario. La unidad de BTC tiene una importancia alta debido a que tuvo un valor alto en el estrato arbóreo, pero se debe considerar de importancia al Acahual de bosque tropical caducifolio, dado que en el estrato arbustivo obtuvo el valor más alto lo que es relevante ya que de acuerdo con los coeficientes de importancia estructural es el estrato que favorece a diversas clases de fauna.

**Cuadro IV-95. Cobertura relativa total de cada estrato e importancia de cuerpos de agua en las unidades ambientales.**

Estrato	Vegetación y uso del suelo (UA)			Promedio
	Bosque tropical caducifolio	Acahual de bosque tropical caducifolio	Área Agropecuaria	
Árboles	31.5	23.8	0	18.35
Arbusto	11.80	16.25	0	9.35
Hierbas	11.30	11.25	15.50	12.68

Los valores promedio de importancia estructural de los estratos arbustivos y arbóreos, sugieren que a pesar de que las unidades ambientales se encuentran sujetas a constantes presiones, son de importancia relevante para la fauna.

El análisis de calidad del hábitat ( $CH_u$ ) se realizó aplicando la ecuación 2 en la cual los datos de entrada son los valores de los coeficientes de importancia estructural que se encuentran en el Cuadro IV-50 y los valores de cobertura relativa del Cuadro IV-96, e.g. para la unidad ambiental de Acahual de bosque tropical caducifolio el cálculo se realiza multiplicando el valor de cobertura de cada uno de los estratos de esta unidad ambiental por la suma del coeficiente del estrato correspondiente a cada clase  $[(31.5*(2+3+1))+(11.80*(3+3+2+2))+(11.30(2+0+3+3))] = 397.4$ , los valores de ( $CH_u$ ) se normalizan usando como parámetro de normalización el valor de ( $CH_u$ ) máximo y cada valor de ( $CH_u$ ) obtenido se divide entre este parámetro. De los datos normalizados del análisis de calidad del hábitat ( $CH_u$ ), se observó que el BTC y ABTC son las unidades de mejor calidad de hábitat para la fauna (Cuadro IV-96), siendo las áreas de uso agropecuario las de menor calidad.

**Cuadro IV-96. Calidad de Hábitat calculado y ponderado para cada UA.**

Unidad Ambiental	$CH_u$	
	Calculado	Normalizado
Bosque tropical caducifolio	397.40	1.00
Acahual de Bosque tropical caducifolio	395.3	0.99
Área Agropecuaria	124	0.31
$\sum CH_u$	916.7	2.30

**Importancia de la Unidad Ambiental (IUA)**

El cálculo de la importancia de las unidades ambientales se realizó aplicando la ecuación 1 considerando riqueza de fauna Cuadro IV-97 y calidad de hábitat para bosque tropical caducifolio riqueza de fauna (180 especies) por ( $CH_u$ ) (397.4) nos da como resultado 71 532.0, se realizó la normalización de los IUA obtenidos calculando la suma total de estos y dividiendo cada uno de los IUA entre el total obtenido. El valor más alto de  $IUA$  lo obtuvo nuevamente el bosque tropical caducifolio con una diferencia grande de las otras dos unidades. Las áreas de uso agropecuario no obtuvieron una importancia relativa alta, sin embargo, esta unidad ambiental ofrece algunos recursos a ciertas especies, pudiendo funcionar como conector entre áreas de refugios y de alimentación debido a la cobertura que llegan a proporcionar, incluso son utilizadas como sitio de alimentación y reproducción por algunas especies a pesar de ser áreas bajo afectación antropogénica.

**Cuadro IV-97. Importancia de las unidades ambientales.**

Unidad Ambiental	$IUA_{i(c)}$	$IUA_{i(N 0-1)}$
Bosque tropical caducifolio	71 532.0	0,47
Acahual de bosque tropical caducifolio	55 737.30	0.37
Área Agropecuaria	23 684.0	0,16
$\Sigma IUA_i$	50 953.30	1,00

**Índice de importancia por especies**

El índice de importancia por especies NOM se calculo utilizando la ecuación 3 y cuyos resultados obtenidos para cada unidad ambiental se normalizan de la misma manera que  $CH_u$ . Los índices de importancia por especies NOM, del Acahual de bosque tropical caducifolio y del Bosque tropical caducifolio, son los de valores más altos Cuadro IV-98) debido al número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que albergan y a que estas dos unidades ambientales comparten casi la mayoría de las especies, por último tenemos las áreas de uso agropecuario, en las cuales se registro menor número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Cuadro IV-98. Índice de Importancia por especies NOM(VNJ).**

Unidad Ambiental	VNj(c)	VNj(N)
Bosque tropical caducifolio	68,00	1.00
Acahual de bosque tropical caducifolio	52.00	0.77
Área agropecuaria	44,00	0,65
$\Sigma VN_{j,u}$	164,00	2,42

### Valor de importancia para la conservación

Un aspecto mas que se debe considerar, es el interés de los grupos sociales para la conservación. Dicho interés puede incorporarse en el análisis como una función dentro del área ocupada por el proyecto como se ha realizado en otras manifestaciones (INECOL 2003, INECOL 2007) y como lo recomienda Pérez-Maqueo (2003). Para este proyecto, existen algunos grupos con interés en la región, dado el potencial para el desarrollo de parques eólicos. En la región existen tres áreas destinadas voluntariamente a la conservación: Zona de Uso Común en Río Verde del Cerro de Tolistoque (Ejido Mena Nizanda), Zona de Uso Común en Cerro Bandera (Ejido Mazahua) y Zona 1 y 2 del Área de Uso Común (Ejido La Ventosa), las cuales se traslapan con el límite del SAR, por tal motivo se incluye en el análisis. Además existe una propuesta para conservación de aves endémicas la cual si se incluye en el análisis.

La organización “BirdLife” ha propuesto como área de conservación la región del Istmo de Tehuantepec, esto para el caso específico de aves endémicas, la zona para BirdLife es conocida como EBA 014 (Endemic Bird Area por sus siglas en inglés, Stattersfield *et al.*, 1998). Por estas razones, el interés de grupos sociales se incorpora en el análisis de criticalidad, ya que al igual que las AICAS (Áreas de importancia para la conservación de las aves en México, Arizmendi y Valdelamar, 1998), BirdLife propone como una EBA a todo el Istmo de Tehuantepec (EBA 014 con 6 700 km<sup>2</sup>) con un nivel de compromiso de valor 1 (como propuestas sin decreto), que pone de manifiesto la relevancia de la región por parte de grupos opositores a los parques eólicos. Los valores de importancia se muestran en el Cuadro IV-99.



**Cuadro IV-99. Valores de importancia para la conservación ( $VIC_i$ ) y magnitud de la superficie de interés para la conservación ( $A_{ip}$ ).**

P	$O_p$	Bosque tropical caducifolio	Acahual de Bosque tropical caducifolio	Área Agropecuaria
RHP	2	0,00	0,00	0,00
ANP	2	2 175,980	97,95	266,530
RTP	2	0,00	0,00	0,00
EBA 014	1	8 862.490	4 500.37	9 495.44
AICAS	2	0,00	0,00	0,00
$\sum A_{ip}$		13 214.45	4 696.27	10 028.5
$A_i$		2,53	3,59	25,11
$VIC_i$		5 223.103	1 308.153	399.383
$VIC^{N-1}_i$		1	0,25	0.07

RHP= Región Hidrológica Prioritaria, ANP= Área natural Protegida, RTP= Región terrestre Prioritaria, EBA= Endemic Birds Area, AICAS= áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México.

**Valor de criticalidad de las unidades ambientales**

De acuerdo a la metodología utilizada, los valores de criticalidad que se presentan en el Cuadro IV-100, incorporan la importancia de las unidades ambientales desde el punto de vista funcional y de interés humano, la importancia de las especies en las unidades ambientales, y el valor de importancia para la conservación, como se mostró en la expresión de criticalidad. El valor de criticalidad se calcula sumando los valores normalizados de  $IUA_i$ ,  $VN_i$ ,  $VIC_i$ .

**Cuadro IV-100. Resumen de Índices calculados, valores normalizados y valor de criticalidad (VC) para cada unidad ambiental.**

Unidad ambiental	Bosque tropical caducifolio	Acahual de Bosque tropical caducifolio	Área Agropecuaria
$IUA_i$	71 532.0	55 737.30	23 684.0
$VN_i$	68.00	52.00	44.00
$VIC_i$	36.474	33.77	23.44
$\sum VC_u$	71 636.474	55 823.07	23 751.44
<b>Normalizados</b>			
$IUA_i$	0.47	0.37	0.16
$VN_i$	1.00	0.77	0.65
$VIC_i$	1.00	0.25	0.07
$\sum VC_u^{N-1}$	2.47	1.39	0.88

Los resultados muestran al bosque tropical caducifolio y al acahual de bosque tropical caducifolio como las unidades ambientales más críticas, y la unidad de uso agropecuario tiene un valor de criticalidad menor. Estas unidades tienen un valor de criticalidad más alto debido a

que albergan mayor número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como su calidad de hábitat es más alto, por otro lado, debido a que las áreas de uso agrícola o pecuario ya han sido transformadas es lógico que obtuviera el valor mas bajo en cuanto a criticidad; estos indices son mostrados en la (Figura IV-105).

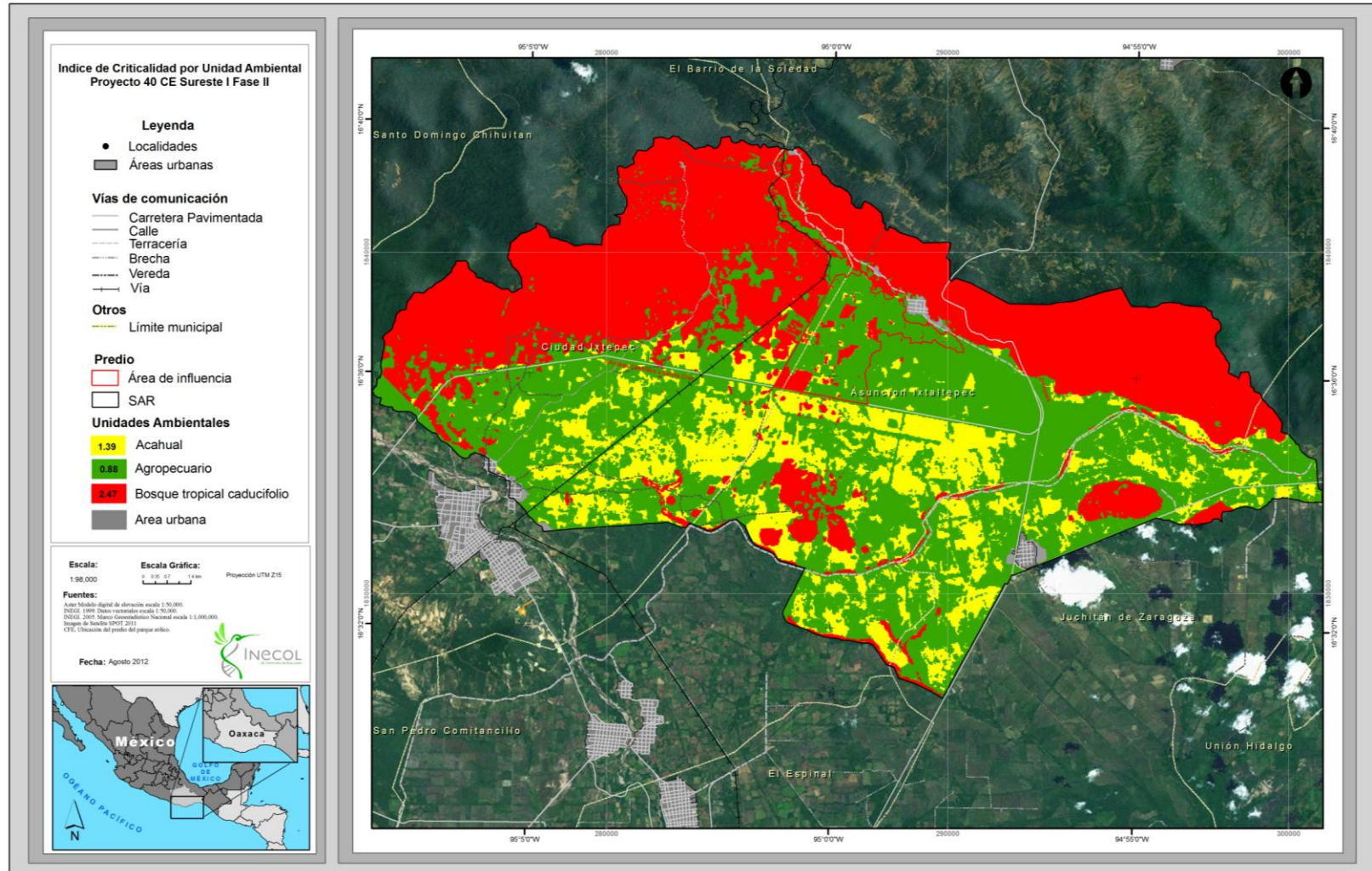


Figura IV-105. Índices de criticalidad para cada una de las unidades ambientales, BTC=2.47 ABTC=1.39 y AG= 0.88.

Un aspecto importante a considerar es el hecho de que en el presente análisis no se considera el factor del evento de migración de aves. Este fenómeno biológico se presenta durante la temporada de primavera y otoño, siendo esta última la de mayor importancia por el gran número de aves que sobrevuelan la región. En el otoño un número considerable de especies migratorias hacen uso de estas unidades ambientales para alimento, percheo, etc lo cual le confiere importancia a estas unidades ambientales.

### **Valoración de los indicadores ambientales y diagnóstico**

Los indicadores ambientales obtenidos en función de biodiversidad se analizaron en el apartado IV.2.2.4 de éste capítulo.

Para determinar el estado de cada unidad ambiental se evaluaron los índices calculados así como dos indicadores ambientales que son, condición de la unidad ambiental por uso humano (intervención antrópica) y conservación de la unidad ambiental tomando en cuenta su estructura y composición florística, los valores que toma cada índice o indicador ambiental se normalizaron para que se encuentren en una escala de 0 a 1 donde el 1 significa la condición óptima y 0 es la peor situación, Cuadro IV-101.

**Cuadro IV-101. Valoración del estado de cada unidad ambiental y diagnóstico.**

Unidad Ambiental	Indicadores Ambientales						Diagnóstico
	Importancia de la Unidad Ambiental	Importancia por especie (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Valor de importancia para la conservación	Condición debido al uso humano	Estado conservación composición florística	Condición Final	
BTC	0.47	1	1	1	1	4.47	Conservado
AC	0.37	0.77	0.25	0.7	0.7	2.79	Perturbado
AG	0.16	0.65	0.66	0.07	0.2	1.87	Muy Perturbado

La unidad ambiental de bosque tropical caducifolio se caracteriza por no tener intervención antrópica, su calidad de hábitat es alta, esta unidad ambiental que alberga una alta riqueza de especies, tiene un número mayor de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, su composición florística tiene un mayor valor debido a que el estrato arbóreo es mayor a las otras unidades ambientales, por lo tanto se considera como una unidad ambiental

conservada. La unidad ambiental de acahual de bosque tropical caducifolio alberga una riqueza de especies mas baja que las otras unidades, tiene menos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene intervención antrópica, su cobertura arbórea es menor que el BTC, pero tiene un mayor valor en cobertura arbustiva, se le considera como una unidad ambiental perturbada y por último la unidad ambiental de uso agropecuario, se caracteriza por tener una intervención antrópica alta dada la deforestación que se lleva a cabo, la cobertura herbácea es la única presente en esta unidad ambiental, presenta la mayor riqueza de especies esto debido a que ocupa mayor superficie en el SAR (41.23% del total de la superficie), debido a la intervención antrópica alta, se considera una unidad ambiental muy perturbada.

Aunado al resultado que nos da la valoración de los indicadores ambientales, en el SAR se observa que hay gran cantidad de infraestructura ya establecida. **Dentro del SAR pero fuera del Área de Influencia** se encuentran las centrales eólicas, que se tomaron como uno de los criterios para delimitación del éste, CE Eléctrica del Valle, CE Iberdrola, CE Fuerza Eólica del Istmo (Peñoles), CE Bii Nee Stipa II, Vías de Comunicación como la Carretera Federal No. 185 Matías Romero – Juchitán de Zaragoza, la Super Carretera Arriaga - Salina Cruz, la Vía de Ferrocarril, Líneas de transmisión Eléctrica como: Línea de 400 kV a Subestación Juile, la Subestación Ixtepec, Subestación Eoliatic y **dentro del Área de Influencia** se encuentran LT Oaxaca II, III y IV, LT de 115 kV, LT CE Fuerza Eólica del Istmo (Peñoles), LT Demex-Ventosa, Línea de Gas de 12'' de diámetro (Amoniaco), Oleoducto de 30'' y 48'' Nuevo Teapa – Salina Cruz, este es un factor que tiene como efecto la fragmentación del ecosistema en el cual se encuentra ubicado el Sistema Ambiental Regional y por ende, el Área de Influencia, del Proyecto 40 Sureste I Fase II, además de que existe fragmentación debido a las actividades antropogénicas.

Otro efecto de la infraestructura es sobre el paisaje, este ya se encuentra modificado debido a la infraestructura existente en el SAR. (Anexo II-3).

## Conclusión

Como resultado de la evaluación del SAR del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, se determinó que ha sufrido el mismo proceso de degradación ambiental que se esta presentando en toda la región del Istmo de Tehuantepec. El bosque tropical caducifolio que hasta antes del siglo XIX era la vegetación predominante en toda la región, se ha reducido a pequeños fragmentos. Se ha estimado que los bosques tropicales caducifolios se encuentran entre los

tipos de vegetación mas amenazados del planeta por presentar una de las tasas de deforestación más altas, solo por debajo de las selvas altas perennifolias (Challegger 1998; FAO 2000).

Particularmente en el SAR, algunas áreas que originalmente eran ocupadas por bosque tropical caducifolio han sido modificadas para actividades productivas ocupando una gran porción del área del SAR. La fuerte presión ejercida sobre el SAR en la parte sur ha originado la degradación de la cubierta vegetal y por consiguiente la del suelo. Esto ha incrementado las condiciones de xericidad, puesto que al no haber vegetación, la evaporación es muy intensa, dificultándose el restablecimiento de las comunidades vegetales originales.

La presión ejercida por la tala y quema para el cambio de uso de suelo, afecta de manera indistinta a cualquier especie. La degradación que presenta el bosque tropical caducifolio o el acahual tienen como resultado la reducción de sitios de refugio o alimentación para la fauna, sin embargo están manteniendo una importante diversidad de fauna y flora característica de este tipo de hábitat.

Para ponderar la importancia que están teniendo este tipo de fragmentos en el mantenimiento de la diversidad en el SAR y, en general, en el funcionamiento del ecosistema, se utilizó el índice de criticalidad que utiliza información sobre la cobertura vegetal existente por cada unidad ambiental evaluando, diversidad de flora y fauna incluyendo aquellas especies endémicas o que se encuentran dentro de alguna categoría de protección y el valor para la conservación.

Los resultados obtenidos por el índice de criticalidad permiten determinar que la unidad de bosque tropical caducifolio es la que presento el valor mas alto de criticalidad (2,47), en segundo lugar de criticalidad lo obtuvo el acahual de bosque tropical caducifolio (1,39) y el valor mas bajo fue para el área agropecuaria (0,88). Su criticalidad se basa principalmente en la diversidad que alberga el bosque tropical caducifolio que al estar siendo afectada por serias amenazas como lo son el aumento de la frontera agropecuaria, incendios forestales, ganadería extensiva, y la infraestructura existente, entre otras, ponen en riesgo la integridad ecológica del SAR. Uno de los componentes que más aportaron al valor de criticalidad fue el índice del valor de la unidad, que toma a la riqueza de especies como su principal componente de ponderación. En este sentido, como la unidad de tipo agropecuario ocupa una mayor superficie del SAR, registró un alto número de especies de fauna, por lo tanto obtuvo el valor alto de criticalidad (2,47), de igual manera la unidad de bosque tropical caducifolio presento una alta riqueza en

especies de fauna, lo anterior esta indicando que estas unidades son de relevancia para las especies pero además se debe considerar la importancia de la unidad ambiental de acahual de bosque tropical caducifolio (obtuvo un valor alto 1,39), ya que son importantes las interacciones ecológicas que estos pueden tener tanto con áreas agropecuarias como con bosque tropical caducifolio, lo que esta permitiendo el mantenimiento de la diversidad registrada en el SAR. Esto puede explicar como un hábitat altamente fragmentado y con fuertes amenazas de transformación esté albergando una alta riqueza de especies, entre las que se encuentran especies endémicas o que se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de protección.

Un rasgo sobresaliente descrito para el SAR es que se ha registrado que lo cruzan dos rutas migratorias, una pasa al Norte del predio y corresponde de la especie *Leucophaeus pipixcan* y otra al suroeste del predio que corresponde al *Buteo swainsoni* y una ruta más se registro fuera del predio, a 2 km al noreste del predio y en la cual se registraron dos especies, *Leucophaeus pipixcan* y *Cathartes aura* la cual no tiene alguna implicación ya que esta se encuentra fuera del Área de Influencia del proyecto. El vuelo de los individuos registrados para estas especies fue en dirección Sur-Noroeste, y su altura de vuelo mínima fue de 119 m (una altura por arriba de la riesgo de colisión considerando los aerogeneradores de 115 m). Este es un fenómeno biológico de importancia continental que le proporciona un valor biológico al SAR, la composición involucra especies de gran interés para la conservación principalmente compuesta por aves rapaces.

En conclusión, el escenario que presenta el SAR antes de ubicar el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II nos indica que cuenta con áreas conservadas (BTC) en la parte norte con una superficie de 8 862.49 ha (38.48 % del total), áreas perturbadas (ABTC) con una superficie de 4 500.37 ha (19.54% del total) y áreas muy perturbadas (AG) las cuales ocupan la mayor superficie del SAR 9 495.44 ha (41,23% del total), esto se debe a que el SAR se encuentra dentro de un paisaje que, como se menciona en el apartado de consideraciones previas, históricamente parte de sus áreas de vegetación original han sido transformadas a áreas agropecuarias y además el ecosistema se encuentra fragmentado debido a la infraestructura que se ha instalado en los últimos años. A pesar de lo anterior, el SAR sigue presentando componentes naturales que indican una capacidad de resiliencia del sistema ambiental. Esta capacidad de resiliencia, sin duda, esta basada en los fragmentos de vegetación que constituyen el paisaje del SAR.

## CONTENIDO

<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>1</b>
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	2
V.1.1 Indicadores de Impacto .....	4
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto .....	4
V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación .....	6
V.2 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada .....	9
V.2.1 Proceso de calificación .....	12
V.2.2 Evaluación cualitativa del impacto potencial .....	14
V.3 Descripción Cualitativa de Impactos Relevantes .....	14
V.3.1 Vegetación .....	14
1.43 .....	18
V.3.2 Fauna .....	18
V.3.3 Susceptibilidad de fauna voladora a colisionar con aerogeneradores en el sitio del Proyecto Sureste I.	23
V.4 Sistema Ambiental Regional, interacciones de Parques eólicos .....	33
V.4.1 Ruido .....	36
V.4.2 Colisiones de aves y murciélagos .....	36
V.4.3 Impactos al Medio Socioeconómico .....	37
V.4.4 Percepción social .....	39
V.5 Impactos Acumulativos .....	40
V.5.1 Metodología .....	40
V.5.2 Modelo de Impacto .....	40
V.5.3 . Resultados .....	46
V.5.4 Análisis de la vegetación sobre la tasa de transformación .....	53
V.5.5 Análisis comparativo del riesgo de colisión .....	68
V.6 Impactos Sinérgicos .....	77
V.6.1 Metodología .....	77
V.6.2 Resultados .....	77
V.7 Descripción de los impactos residuales identificados .....	82
V.7.1 Calidad del suelo .....	82
V.7.2 Cobertura Vegetal .....	83
V.7.3 Paisaje .....	83
V.7.4 Pérdida de individuos .....	84



ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## Índice de Figuras

<i>Figura V-1. Intervención de unidades ambientales por las obras del Proyecto</i>	15
<i>Figura V-2. Sitios potenciales de atropellamiento de fauna por el tránsito de vehículos</i>	22
<i>Figura V-3. Área de influencia y las rutas migratorias que pasan por el sitio del proyecto Sureste I. (el ancho de las líneas en la figura es una representación gráfica para ser visualizadas, no representa el ancho del Vortex)</i>	28
<i>Figura V-4. Sitios potenciales de colisión de murciélagos con los aerogeneradores y el rasgo de la Cueva</i>	30
<i>Figura V-5. Altura de vuelo por especies registradas</i>	31
<i>Figura V-6. Incidencia de especies e individuos por tipo de vegetación</i>	32
<i>Figura V-7. Parques eólicos aledaños al Proyecto.</i>	34
<i>Figura V-8. Diagrama de vínculos potenciales para el componente Cobertura de la Vegetación</i>	47
<i>Figura V-9. Diagrama de vínculos potenciales para el componente Fauna, enfoque Aves y Murciélagos</i>	49
<i>Figura V-10. Diagrama de vínculos potenciales para el componente Paisaje</i>	51
<i>Figura V-11. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional (Fuente: SIG de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL)</i>	59
<i>Figura V-12. Distribución de cinco usos de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I para los años 1979, 1992, 2001 y 2011</i>	61
<i>Figura V-13. Línea de tiempo con procesos relevantes en la transformación de la región del Istmo de Tehuantepec.</i>	62
<i>Figura V-14. Cambio de uso de suelo y vegetación del SAR (Fuente: SIG de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL)</i>	64
<i>Figura V-15. Área de influencia del proyecto (Fuente: SIG de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL).</i>	66
<i>Figura V-16. Tasa anual de cambio de uso de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2011 y 1979-2011.</i>	68
<i>Figura V-17. Matriz de Identificación de Impactos Sinérgicos</i>	81

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro V-1. Identificación de indicadores de impacto .....</i>	<i>5</i>
<i>Cuadro V-2. Matriz de Cribada de Impactos causa-efecto, donde se muestran los indicadores y su efecto: Relevante (R) y No Relevante (N). .....</i>	<i>7</i>
<i>Cuadro V-3. Criterios de valoración del impacto potencial .....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro V-4. Valores de relevancia de impacto.....</i>	<i>12</i>
<i>Cuadro V-5. Matriz de Impactos evaluada, la cual muestra el valor de relevancia del impacto .....</i>	<i>13</i>
<i>Cuadro V-6. Extensión de afectación en cada unidad ambiental y porcentaje con respecto a la vegetación presente en el Área de Influencia. ....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro V-7. Evaluación de la relevancia (R<sub>i</sub>) de los impactos en cada unidad ambiental.....</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro V-8. - Afectaciones temporales por unidad ambiental detalladas por tipo de obra .....</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro V-9. Cantidad y porcentaje de individuos detectados por categoría de alturas de vuelo en metros sobre el nivel del suelo (msns) en el área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Primavera 2012.....</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro V-10. Costos de producción por hectárea sembrada .....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro V-11. Beneficios económicos generados por el establecimiento del Proyecto CE Sureste I, Fase II, utilizando un caso hipotético. Los precios unitarios se establecieron con base a la información obtenida con propietarios de las poblaciones cercanas y puede variar dependiendo de la empresa promotora del proyecto (2008). ....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro V-12. Temas y componentes seleccionados .....</i>	<i>42</i>
<i>Cuadro V-13. Atributos de valoración de vínculos.....</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro V-14. Cuadro. Evaluación de los vínculos potenciales identificados en el componente de Cobertura vegetal. ....</i>	<i>48</i>
<i>Cuadro V-15. Evaluación de los vínculos potenciales identificados en el componente Fauna, enfoque, Aves y Murciélagos. ....</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro V-16. Tabla. Evaluación de los vínculos potenciales identificados en el componente paisaje .....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro V-17. Relación de imágenes utilizadas en el análisis de cambio.....</i>	<i>53</i>
<i>Cuadro V-18. Tipos de vegetación identificados en las imágenes LANDSAT y SPOT; así como en el campo.....</i>	<i>55</i>
<i>Cuadro V-19. Nuevas clases y códigos para los distintos usos de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I .....</i>	<i>56</i>
<i>Cuadro V-20. Interpretación de las combinaciones entre códigos de distintas fechas de uso de suelo para obtener los cambios de uso de suelo.....</i>	<i>57</i>
<i>Cuadro V-21. Superficies en Hectáreas y en porcentaje para distintos usos de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I para los años 1979, 1992, 2001, 2011 y 2011 con las respectivas remociones del proyecto. ....</i>	<i>60</i>
<i>Cuadro V-22. Superficies en Hectáreas y en porcentaje de los cambios de cobertura en el SAR del predio de la CE Sureste I para los años 1979, 1992, 2001, 2011 y 2011 con las respectivas remociones del proyecto. ....</i>	<i>65</i>
<i>Cuadro V-23. Tasas de deforestación en porcentaje para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2011, 1979-2011 y 1979-2011 con remociones; en el SAR del predio de la CE Sureste I, Fase II.....</i>	<i>67</i>
<i>Cuadro V-24. Reportes de colisiones de aves y murciélagos ocasionados por estructuras antropogénico en algunas regiones del mundo. ....</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro V-25. Naturalidad para el total del SAR .....</i>	<i>74</i>
<i>Cuadro V-26. Interacciones de Impactos para el medio físico.....</i>	<i>78</i>
<i>Cuadro V-27. Interacciones de Impacto para el medio biológico .....</i>	<i>79</i>



*Cuadro V-28. Interacciones de Impactos para los componentes Físico y Biológico.....80*  
*Cuadro V-29. Interacciones de Impacto para los componentes Biológico y Social.....80*

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Este capítulo tiene el objetivo de identificar, describir y evaluar los impactos que resulten de la interacción del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II con los componentes ambientales identificados y caracterizados en el Sistema Ambiental Regional delimitado para este proyecto. Como parte de la mencionada interacción proyecto-ambiente se considero la descripción de los aspectos técnicos (obras y actividades del proyecto), descritos en el Capítulo II, el análisis del marco jurídico y normativa ambiental detallado aplicable en el área de influencia en el Capítulo III, así como de la caracterización y del diagnóstico ambiental y la condición de línea base determinados para los componentes ambientales caracterizados en el Capítulo IV.

Se entiende por aspectos ambientales cada una de las interacciones entre las acciones del proyecto y el ambiente físico, biológico y humano en el que se implantará. Dichos aspectos durante el desarrollo de este capítulo, serán “filtrados” mediante matrices que permitirán determinar qué aspectos serán considerados como impactos ambientales ya sean negativos o positivos.

Finalmente es importante mencionar que la evaluación de los impactos ambientales combina aspectos objetivos y subjetivos, por lo que la metodología a emplear contará con la participación de un equipo de expertos que en conjunto definirán los criterios adecuados para el Proyecto, permitiendo de esta manera minimizar los aspectos subjetivos presentes en la evaluación de impactos, por ejemplo el componente Paisaje.

Previo a la identificación de los impactos debemos mencionar que el Diagnóstico ambiental, realizado en el capítulo IV, es un referente sobre el conocimiento del estado en el cual se encuentra el SAR y el Área de Influencia, esta línea base servirá para identificar como las acciones del proyecto impactan a los componentes ambientales, en tal manera que se determine la magnitud del efecto por medio de las modificaciones que el Proyecto cause en el ambiente.

Para efectos del diagnóstico se define como Unidad Ambiental a cada territorio con atributos de vegetación y/o uso de suelo semejante. En este caso se determinaron cuatro unidades ambientales: la primera que se denomina “Bosque tropical caducifolio” y la conforman el *Bosque tropical subcaducifolio (BTSC)*, *Bosque tropical caducifolio (BTC)* y *Ripario (R)*, esto debido a que la mayor superficie la ocupa el *BTC*, la segunda “*Acahual de bosque tropical caducifolio*”

(ABTC), la tercera “Agropecuaria” (AG) y la cuarta “área urbana” (AU). Estas unidades identificadas se encuentran en diferentes grados de conservación, considerando los cambios drásticos de uso de suelo. En cuanto al componente de fauna dentro del SAR se registraron, por medio de registros bibliográficos y de campo, 431 especies, de las cuales 288 corresponden a la avifauna, 69 especies a mamíferos, 16 especies a anfibios y 58 a reptiles, dentro del Área de Influencia se registraron 116 especies, de las cuales 85 corresponden a la avifauna, 20 especies a mamíferos, dos especies a anfibios y nueve especies a reptiles. En cuanto a especies que se encuentran registradas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se obtuvo que para aves se tienen 37 especies registradas en el SAR y ocho en el área de influencia, mamíferos 10 en el SAR y ninguna en el área de influencia, de herpetofauna 28 especies en el SAR y una especie en el área de influencia.

Para flora se registro en el SAR una alta riqueza de especies (303) mientras que para el Área de Influencia se registraron 88 especies de las cuales cinco especies se encuentran registradas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El escenario que presenta el SAR (donde queda contenida el Área de Influencia), antes de ubicar el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II nos indica que cuenta con áreas conservadas (BTC) en la parte norte con una superficie de 8 862.49 ha (38.48 % del total), áreas perturbadas (ABTC) con una superficie de 4 500.37 ha (19.54% del total) y áreas muy perturbadas (AG), , las cuales ocupan la mayor superficie del SAR 9 495.44 ha (41,23% del total), esto se debe a que el SAR se encuentra dentro de un paisaje que, como se menciona en el apartado de consideraciones previas, históricamente parte de sus áreas de vegetación original han sido transformadas a áreas agropecuarias y además el ecosistema se encuentra fragmentado debido a la infraestructura que se ha instalado en los últimos años. A pesar de lo anterior, el SAR sigue presentando componentes naturales que indican una capacidad de resiliencia del sistema ambiental. Esta capacidad de resiliencia, sin duda, esta basada en los fragmentos de vegetación que constituyen el paisaje del SAR.

### **V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

Las metodologías de EIA están destinadas a sistematizar y potenciar el proceso de evaluación, sin embargo una metodología, por buena que sea, no excluye la subjetividad presente para

algunos aspectos ambientales. En consecuencia es necesario elegir una metodología adecuada con base en las características del proyecto y el sistema ambiental donde se ejecutará.

En apego a lo que sugiere la Guía Modalidad Regional, en cuanto al desarrollo de este apartado, el proceso de identificación y evaluación será desarrollado en dos etapas: la primera consiste en la selección de los indicadores de impacto que van a ser valorados y finalmente la selección y justificación de la metodología de evaluación.

La fase de identificación de los impactos es muy importante porque una vez conocidos los efectos se pueden valorar las consecuencias, con más o menos precisión por diferentes sistemas, en este caso se utilizó una herramienta de identificación útil en las primeras etapas del Proyecto, una Lista de Control adecuada a las particularidades del Proyecto y el entorno en el cual se pretende instalar la cual incluye, todas las acciones del Proyecto susceptibles de dar lugar a impactos. El listado fue proporcionado a los especialistas en campo para descartar factores innecesarios o precisar información, lo que permitió contar con un listado evolutivo de impactos para el área de influencia, previo al procesamiento de datos en campo.

Para el caso de la evaluación de impactos ambientales producto de las actividades del Proyecto materia de este estudio, se ha considerado como metodología de identificación de impactos, el Análisis Matricial Causa-Efecto, adaptándola a las condiciones de interacción entre las actividades de los procesos del Proyecto y los componentes ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos de la actividad generados por el proyecto en el área de influencia.

En este sentido se elaboró una matriz de evaluación Causa-Efecto en la cual se analizan las interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales de su entorno posiblemente afectados.

Por otro lado se ha elaborado una matriz de calificación de impactos ambientales que se generan producto del desarrollo del Proyecto.

Para la aplicación de la metodología de evaluación fue necesario definir los indicadores de impacto con respecto a los efectos potenciales sobre el medio durante las distintas etapas de ejecución del Proyecto.

Finalmente la metodología a seguir considera:

- Factores generadores de impacto



- Componentes ambientales e indicadores de impacto
- Matriz cribada de impactos ambientales
- Valoración y Evaluación cualitativa de los impactos potenciales
- Descripción cualitativa de impactos relevantes

### V.1.1 Indicadores de Impacto

Según Canter (1997) los “indicadores” se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico. La selección de indicadores en este apartado cubre el propósito de medir el desempeño del medio ambiente y la dimensión de los efectos que podrían producirse como consecuencia de la inserción del Proyecto, mediante una valoración cualitativa y cuantitativa. Los indicadores seleccionados deben cumplir con el criterio de utilidad obedeciendo a las características de Representatividad, Relevancia y además fueran excluyentes, cuantificables y de fácil identificación.

### V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

La siguiente lista, elaborada con base en lo recomendable por Canter (1997), Conésa – Fernández (1997) y la Guía de la SEMARNAT (2010), presenta los indicadores de impacto considerados, o sea los elementos del medio ambiente afectados, o potencialmente afectados por las acciones del proyecto (Cuadro V-1). A los indicadores se les asigna un valor de importancia, expresado en Unidades de Importancia (UIP), que resulta de la distribución de 1000 unidades asignadas al total de los indicadores ambientales (Bolea, 1984 citado en Conésa – Fernández, 1997).

**Cuadro V-1. Identificación de indicadores de impacto**

Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Indicador de impacto	UIP	
Medio físico	Medio abiótico	Atmósfera	Emisión y dispersión de gases	30	
			Emisión de partículas a la atmósfera	30	
			Incremento en los niveles de ruido	30	
		Geología	Modificaciones al relieve	20	
			Riesgo de erosión	40	
		Suelo	Potencial de contaminación de suelo por derrames de residuos	30	
			Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos domésticos y sanitarios	30	
		Agua (hidrología superficial y subterránea)	Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos peligrosos y no peligrosos (vehículos y maquinaria)	30	
			Modificaciones a la escorrentía superficial	60	
			Intervención de cobertura vegetal,	90	
		Medio biótico	Flora (terrestre)	Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2010	50
				Pérdida de individuos (por cacería y atropellamiento)	55
			Fauna terrestre y voladora (vertebrados terrestres)	Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores y LAT	85
Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2001	60				
Medio perceptual	Paisaje	Impacto visual (calidad del paisaje)	80		
Medio socioeconómico-cultural	Medio sociocultural	Comunidades	Percepción Social	50	
	Medio socioeconómico	Economía	Generación de empleos	80	
			Incremento en la derrama económica local	80	
			Migración	70	
<b>Total al medio ambiente afectado por el proyecto</b>				<b>1,000</b>	

### **V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación**

Los criterios y metodologías de evaluación de impactos ambientales se definen considerando los elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto u obra: basándose en la identificación de indicadores de impacto se genera la matriz cribada de impactos potenciales, lo que permite determinar las relaciones causales entre las acciones del Proyecto y los indicadores de impacto. Se colocan las actividades por etapas en las columnas y los indicadores ambientales en las filas.

#### **V.1.3.1 Criterios**

En esta etapa se diferencian los impactos relevantes y no relevantes, según los siguientes criterios:

Impactos relevantes (R): son impactos que tienen una repercusión considerable en el área de influencia, capaz de generar cambios sustanciales que afecten las funciones de los componentes a corto, mediana y/o largo plazo, que por su naturaleza se consideran positivos (+) o negativos (-).

Impactos no relevantes (N): Se considera a todos los impactos que no fueron estimados como relevantes y que puedan presentar alteraciones al sistema sin causar la pérdida de funciones ecosistémicas pero que deben ser atendidos por las medidas de mitigación (Cuadro V-2).

**Cuadro V-2. Matriz de Cribada de Impactos causa-efecto, donde se muestran los indicadores y su efecto: Relevante (R) y No Relevante (N).**

		PREPARACION DEL SITIO			CONSTRUCCION														OPERACIÓN	
		Despalme del terreno provisionales de interconexión entre aerogeneradores y construcción de cunetas	Trazo y preparación de cimentaciones de aerogeneradores	Armado de varillas en cimentaciones de aerogeneradores	Colocación de tierras y ductos eléctricos en cimentaciones de aerogeneradores	Colocación de góndola de aerogeneradores	Colado de cimentaciones de aerogeneradores	Instalación del bus ducto a lo largo de los caminos de interconexión	Construcción de los registros eléctricos a lo largo del bus ducto	Construcción del sistema de drenaje pluvial de la central	Cimentaciones y montaje electromecánico de equipos en la subestación	Construcción del sistema de tierras de la central	Erección de torres de aerogeneradores	Erección de góndola y rotor de aerogeneradores	Construcción de edificios auxiliares	Construcción de caminos interiores de la central	Instalación del sistema de control	Pruebas y puesta en servicio	Operación y Mantenimiento	
Componente ambiental	Indicador de impacto																			
Atmosfera	Emisión y dispersión de gases	N	N		N	N				N	N		N			N	N			
	Emisión de partículas a la atmósfera	N	N		N	N		N		N	N		N			N	N			
	Incremento en los niveles de ruido																	N	N	
Geología	Modificaciones al relieve	N	N																	
Suelo	Riesgo de erosión	R (-)	N							N	N									
	Potencial de contaminación de suelo por derrames de residuos		N		N	N				N	N				N				N	
Agua (hidrología superficial y subterránea)	Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos domésticos y sanitarios	N	N		N	N		N							N					

	Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos peligrosos y no peligrosos (vehículos y maquinaria)	N	N							N	N									
	Modificaciones a la escorrentía superficial		N				R(-)	R(-)	N	R(-)					R(-)	R(-)				
<b>Flora (terrestre)</b>	Intervención de cobertura vegetal	R(-)	R(-)					R(-)		R(-)					R(-)	R(-)				
	Especies bajo protección	R(-)	R(-)					R(-)		R(-)					R(-)	R(-)				
<b>Fauna terrestre y voladora (vertebrados terrestres)</b>	Pérdida de individuos (por cacería y atropellamiento)	R(-)	R(-)		N			N	N	N	N					R(-)	R(-)		N	
	Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores																	R(-)	R(-)	
<b>Fauna terrestre y voladora (vertebrados terrestres)</b>	Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2010	N	N					N	N	N	N					N	N		R(-)	N
<b>Paisaje</b>	Impacto visual	R(-)					R(-)	R(-)						R(-)		R(-)			R(-)	R(-)
<b>Comunidades</b>	Percepción Social																			
<b>Economía</b>	Generación de empleos	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)
	Incremento en la derrama económica local	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)
	Migración	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)	R(+)

## V.2 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

### Valoración cualitativa del impacto potencial

Después de haber identificado las interacciones dentro de la matriz, se hace una valoración cualitativa del impacto potencial respecto al componente afectado. Los criterios utilizados para esa calificación fueron tomados de Conésa-Fernández (1997) (Cuadro V-3), y están presentados con su valoración en la siguiente lista:

**Naturaleza (NA):** Indica si las acciones del proyecto deterioran o mejoran las características del atributo ambiental, es decir, si es benéfico o adverso. Esta característica se denota por los signos positivo (+) o negativo (-).

**Intensidad (I):** Se refiere al grado de incidencia de la acción, sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresara una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.

**Extensión (EX):** Se refiere al área de extensión teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el impacto). Si la acción produce un impacto muy localizado, se considerara que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su graduación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

**Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_j$ ) sobre el factor del medio considerado. Así cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año será corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, este será mediano plazo (2), y si el efecto tarde en manifestarse más de cinco años, el periodo será largo plazo (1).

**Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción

produce un efecto fugaz asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, será temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente, asignándole un valor de (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad.

**Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es corto el plazo se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior.

**Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Así, si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente el efecto es mitigable y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana) le asignamos un valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

**Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción, actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

**Acumulación (AC):** este atributo se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Así, cuando una acción no genera efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

**Efecto (EF):** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede

ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando en este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor (1) en el caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

**Periodicidad (PR):** se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular).

**Cuadro V-3. Criterios de valoración del impacto potencial**

CRITERIOS	Naturaleza (NA)	valor	Intensidad (I)	valor	Extensión (Ex)	valor	Momento (Mo)	Valor
	Impacto benéfico	+	baja	1	puntual	1	largo plazo	1
	Impacto adverso	-	media	2	parcial	2	mediano plazo	2
			alta	4	extenso	4	inmediato	4
			muy alta	8	total	8	critico	(+4)
			total	12	critica	(+4)		
	Persistencia (Pe)	valor	Reversibilidad (Rv)	valor	Sinergia(Si)	valor	Periodicidad (Pr)	valor
	Fugaz	1	corto plazo	1	simple	1	irregular	1
	Temporal	2	mediano plazo	2	sinérgico	2	periódico	2
	Permanente	4	irreversible	4	muy sinérgico	4	continuo	4
Recuperabilidad (Mc)	valor	Efecto (Ef)	valor	Acumulación (Ac)	valor	Valoración Impacto Potencial (Conesa-Fernández, 1997)		
Recuperable inmediatamente	1	indirecto	1	simple	1			
Recuperable a mediano plazo	2	directo	4	acumulativo	4			
Mitigable	4							
Irrecuperable	8							

Es importante resaltar que los valores de relevancia se obtienen utilizando el índice de importancia del impacto. Este índice se obtiene por medio de un modelo matemático cuyos valores son calculados a partir de la calificación de la matriz con base en los valores expuestos en el Cuadro V-3. El resultado se muestra expresado en valores absolutos y relativos. El modelo matemático se expresa en la Ecuación 1. Donde **Ip** es el impacto potencial, el signo en el inicio significa la naturaleza del impacto negativo o adverso (-) y positivo o benéfico (+).

$$I_p = \pm (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC) \quad \text{Ecuación 1}$$



Una vez calculado el impacto potencial, la matriz es depurada por segunda ocasión, agrupando los valores potenciales de afectación más relevantes, estos valores se muestran en el Cuadro V-4. Con base en este razonamiento, se cuenta con los elementos necesarios para generar las matrices respectivas y su posterior análisis.

**Cuadro V-4. Valores de relevancia de impacto**

Valor cualitativo	Interpretación	Clave
0 a 25	Irrelevantes o no significativos	I
25 a 50	Moderadamente significativos	<b>MS</b>
50 a 75	Significativos o severos	<b>S</b>
75 a 90	Críticos	<b>C</b>
-	Adverso	<b>a</b>
+	Benéfico	<b>b</b>

### V.2.1 Proceso de calificación

De la matriz de impactos (Cuadro V-5), se seleccionan las relaciones de causa-efecto relevantes según los criterios de los evaluadores; estas relaciones son las generadas entre las actividades y los indicadores de impactos, posteriormente es calificada siguiendo los criterios de los Cuadros V-4 y V-5. Con el Valor del  $I_p$  se calcula la Importancia relativa total ( $I^{rt}$ ), utilizando la Ecuación 2.

$$I^{rt} = \frac{\sum_i^n I_p * UIP_i}{\sum_i^n UIP} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$I^{rt}$ = es la Importancia Relativa del Impacto

$I_p$ = Importancia del Impacto sobre el indicador  $i$

$UIP$ = es la unidad de importancia del indicador  $i$

**Cuadro V-5. Matriz de Impactos evaluada, la cual muestra el valor de relevancia del impacto**

Indicador de Impacto	I	EX	MO	PE	RV	SI	PR	MC	EF	AC	Ip	Valor de relevancia del Impacto
Emisión y dispersión de gases	2	2	4	2	1	1	1	1	4	1	25	I
Emisión de partículas a la atmósfera	2	2	4	2	1	1	1	1	4	1	25	I
Incremento en los niveles de ruido	2	2	4	2	2	2	2	1	4	4	31	MS
Modificaciones al relieve	1	1	4	2	1	1	1	2	4	1	21	I
Riesgo de erosión	1	1	4	2	1	1	1	2	1	1	18	I
Potencial de contaminación del suelo por derrames de residuos	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	17	I
Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos domésticos y sanitarios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	I
Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos peligrosos y no peligrosos (vehículos y maquinaria)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	I
Modificaciones a la escorrentía superficial	8	4	4	4	4	2	1	8	4	1	60	S
Intervención de cobertura vegetal	1	2	4	4	4	1	1	4	4	1	30	MS
Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2010	4	1	4	2	4	1	1	4	4	4	38	MS
Pérdida de individuos (por cacería y/o atropellamiento)	4	4	2	4	4	4	2	8	4	4	52	S
Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores y TLAT	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	36	MS
Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2001	2	4	4	4	4	2	4	8	1	4	45	MS
Impacto visual (calidad del paisaje)	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	19	I
Percepción Social	8	4	4	2	2	2	1	2	4	4	53	S
Generación de empleos	8	4	4	2	2	2	1	2	4	4	53	S
Incremento en la derrama económica local	2	2	2	2	2	1	1	2	4	4	28	MS
Migración												

Abreviaturas: I, EX, MO PE, RV, SI, PR, MC, EF, AC. Criterios de valoración del impacto

## V.2.2 Evaluación cualitativa del impacto potencial

Una vez que se determinó el valor de relevancia en la matriz depurada, a continuación se describen los impactos considerados de mayor relevancia. Con base a los valores obtenidos se considera que puede haber un impacto potencial negativo hacia la fauna, principalmente a mamíferos menores y reptiles afectados principalmente en las etapas de preparación y construcción, indicando que en el polígono de proyecto la vegetación original esta sumamente afectada con actividades antropogénicas, así como el impacto relacionado a la colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores, definido en la etapa operativa del proyecto. Bajo la misma categoría de importancia de impacto pero con naturaleza positiva los indicadores de impacto relacionados al sector socioeconómico, muestran un valor significativo para el proyecto. Finalmente, con la evaluación, de los impactos potenciales, fue posible identificar las actividades que se prevé puedan generar cambios dentro del área de influencia.

## V.3 Descripción Cualitativa de Impactos Relevantes

### V.3.1 Vegetación

La vegetación es uno de los factores ambientales que resulta afectada por el arreglo del proyecto, la intervención de las unidades de Bosque Tropical Caducifolio y acahual de Bosque Tropical Caducifolio presentaran cierto grado de perturbación por la implementación de las obras, principalmente los caminos, cunetas, buses, plataformas de maniobra. Debido a que la superficie que comprende el Área de Influencia posee una baja densidad vegetal, en virtud que la vegetación primaria ha sido desplazada por el desarrollo de las actividades agropecuarias, el impacto provocado por la intervención de estas unidades conlleva a una reducción permanente de superficie de BTC y Acahual de BTC, propiciando que el impacto sea considerado *Significativo* (Figura V-1).

En contraparte las áreas agropecuarias tampoco sufrirán efectos negativos considerables, en virtud de que aprovecharán en la medida de lo posible los caminos existentes y se verán beneficiadas por la introducción de los caminos que servirán para el montaje de los aerogeneradores y su supervisión, los que permitirán el acorte de distancias para el transporte de la cosecha o bien el manejo del ganado.

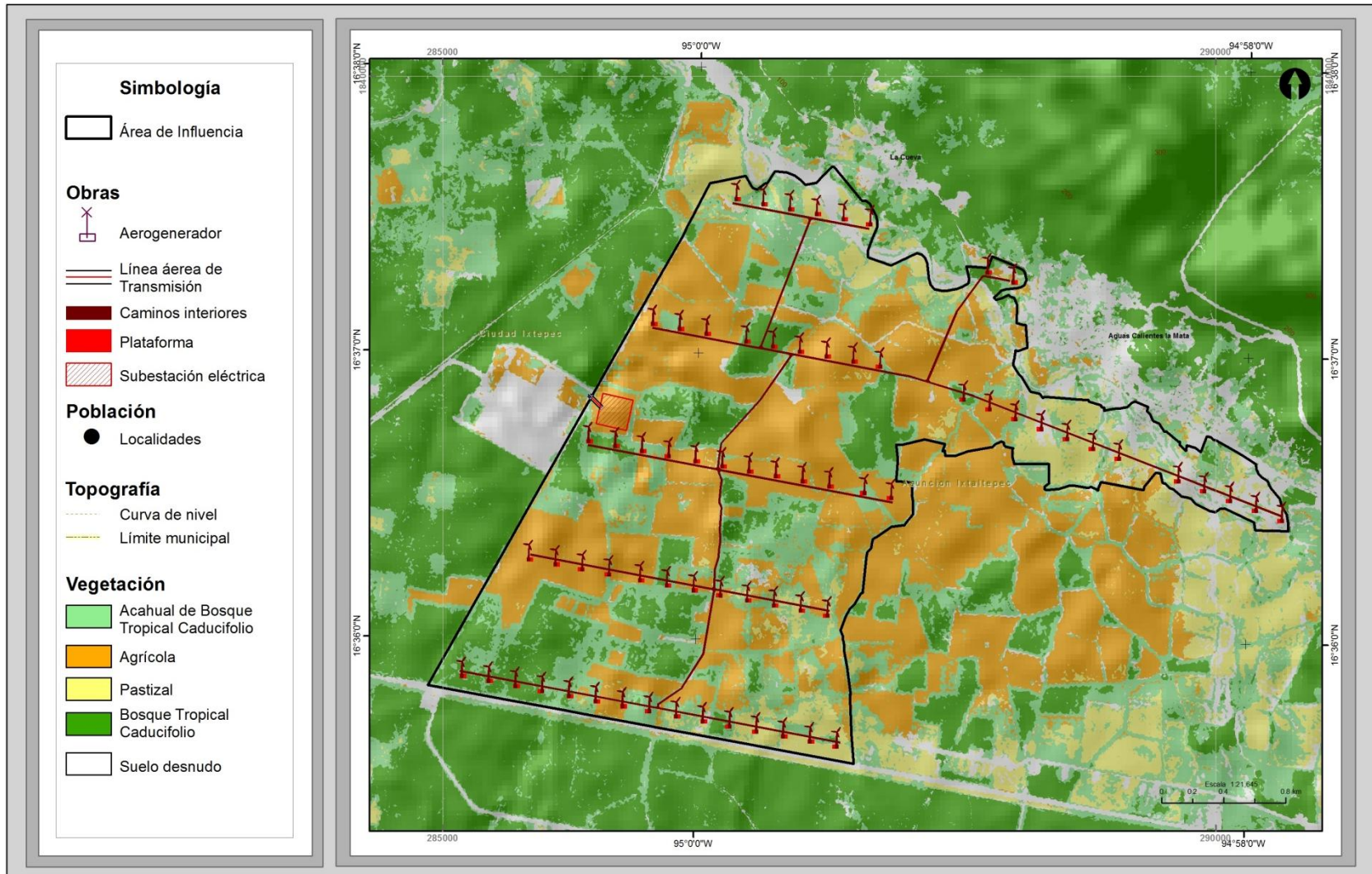


Figura V-1. 1Intervención de unidades ambientales por las obras del Proyecto

### V.3.1.1 Intervención de cobertura vegetal

De acuerdo al análisis realizado, la unidad ambiental que sufrirá mayor afectación, con la instalación del proyecto, son las áreas Agropecuarias (AP) cuya afectación en proporción equivale al 2.81% del total, del área de influencia. Como se indica en el Capítulo IV.2.1 las unidades ambientales conformadas por ABTC y BTC presentan rasgos de deterioro y su afectación será menor en comparación al porcentaje estimado en la unidad ambiental Agropecuaria, considerando que el porcentaje de afectación está relacionado con el área de la superficie que ocupa esta unidad ambiental (Cuadro V-5).

**Cuadro V-6. Extensión de afectación en cada unidad ambiental y porcentaje con respecto a la vegetación presente en el Área de Influencia.**

Vegetación y uso de suelo	Clave	Superficie ha	Afectación ha	%
Bosque Tropical Caducifolio	<b>BTC</b>	101.68	2.53	0.28
Acahual de bosque tropical caducifolio	<b>ABTC</b>	124.17	3.59	0.40
Agrícola	<b>AG</b>	491.47	19.49	2.18
Pastizal	<b>P</b>	171.88	5.62	0.63
Suelo desnudo	<b>SD</b>	5.30	0.00	0.00
<b>Total general</b>		<b>894.50</b>	<b>31.23</b>	<b>3.49</b>

Es importante resaltar que la reducción de cobertura vegetal estimada en porcentajes, representa una medida de la magnitud de la afectación y estos porcentajes pueden ser tomados como una medida de la Magnitud del Impacto ( $Mg_i$ ), para calcular un valor de Relevancia del Impacto ( $R$ ) para cada unidad ambiental, esto permite calcular la relevancia del impacto. (Pérez-Maqueo, 2003).

$$R_i = Mg_i * VC_i$$

#### Ecuación 3

Donde:

$R_i$  = Relevancia de impacto en la unidad ambiental  $i$

$Mg_i$  = Magnitud del impacto, tomado como la afectación en la unidad ambiental  $i$

$VC_i$  = Valor de Criticalidad de la unidad ambiental  $i$ .

El siguiente cuadro muestra los resultados del análisis de la relevancia del impacto en la unidad ambiental, mostrando similitudes entre las unidades de Bosque tropical caducifolio y Agropecuario con un valor de 0.012 Ri. (Cuadro V-6).

**Cuadro V-7. Evaluación de la relevancia ( $R_i$ ) de los impactos en cada unidad ambiental**

Unidad Ambiental	Clave	Afectación (ha)	Mgi	Vcu	Ri
Bosque tropical caducifolio	BTC	2.53	0,28%	1	0.28
Acahual de bosque tropical caducifolio	ABTC	3.59	0,40%	0.86	0.34
Agropecuario	AG	25.11	2,81%	0.66	1.85
<b>Total</b>		<b>31.23</b>	<b>3.49</b>	<b>2.53</b>	<b>2.47</b>

Las afectaciones a cada unidad ambiental, de manera temporal y permanente, derivadas de las obras que implica el proyecto se presentan en forma detallada en los Cuadros V-8a y Cuadro V-8b respectivamente.

**Cuadro V-8. - Afectaciones temporales por unidad ambiental detalladas por tipo de obra**

Uso de Suelo	Buses	Caminos	Cunetas	Línea de enlace	Plataforma	Subestación	Torres anemométricas	TOTAL	% de Afectación
<b>Superficie en ha</b>									
Bosque Tropical Caducifolio	0.44	0.74	0.44	0.00	0.90	0.00	0.00	2.53	0.28
Acahual de Bosque Tropical Caducifolio	0.81	1.25	0.80	0.02	0.71	0.00	0.00	3.59	0.4
Agrícola	2.48	4.27	2.50	0.19	3.60	4.00	2.45	19.49	2.18
Pastizal	1.09	1.80	1.06	0.08	1.59	0.00	0.00	5.62	0.63
<b>Total</b>	<b>4.82</b>	<b>8.06</b>	<b>4.80</b>	<b>0.29</b>	<b>6.80</b>	<b>4.00</b>	<b>2.45</b>	<b>31.23</b>	<b>3.49</b>

**Cuadro V-8b. Afectaciones permanentes por unidad ambiental detalladas por tipo de obra**

Uso de Suelo	Caminos	Cunetas	Línea de enlace	Zapatas	Subestación	Torres anemométricas	TOTAL	% de Afectación
	<b>Superficie en ha</b>							
Bosque Tropical Caducifolio Acahual de Bosque Tropical Caducifolio Agrícola	0.74	0.45	0.0000	0.24	0.00	0.00	<b>1.43</b>	0.16
Pastizal	1.25	0.80	0.0000	0.22	0.00	0.00	2.27	0.25
<b>Total</b>	<b>4.27</b>	<b>2.50</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.97</b>	<b>2.39</b>	<b>2.45</b>	<b>12.58</b>	<b>1.41</b>
	1.80	1.06	0.0000	0.44	1.61	0.00	4.91	0.55
	<b>8.06</b>	<b>4.81</b>	<b>0.001</b>	<b>1.87</b>	<b>4.00</b>	<b>2.45</b>	<b>21.19</b>	<b>2.37</b>

Es importante mencionar que las unidades ambientales mostraron índices de importancia por especies NOM-059-SEMARNAT-2010 con valores similares entre sí, considerando el sitio un parche de refugio para especies de importancia en la región como *Peucaea sumichrasti*. También fue registrada la presencia de *Dalbergia granadillo Pittier*, una especie de la familia Fabaceae, listada bajo la categoría P (peligro de extinción), la cual se ubica en un área que no será intervenida por las obras del proyecto.

### V.3.2 Fauna

Uno de los grupos que se verá potencialmente afectado por las actividades que comprenden al proyecto es la fauna, principalmente el desmonte y despalme, presencia de personal, uso y tránsito de maquinaria y vehículos, así como por la operación misma de los aerogeneradores, podrían llevar a la afectación y desplazamiento de individuos. En este contexto y con base en información biológica relacionada con los ámbitos hogareños de las especies se prevé que el grupo más vulnerable será el de los reptiles seguido de los mamíferos; cabe resaltar que esta afectación es diferencial y directa, ya que al intervenir la cobertura vegetal del bosque tropical caducifolio y acahual de bosque tropical caducifolio, los individuos se verían expuestos a ser depredados por otras especies.

Para el caso de la avifauna, mediante los diferentes métodos de muestreo realizados (descritos en el Capítulo IV) se obtuvo información respecto a la distribución de las 85 especies totales identificadas en las unidades ambientales dentro del área de influencia, el número de especies e individuos por unidad ambiental, fue mayor para la zona categorizada como agrícola con 70 especies, seguida por la zona de acahual de BTC con 62 especies, el pastizal con 53 y el bosque tropical caducifolio con 44 especies registradas. De las 85 especies registradas, el 24.7% (21 especies) estuvo presente en todas las unidades ambientales: el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el gavilán pecho-rufo (*Accipiter striatus*), el loro frentiblanco (*Amazona albifrons*), el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*), el perico verde (*Aratinga holochlora/strepera*), el aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), el zopilote aura (*Cathartes aura*), el chotacabras menor (*Chordeiles acutipennis*), la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*), la tórtola colalarga (*Columbia inca*), la tórtola coquita (*Columbina passerina*), el zopilote común (*Coragyps atratus*), el carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*), el colorín pecho naranja (*Passerina leclancherii*), el zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el trogón citrino (*Trogon citreolus*), el tirano-tijereta rosada (*Tyrannus forficatus*) y la paloma alablanca (*Zenaida asiatica*).

Mediante el método de puntos de conteo se logró determinar que en la zona agrícola las dos especies más abundantes fueron el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y el zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*) con el 4.91% y el 2.46%, respectivamente, del total de individuos registrados. En el acahual de Bosque Tropical Caducifolio, la paloma alablanca (*Zenaida asiática*) y el zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*), con el 5.90% y el 2.95% respectivamente, fueron las especies más abundantes. Las especies más abundantes reconocidas en las zonas de pastizal fueron el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y la paloma huilota (*Zenaida macroura*), con 2.70% y 1.97%, respectivamente. Finalmente, en la selva baja caducifolia el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*) y la tórtola coquita (*Columbina passerina*), con el 3.44% y el 3.19% de los individuos registrados, fueron las especies con mayor abundancia para esta unidad ambiental.

Dentro del área de influencia las especies registradas en el presente estudio y bajo alguna categoría establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron: el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*) especie endémica registrada tanto en bosque tropical caducifolio como



en acahual; perico verde (*Aratinga holochlora/strenua*) se encuentra en la categoría de amenazada (A), residente registrado en los cuatro tipos de vegetación, finalmente y dentro de los tipos de vegetación presentes en el área de influencia, en la categoría de protección especial (Pr) se encuentran el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), el aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*) y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*). Consideradas por CITES se registraron a *Circus cyaneus*, *Accipiter striatus*, *Accipiter cooperii*, *Buteo magnirostris*, *Buteo swainsoni*, *Buteo albicaudatus*, *Caracara cheriway*, *Falco sparverius*, *Aratinga holochlora/strenua*, *Aratinga canicularis*, *Amazona albifrons*, *Glaucidium brasilianum*, *Cyananthus latirostris*, *Archilochus colubris*, todas en el apéndice II. Además dos especies incluidas en UICN, *Peucaea sumichrasti* y *Colinus virginianus* ambas en la categoría NT.

La especie *Ortalis poliocephala* no se encuentra bajo alguna categoría de protección, sin embargo presenta carácter de endemismo para México y es aprovechada por los pobladores de la localidad.

#### **V.3.2.1 Sitios potenciales de atropellamiento de fauna.**

Uno de los impactos que se identificaron para el componente ambiental Fauna, es la pérdida de individuos por atropellamiento. Principalmente por la construcción de los caminos de acceso, sin embargo una vez finalizada esta etapa el riesgo de atropellamiento disminuirá, presentándose una posibilidad de ocurrencia sólo durante los mantenimientos aplicados en la etapa de operación. Los grupos más afectados en este sentido son los anfibios, reptiles y mamíferos no voladores. Los anfibios y reptiles son más vulnerables dada su poca capacidad de desplazamiento. Después le siguen el grupo de los mamíferos.

Entre las especies que más comúnmente sufre atropellamiento son la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tlacuaches (genero *Didelphis*), zorillos (género *Mephitis*), considerando para el área de influencia el registro de las primeras dos especies mencionadas, entre otros.

La avifauna también presenta riesgo por atropellamiento aunque de manera aislada. Los atropellamientos de aves en tramos de camino por donde transitan especies corredoras como el

Alcaraván americano (*Burhinus bistriatus*), Correcaminos tropical (*Geococcyx velox*) y Codorniz cotui (*Colinus virginianus*).

El atropellamiento de fauna silvestre se debe principalmente a dos factores: la velocidad del automóvil y el grado de visibilidad que tienen los animales para detectar a tiempo un vehículo en movimiento. Este último aspecto, la visibilidad se ve influenciada por la cobertura vegetal presente en los caminos. En los tramos de los caminos que cruzan áreas de cultivo la visibilidad será mayor (en época de cosecha la visibilidad disminuye) que en aquellas áreas donde los caminos atraviesan fragmentos de vegetación. En estos tramos, los animales pueden toparse con un vehículo y darse cuenta justo cuando se está presentando la colisión. El criterio de visibilidad respecto a la cobertura vegetal o ausencia de esta, nos permite identificar los caminos donde existe una mayor probabilidad de que se presente un atropellamiento de fauna, a continuación en la Figura V-2 se señalan los sitios potenciales de atropellamiento por el tránsito de vehículos.

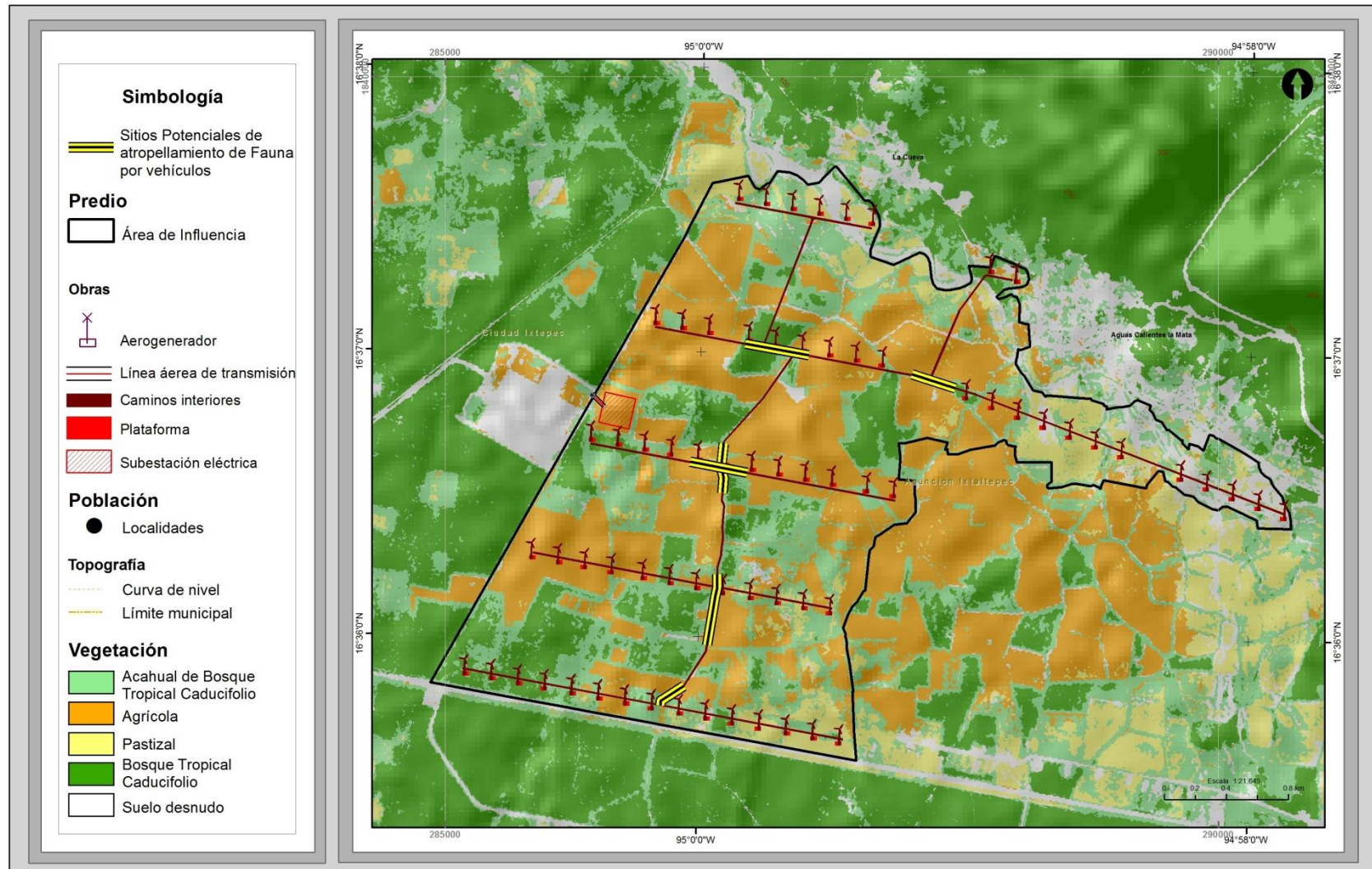


Figura V-2. 2 Sitios potenciales de atropellamiento de fauna por el transito de vehículos

El impacto por atropellamiento de la fauna es probable que ocurra principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, ese hecho no significa que las especies dejen de desplazarse en etapas posteriores. La etapa de operación presentará una baja circulación de vehículos debido a las actividades de operación y vigilancia que se realizarán dentro del parque, el efecto de este impacto en las demás etapas se verá desplazado por su temporalidad. En las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la única afectación al grupo de las aves y mamíferos medianos y grandes es la latente amenaza de cacería para consumo, para mantener como mascotas o por la aversión hacia algunas especies.

### **V.3.3 Susceptibilidad de fauna voladora a colisionar con aerogeneradores en el sitio del Proyecto Sureste I.**

#### **V.3.3.1 Aves**

Uno de los aspectos a considerar para este impacto, es el ensamble de especies descritas para el proyecto y los datos que se conocen sobre colisión de aves en otros parques eólicos; uno de los referentes importantes para la región son los monitoreos realizados en CE La Venta II y el estudio Prospectivo Regional 2008; una de las especies que ha presentado mayor registro en cuanto a colisión es el zopilote aura (*Cathartes aura*), considerada entre las grandes planeadoras se puede inferir que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, presente un riesgo potencial para esta especie debido a su presencia dentro del área de influencia, sin embargo durante el monitoreo realizado su presencia en el área de influencia no fue significativa; por otro lado durante el estudio regional 2008, se registraron 1485 y 31912 individuos en primavera y otoño, respectivamente, por lo cual por su abundancia y densidad en la región se considera una especie vulnerable. Otra de las especies que debe tomarse con especial consideración es el águila cola blanca (*Buteo albicaudatus*) puesto que está incluida en la categoría de Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se han registrado colisiones de estos individuos, siendo residente.

**Estimación de la proporción de vuelos por categoría de altura de vuelo y las probabilidades de colisión contra las aspas de los aerogeneradores.**

La finalidad de este apartado es inferir con datos obtenidos del método de radar en modo vertical, la posibilidad de riesgo de colisionar contra las aspas de los aerogeneradores que se instalaran en el predio para el proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Esta información se ajusto de acuerdo con las características de los aerogeneradores que se instalaran en el predio del proyecto.

Durante el monitoreo por Radar en modo vertical de los 300 individuos detectados, 3,3% voló en alturas de riesgo (< 125 metros sobre el nivel del suelo; Cuadro V-9 y más del 60% lo hizo entre los 300 y 700 msns.

**Cuadro V-9. Cantidad y porcentaje de individuos detectados por categoría de alturas de vuelo en metros sobre el nivel del suelo (msns) en el área de influencia del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Primavera 2012**

Cantidad de blancos por categoría	Categoría de alturas (msns)	Porcentaje de blancos por categoría
10	1 – 125	3,3
9	126 – 200	3,0
21	201 – 300	7,0
57	301 – 400	19,0
55	401 – 500	18,0
48	501 – 600	16,0
31	601 – 700	10,0
30	701 – 800	10,0
19	801 – 900	6,30
13	901 – 1000	4,30
3	1001 – 1100	1,0
3	1101 – 1200	1,0
1	1201 – 1300	0,30
0	1301 – 1400	0,0
0	1401 – 1500	0,0
<b>300</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>

Por otro lado, el promedio de alturas de vuelo de los grupos registrados fue de 647 msns, sólo una parte de uno de esos grupos voló cerca de una altura de riesgo, pues la altura mínima del tercer grupo fue de 119 msns.

Otro de los recursos que se consideraron para inferir el potencial de riesgo respecto a las alturas de vuelo, fue el estudio regional realizado en 2008, en donde se logró la ubicación de tres rutas de vuelo de aves planeadoras y acuáticas, en una de estas se registraron individuos de la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), que con 11 581 individuos fue la especie con mayor abundancia durante la primavera (periodo en el cual se realizó este monitoreo). De estos solo el 5.48% (635 individuos) voló en alturas de riesgo de colisión con los aerogeneradores.

Como ya se mencionó el zopilote aura (*Cathartes aura*) fue una de las especies con mayor número de individuos registrados en primavera y otoño (33397 ind). De estos solo el 10.44% en primavera y el 4.3% en otoño volaron a alturas consideradas en riesgo de colisión.

Es importante mencionar que ambas rutas (planeadoras y acuáticas) se registraron a una distancia de 2 km dirección Suroeste respecto al área de influencia del Proyecto Sureste I Fase II, por lo que se estima que el riesgo de colisión sea mínimo.

Es importante mencionar que con anterioridad el INECOL A. C., ha estudiado el comportamiento de la avifauna, tanto residente como migratoria, en la región del Istmo de Tehuantepec durante varios años con el fin de determinar el nivel de afectación que pudieran ocasionar los aerogeneradores a la avifauna que sobrevuela en la región. Gracias a estos monitoreos (CFE-INECOL 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011), hoy sabemos que cuatro de las aves con mayor abundancia (millones) de individuos migratorios sobrevolando en la región son: la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*), en primavera; y, nuevamente, el zopilote aura (*Cathartes aura*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) y el aguililla ala ancha (*Buteo platypterus*) en la temporada de otoño.

Se ha podido determinar que especies como la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*) han tendido a modificar su patrón de vuelo para evitar colisiones con la infraestructura eoloeléctrica.

## Rutas Migratorias

Mediante los recorridos por transectos y conteos por puntos se logró el avistamiento y ubicación de una ruta migratoria empleada por la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) que atraviesa el área de influencia. Además del avistamiento de algunas rapaces migratorias sobrevolando dentro de este y algunos grupos de aguilillas aura (*Cathartes aura*) y aguilillas de Swainson (*Buteo swainsoni*), estos grupos forman parte de las rutas ya establecidas durante el monitoreo regional realizado en 2008, sin embargo se avistaron sobrevolando fuera del área de influencia.

A través del método de radar se sumo un total de 20 hrs de observaciones, entre modo horizontal y vertical; la obtención de datos a partir de este método permite corroborar si el paso de individuos o grupos por el área de influencia es a causa del fenómeno migratorio, definiendo la dirección de vuelo.

Los blancos registrados durante esta temporada, se espera, se dirijan hacia el norte para regresar a sus zonas de anidación, sin embargo, los blancos observados en nuestros monitoreos se dirigieron en promedio hacia el sureste.

Las observaciones realizadas tanto en modo horizontal como vertical con el radar, arrojaron un total de 335 blancos, 26 en horizontal y 309 vertical. Por otro lado, el promedio de alturas de vuelo de los 9 grupos registrados fue de 647 msns, sólo un grupo voló cerca de una altura de riesgo de 119 msns.

Durante las temporadas migratorias de aves se espera que haya una concentración alta ( $r > 0,5$ ) alrededor de la dirección de vuelo promedio, lo cual indica que la mayoría de los blancos registrados se desplazan aproximadamente hacia la misma dirección; sin embargo nuestros resultados resalta una concentración baja ( $r = 0,23$ ), lo cual sugiere que la mayoría de los blancos detectados no se encontraban migrando o bien que las aves en esa zona tienen estrategias migratorias distintas y por lo tanto se desplazaron en direcciones atípicas. Sin embargo es más plausible que los blancos detectados no se encontraran en migración, pues debido a las características del vuelo migratorio de las grandes planeadoras así como por el diseño del monitoreo (incluyendo las horas y fechas en que se realizó, además del radio de detección y la configuración del radar), se esperaba que la mayoría de los blancos detectados fueran agrupaciones, pero sólo tres de 26 blancos (modo horizontal) detectados fueron grupos y

posiblemente solo dos de ellos se encontraban migrando, pues su dirección de vuelo era al noreste. Es posible que los otros 23 blancos detectados hayan sido individuos que no estaban en actividad migratoria, tal vez residentes.

En lo que a las alturas de vuelo respecta, es notorio que el promedio de las alturas registradas durante los días de observaciones en el área de influencia es similar al que se ha observado en otros monitoreos realizados en el Istmo de Tehuantepec; pero por otro lado también resalta el hecho de que 3% de los blancos/individuos y más del 10% de los blancos/grupos (1 de 9), volaron en alturas de riesgo.

De acuerdo con la información anteriormente descrita, las siguientes rutas del *Buteo swainsoni*, *Leucophaeus pipixcan* y de las grandes planeadoras (ocasional) estarían atravesando el predio de proyecto (Figura V-3) para el Proyecto C.E. 40 Sureste I, Fase II, la ruta considerada durante el monitoreo para este proyecto para gaviotas y la registrada en otoño de 2008 en un monitoreo cercano del área de estudio pasarían fuera del área de influencia.



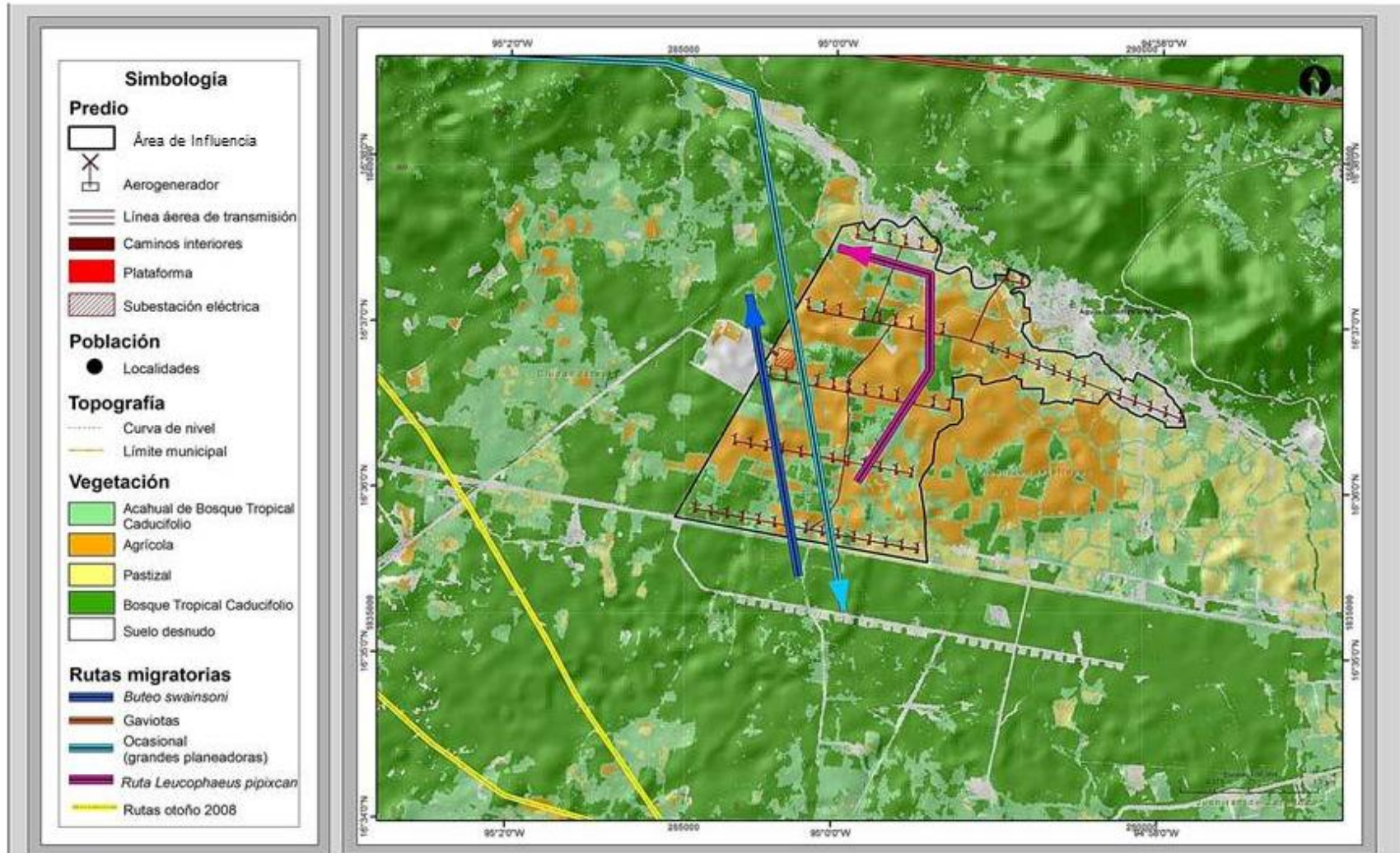


Figura V-3 3. Área de influencia y las rutas migratorias que pasan por el sitio del proyecto Sureste I. (el ancho de las líneas en la figura es una representación gráfica para ser visualizadas, no representa el ancho del Vortex)

### V.3.3.2 Quirópteros

Para el grupo de los murciélagos entre las especies registradas se encontraron, ocho especies de murciélagos agrupadas en cuatro familias, cuatro subfamilias y cinco géneros. De las especies registradas en el monitoreo, ninguna se encuentra en alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en CITES o la lista roja de especies amenazadas (UICN, 2011).

La familia Phyllostomidae fue la mejor representada con tres especies seguida de las familias Molossidae y Mormoopidae con dos especies cada una. Cabe mencionar que estas dos últimas familias presentan especies que se sabe realizan movimientos migratorios (*Molossus molossus*), y se tiene el registro de colisión (*e. gr. Pteronotus davyi*), por último la familia Emballonuridae esta representada por sólo una especie dentro del área de influencia.

Otro rasgo importante que se ha considerado sobre el potencial de colisión y que se ha registrado en otros monitoreos, es que las especies que más se están colisionando se refugian principalmente en cuevas. Si se considera que al norte, a 2.3 km del centro del área de influencia del proyecto Sureste I se localiza la comunidad de La Cueva, denominada así por presentar este tipo de refugio que pueda estar albergando poblaciones de murciélagos. Por tal razón es muy probable que se presenten colisiones durante la fase de operación del proyecto. En la Figura V-4 se realiza la simulación de cómo puede ser la distribución de las colisiones potenciales.

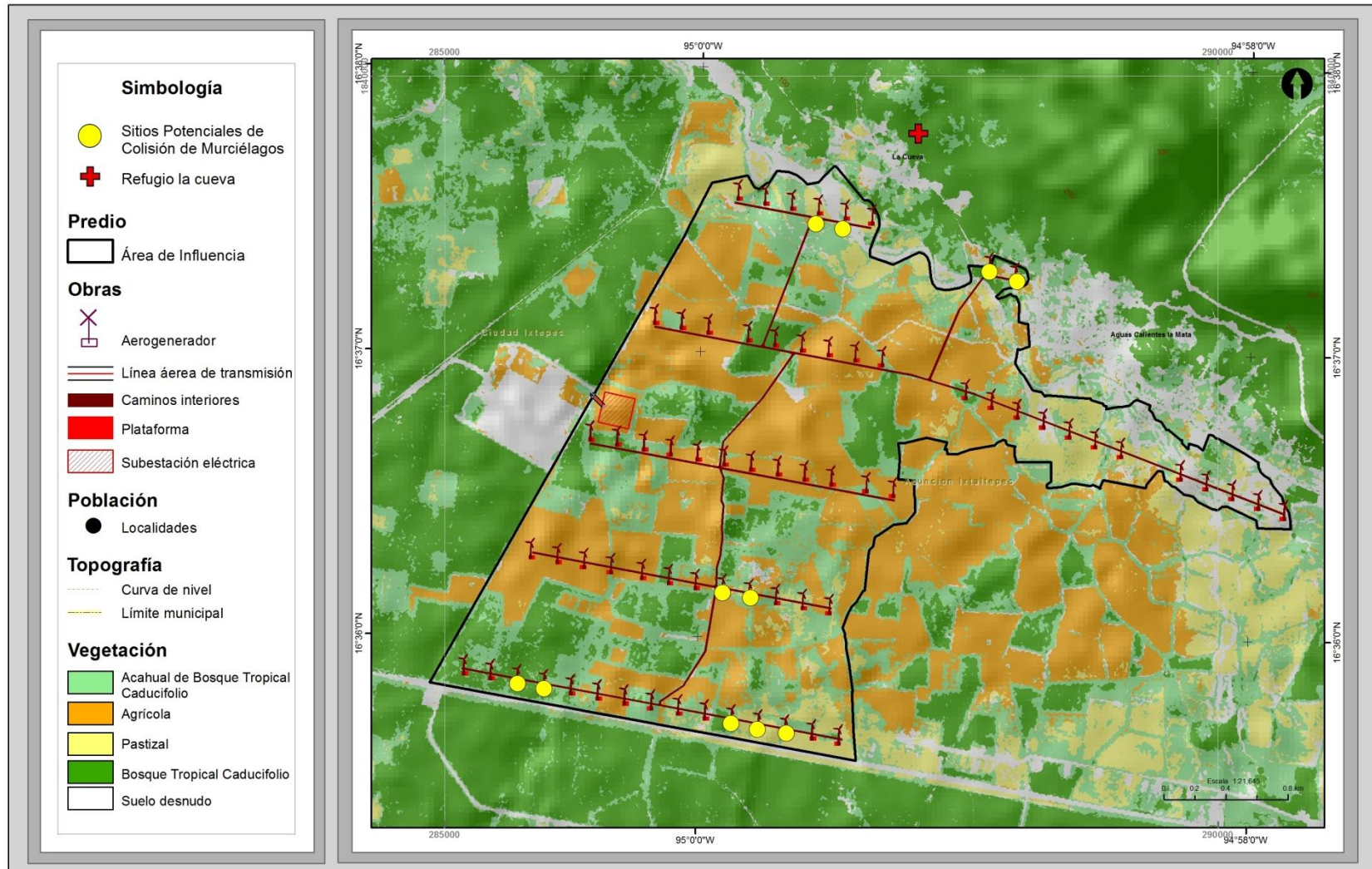


Figura V-4.4 Sitios potenciales de colisión de murciélagos con los aerogeneradores y el rasgo de la Cueva

### Gremios alimenticios

Durante el monitoreo se registraron las alturas de vuelo (Figura V-5) de las especies encontradas, las especies que forrajean por arriba del dosel tuvieron el mayor número de especies con tres, seguido de las forrajeras cerca y arriba del dosel con dos respectivamente, por ultimo una especie forrajera en el dosel. El hecho de que la mayoría de murciélagos sean insectívoros y presenten alturas de vuelo por arriba o cerca del dosel es un factor de riesgo importante ya que por la naturaleza del proyecto y la conducta de vuelo de estos, son los más susceptibles a sufrir afectaciones durante la etapa de operación del parque eólico.

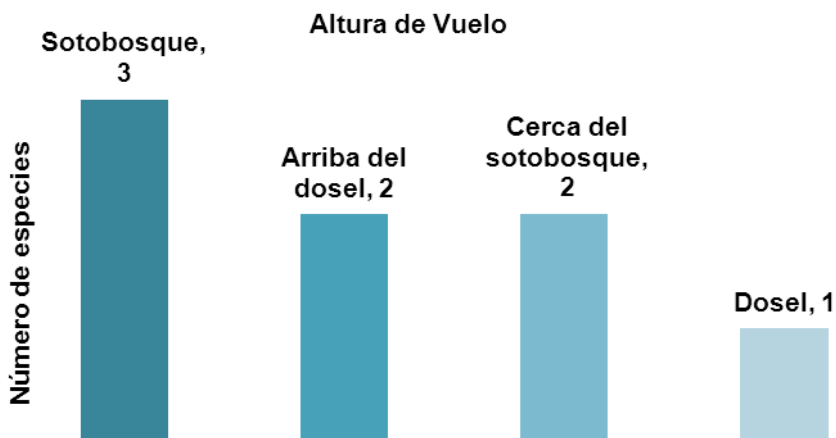


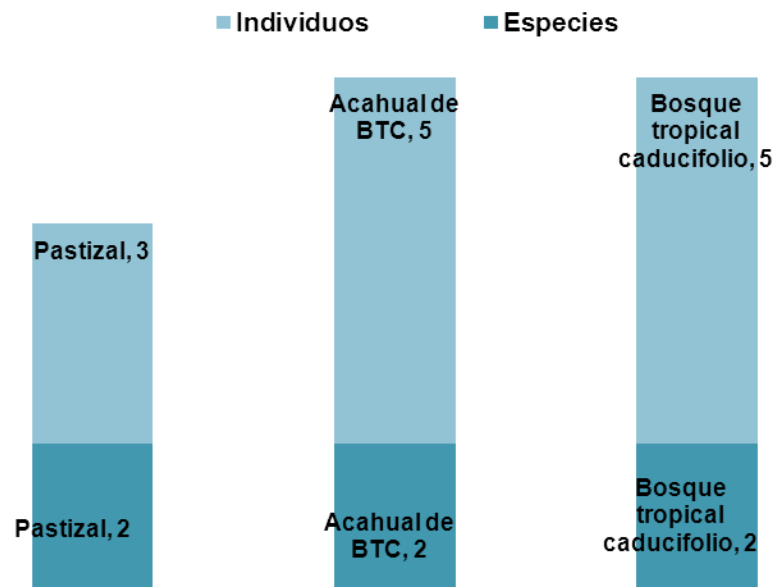
Figura V-5. 5 Altura de vuelo por especies registradas

Por otra parte dentro del área de influencia el bosque tropical caducifolio y el acahual de BTC tuvieron el mayor numero de capturas con cinco cada una seguida del pastizal con tres y el agrícola obtuvo cero capturas. La especie más abundante fue el murciélago lengüeton de Pallas (*Glossophaga soricina*) con ocho ejemplares. Por otro lado el murciélago lengüetón de Xiutepec reporto cinco ejemplares.

### Detección ultra-acústica

Durante el muestreo el total de secuencias registradas es de 147, de las cuales 146 pertenecen a la fase de búsqueda, es decir cuando los individuos se encuentran sobrevolando el área de influencia y sólo una secuencia fue da captura (*Balantiopteryx plicata*). La especie con mayor frecuencia en el área de influencia fue el murciélago sacóptero azulejo

(*Balantiopteryx plicata*) con 67 secuencias, seguido por el murciélago mastín de Pallas (*Molossus molossus*) quien registro 64 pases, mientras que la especie menor representada fue *Pteronotus parnellii*, con solo una secuencia (Figura V-6).



**Figura V-6.6 Incidencia de especies e individuos por tipo de vegetación**

De acuerdo al comportamiento de vuelo de la mayoría de las especies, las insectívoras sobrevuelan por arriba del dosel a alturas máximas registradas de los 40 m sobre el nivel del suelo, aunque hay especies que tienden a forrajear cerca del sotobosque por lo que se considera especies con mayor riesgo de colisión contra los aerogeneradores. Sin embargo, las especies frugívoras y nectarívoras igualmente podrían presentar un riesgo menor a colisionar con los aerogeneradores, ya que suelen volar a alturas por de bajo de diez metros.

En este sentido es importante señalar que, los niveles de vuelo varían dependiendo del tipo de vegetación en que se encuentren.

Partiendo de la información descrita se puede inferir que el riesgo de colisión para este grupo es alto ya que aun las especies que sobrevuelan cerca del sotobosque corren el riesgo de colisionar con la torre que conforma el aerogenerador.

#### **V.4 Sistema Ambiental Regional, interacciones de Parques eólicos**

El fenómeno migratorio, definido por Kerlinger (1989), es aquel efecto que involucra los movimientos estacionales de las aves a territorios de reproducción y anidación hacia otros territorios que se utilizan fuera de esta temporada, es conveniente mencionar que este elemento ambiental es considerado como un factor circunstancial importante dentro del área común de las posibles interacciones entre las Centrales Eólicas: estas son CE Peñoles (Proyecto Eólico Fuerza Eólica del Istmo), CE Eléctrica del Valle de México (EDF), CE Iberdrola (Proyecto Eólico “La Ventosa”), CE Bii Nee Stipa II y el caso en estudio Sureste I, Fase II. Cabe mencionar que esta colindancia favorece entre diversos factores, el desplazamiento de algunas especies de aves, cuyos ámbitos hogareños, muestra similitudes entre los proyectos.

En este caso y dentro del ejercicio de valoración, el componente socioeconómico mostró valores significativos positivos; básicamente, estos beneficios se ven reflejados en el incremento de la derrama económica y de manera consecuente y acumulativa la generación de empleos en el Área de Influencia y las poblaciones cercanas. La cercanía entre los proyectos en cita dentro del área en común (Figura V-7), muestran la tendencia hacia un crecimiento económico en la región.

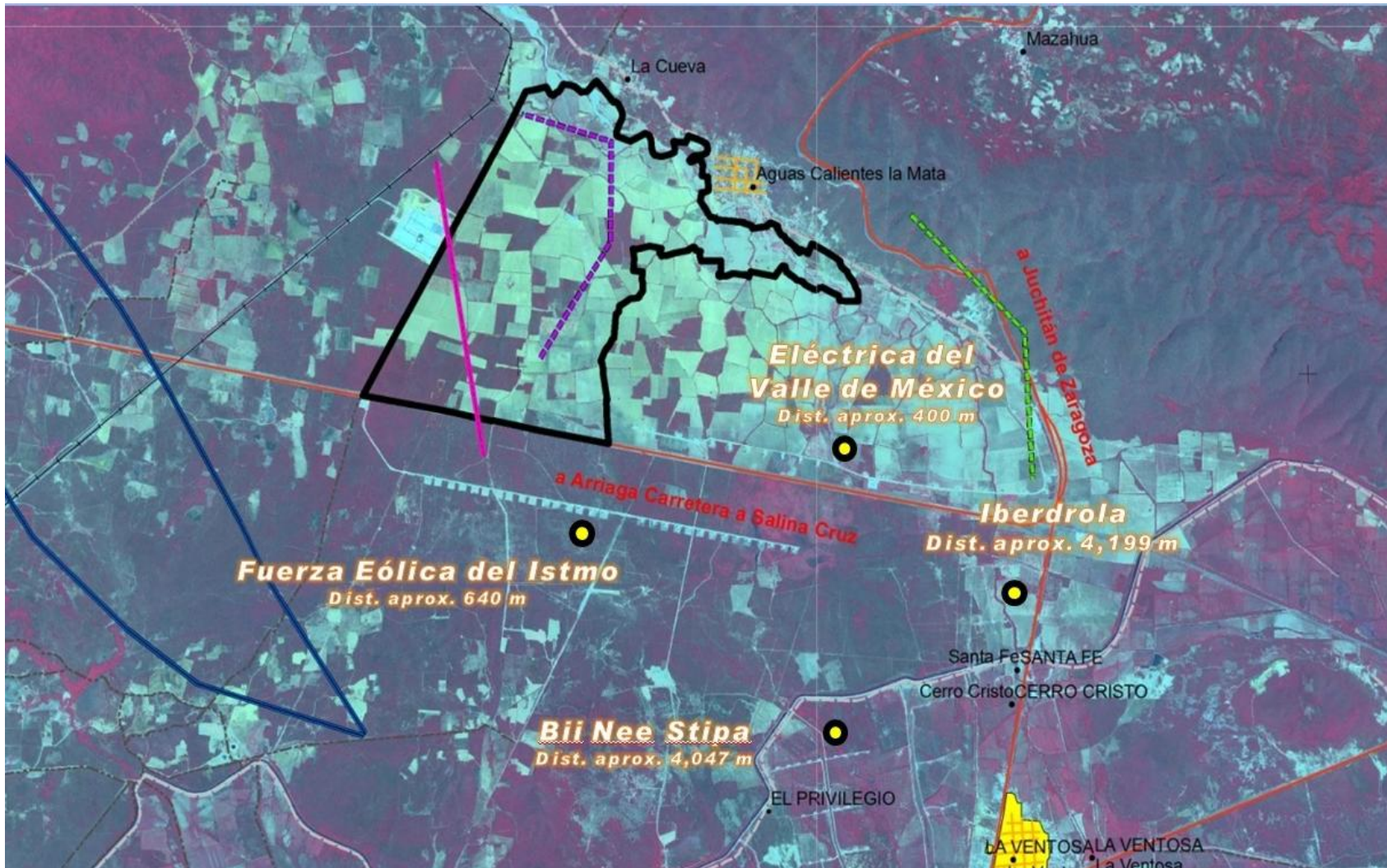


Figura V-7. 7Parques eólicos aledaños al Proyecto.

Es importante mencionar que los monitoreos realizados en la región han aportado información valiosa que ha permitido establecer correlaciones. Estos antecedentes se encuentran sustentados en los monitoreos desarrollados a lo largo de seis años en la región, durante las temporadas migratorias, tanto en otoño como en primavera, donde se han registrado con frecuencia especies que comparten afinidad con el sitio de estudio, como el gorrión de cabeza rayada (*Peucaea ruficauda*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), además de forma abundante principalmente para otoño la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*), el gorrión de cabeza rayada (*Peucaea ruficauda*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*).

La importancia de la información anteriormente mencionada ha permitido identificar varias rutas migratorias de aves que han permanecido relativamente fijas; las especies que conforman las rutas identificadas son aves rapaces y aves acuáticas de mediano y gran tamaño, lo cual las hace más susceptibles a los vientos fuertes, es decir, perdiendo muchas veces el control de su dirección y altitud de vuelo.

Es conveniente resaltar que la información que se ha generado para las aves, tanto migratorias como residentes con relación a los proyectos de producción de energía eólica, no se compara con la generada para el grupo de los murciélagos y fauna terrestre no valorada (anfibios, reptiles y mamíferos). El análisis de los impactos muestran que el grupo de los murciélagos puede llegar a ser afectado durante la operación de los aerogeneradores; por otro lado la fauna terrestre no voladora parece ser afectada solamente en las etapas de construcción ya que ello conlleva a una reducción de hábitat (INECOL-CFE 2007a). En este sentido en parte del SAR del Proyecto 40 C.E. Sureste I Fase II existe un espacio aéreo utilizado por aves y murciélagos, con los proyectos de desarrollo de Centrales Eólicas, Eléctrica del Valle de México, C.E. La Ventosa (Iberdrola) y Fuerza eólica del Istmo (Peñoles) actualmente en operación. Por otra parte, las especies de fauna terrestre cuentan con un espacio propiamente definido a la superficie del suelo y que en relación al Proyecto y aquellos que comparten dicho espacio son las áreas de vegetación con características similares dentro del sistema ambiental regional, lo que representa para las especies terrestres puntos conectores entre los manchones de BTC y BTS.



En perspectiva, se prevé que se presentaran impactos que alteraran de manera moderada el área común donde se encuentran circunscritas las centrales eólicas y que podrían causar alteraciones al elemento biótico, principalmente la colisión de aves y murciélagos.

#### V.4.1 Ruido

Este factor puede generarse debido a las vibraciones causadas por las aspas de los aerogeneradores, ocasionando un nivel de estrés moderado, lo cual es muy probable que sea tolerado por la fauna del sitio.

Es importante mencionar que el ruido producido por los aerogeneradores está por debajo de los límites máximos establecidos por la NOM-080-SEMARNAT-1994.

#### V.4.2 Colisiones de aves y murciélagos

Dentro de las rutas migratorias de los diferentes grupos de aves que pasan por el Istmo de Tehuantepec, son las rutas de las denominadas grandes planeadoras principalmente rapaces y acuáticas, para el primer caso, Buteos, Falconiformes, etc., respecto a las acuáticas algunas especies de Gaviotas, Cigüeñas, Garzas, etc. Las que se concentran en la franja del área de estudio del proyecto 40 C.E. Sureste I Fase II. Cabe mencionar que se han podido trazar las rutas principalmente de rapaces (*Buteo swainsoni*) y algunas acuáticas representadas particularmente por la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*).

Si bien es cierto que hasta el momento los registros que se tienen de colisiones del grupo de aves, las rapaces y acuáticas resultan los mas vulnerables, algunas de las especies de mayor riesgo de colisión potencial son: el zopilote aura (*Cathartes aura*), y el ibis blanco (*Eudocimos albus*); la implementación de un mayor numero de proyectos de esta naturaleza, permite inferir que con la acumulación de aerogeneradores en la zona, el riesgo de colisión pueda incrementarse. Cabe mencionar que la diversidad de especies en el SAR aun siendo una temporada considerada en un incremento del movimiento de avifauna, presenta un índice bajo de diversidad por lo que es posible deducir que el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II no afectara de manera significativa al fenómeno migratorio. Además, es primordial realizar todas las medidas que sean posibles para minimizar el daño a las especies que puedan verse afectadas.

Para el caso del espacio aéreo compartido por aves y murciélagos con el Proyecto y los Parques que son colindancia, no es posible estimar un impacto acumulativo por colisiones debido a que no se cuentan con datos de colisiones de las centrales cercanas.

Sin embargo refiriendo a la Figura V.3 (rutas y grupos migratorios). Como ya se menciona en el capítulo IV, las rutas migratorias que se aproximan al área de influencia, están condicionadas por el factor del viento, principalmente cuando existen eventos en donde la fuerza del viento aumenta, esto ocasiona que algunos grupos (e. gr. *Cathartes aura*, *Leucophaeus pipixcan*) se vean desplazados y por ello sobrevuelan el área de influencia, sin embargo se ha observado que las especies migratorias transitorias no presentan riesgo de colisión, son aquellas consideradas como migratorias invernantes las que pueden potencialmente verse afectadas por el paso en el área de influencia, esto debido a su estadio temporal en la región, factor que debemos considerar dentro del programa de monitoreo y Manejo Ambiental.

### **V.4.3 Impactos al Medio Socioeconómico**

#### **V.4.3.1 Incremento en la derrama económica**

La derrama económica puede ayudar a que los propietarios mejoren su sistema productivo y de esta manera incrementar los beneficios económicos de la renta de tierras. Para ejemplificar el beneficio que la operación de la CE Sureste I Fase II podría mejorar el sistema productivo, se muestra un ejercicio donde se consideran los precios que se presentan para el 2012. En este contexto, el costo por sembrar una hectárea (ha) de sorgo fue de \$3,000.00 pesos (Cuadro V-10). Si se toma en cuenta que en promedio una ha produjo 5 toneladas de sorgo y que el precio en el mercado es de \$2,200.00 pesos por tonelada el agricultor logró de la venta de su producto la cantidad de \$10,000.00 pesos por ha. Restando los costos de producción al final le queda una ganancia neta de \$7,000.00 pesos por ha. Nótese que en los costos de producción no se incluye el costo de mano de obra. Un aspecto importante dado que el agricultor invierte casi 8 horas diarias o la contratación de mano de obra, para atender su labor durante todo el ciclo del cultivo. Por lo general un agricultor promedio tiene entre 3 y 10 ha. Así, un agricultor que sembró 10 ha de sorgo, en un ciclo productivo tuvo en total cerca de \$70,000.00 pesos lo que indica que en promedio tiene un gasto mensual de \$5,833.00 pesos, una cantidad apenas suficiente para subsistir.

**Cuadro V-10. Costos de producción por hectárea sembrada**

Actividad	Costo
Barbecho	\$ 600.00
Rastreo	\$ 350.00
Siembra	\$ 350.00
Semilla	\$ 240.00
Fertilizantes	\$ 1,800.00
Cosecha	\$ 600.00
Costos de producción	\$ 3,940.00

Para tener una idea del impacto que representara la instalación del Proyecto CE Sureste I Fase II sobre la economía local, se plantea el siguiente escenario hipotético. Por citar un ejemplo específico, el costo-beneficio de un agricultor que fuera dueño de 10 ha. Se estima, que ese agricultor al final de un ciclo anual le quedaba aproximadamente \$70,000.00 de ganancia por la venta de su producto. Suponiendo que, ese productor hipotético, sus parcelas entran dentro del polígono del proyecto y que se instalan dos aerogeneradores, el beneficio que obtendría, de acuerdo a los pagos que se están ofertando en la región, sería de \$106,000.00 (Cuadro V-11) pesos anuales, es decir una ganancia superior que lo que obtiene con mucho esfuerzo con el cultivo de sorgo.

**Cuadro V-11. Beneficios económicos generados por el establecimiento del Proyecto CE Sureste I, Fase II, utilizando un caso hipotético. Los precios unitarios se establecieron con base a la información obtenida con propietarios de las poblaciones cercanas y puede variar dependiendo de la empresa promotora del proyecto (2008).**

Tipo de pago	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad	Total
Pago por aerogenerador instalado	Aerogenerador	\$ 18,000.00	2	\$ 36,000.00
Pago por derecho de viento	Hectárea	\$ 6,000.00	10	\$ 60,000.00
Pago por infraestructura instalada*	Hectárea	\$ 1,000.00	10	\$ 10,000.00
<b>Total</b>				<b>\$ 106,000.00</b>

Esto ofrece un horizonte de futuro prometedor para los ejidatarios que estén dentro de este tipo de proyectos. Estos ingresos pueden representar una plataforma ideal de desarrollo que puede originar un aumento en la calidad de vida de todos los habitantes de la región. Una

estrategia que incrementaría los beneficios en las poblaciones, son las inversiones al mediano y largo plazo, realizando optimización en sus procesos o modernización en los sistemas productivos, comprando y mejorando su ganado, estos beneficios generados por las Centrales Eólicas pueden multiplicarse sobre todo en largo plazo.

#### V.4.4 Percepción social

Aunque se considera como un impacto *Irrelevante*, existe la posibilidad, dentro del ámbito socioeconómico-cultural, de que los efectos originados por la inserción del proyecto Sureste I Fase II represente alteraciones en cuanto al grupo de ejidatarios representante de la zona. Esto se debe al historial que se ha registrado conforme a la incertidumbre o diferencias respecto al desarrollo de las Centrales Eólicas.

Uno de los aspectos en los que hacemos referencia a este factor, son las encuestas aplicadas durante la evaluación y análisis de los componentes socioeconómicos y culturales; con esta herramienta podemos asumir la postura que la población toma respecto a la inserción del Proyecto dentro de su localidad.

En términos generales el proyecto CE Sureste I Fase II es aceptado por la mayoría de la población. Ahora, la mayoría de los propietarios de las parcelas en donde se instalaran los aerogeneradores tienen claro que los acuerdos con los que están llegando con la empresa promotora se dan a través de un arrendamiento, cuestión de suma importancia, puesto que siguen siendo dueños de sus terrenos y pueden continuar realizando la actividad que mas les convenga.

Por medio de entrevistas realizadas a personas de la localidad se pudo registrar que la mayoría de los habitantes de las localidades saben que con la llegada de los “ventiladores” (como localmente les llaman a lo aerogeneradores) habrá oportunidades de empleo y desarrollo en la región. Hay una gran expectación para que las empresas inicien el proceso de contratación. Sin embargo, es importante mencionar que los propietarios de predios sin participación en el proyecto ven con cierta decepción que están perdiendo una oportunidad para mejorar sus condiciones de vida.

Es de mencionar que la empresa Promoviente ha realizado un esfuerzo mayor en las labores de gestión y comunicación con la población lo que representa una mejor viabilidad del proyecto en cuestión social.

## **V.5 Impactos Acumulativos**

Para realizar la evaluación de los impactos acumulativos se establecerá en primer término el concepto dispuesto en el marco legal aplicado al proyecto, es decir, lo que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental (REIA).

De acuerdo al REIA, se define como Impacto ambiental acumulativo, el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

### **V.5.1 Metodología**

El análisis de los impactos acumulativos se realizará mediante la modificación del proceso sugerido por Senner et al (2002) y la Guía de Profesionales en el Análisis de Impactos Acumulativos (CEEA, 1999). Así mismo se ocuparan métodos de análisis o una combinación de ellos: Modelos de impactos, Análisis espacial en base a SIG e Indicadores de nivel de cambio en el paisaje.

El proceso a seguir comprende los siguientes pasos, los cuales se obtuvieron de las metodologías mencionadas en el párrafo anterior, a continuación se describe y finalmente el análisis de los impactos acumulativos.

### **V.5.2 Modelo de Impacto**

#### **V.5.2.1 Identificación de componentes a ser afectados**

Durante el desarrollo de los apartados que componen al presente capítulo se han aplicado una serie de métodos, matriciales principalmente, que han permitido en primera instancia identificar las posibles interacciones proyecto-ambiente (Cuadro V-12). Es decir, mediante la confrontación de actividades por etapa del proyecto y los componentes ambientales del área de influencia se pudieron identificar aquellos impactos relevantes y no-relevantes por

dicha interacción y que potencialmente ocurran durante el desarrollo del proyecto CE Sureste I, Fase II.

Ahora bien, la funcionalidad de la matriz de cribada (causa-efecto) permite un tamizado para identificar aquellos componentes que se verán afectados de manera significativa por el proyecto, aunado a esto mediante la aplicación del método Leopold (matriz evaluada) se pudo considerar el efecto acumulativo que recae sobre algunos componentes, los cuales para este apartado serán clasificados como Componentes Valorados del Ecosistema (CVEs) (Cuadro V-12). Otro factor importante en la identificación y selección de CVEs es la línea base ambiental, la cual se desarrollo con el diagnostico del Capítulo IV, de donde parte el estado actual en el que se encuentra nuestra área de influencia; aunado al uso de información generada en capítulos anteriores y apartados del presente capitulo se incluye una variante relacionada con temas de interés regional, cuyo objetivo es relacionar problemas ambientales con los componentes naturales del sistema.

Finalmente y de acuerdo al resultado del análisis de la línea base ambiental, el análisis de causa-efecto y los temas regionales de interés, los componentes de valor para este apartado serán: Cobertura Vegetal (tasa de transformación de hábitat), Fauna Silvestre (perdida de individuos por colisión) y Paisaje (calidad del paisaje a nivel visual). Es importante mencionar que para estos componentes se han identificado los impactos acumulativos en relación a las actividades comprendidas del proyecto, estos son: Potencial degradación de hábitat como consecuencia de la disección y modificación de la vegetación presente en el área de estudio y descrita en el Capítulo IV; Interferencia con desplazamientos naturales y/o migratorios de la Avifauna y quirópteros debido al potencial de colisión con la infraestructura implementada del proyecto, para este efecto es importante considerar otras fuentes de riesgo de colisión que darían paso a una sinergia, como son vías de comunicación, líneas de transmisión y parques eólicos aledaños al proyecto; finalmente el impacto paisajístico, derivado de insertar componentes ajenos al área natural (aerogeneradores, torres meteorológicas, sub-estación).

**Cuadro V-12. Temas y componentes seleccionados**

Componente ambiental	Temas regionales de interés	Componentes valorados del ecosistema
Cobertura vegetal	Alteración del hábitat	Tasa de transformación de hábitat
Fauna silvestre	Perdida de individuos por colisión	Aves y murciélagos
Paisaje	Alteración del hábitat, impacto visual	Calidad del paisaje

**V.5.2.2 Identificación de Límites temporales y espaciales**

**V.5.2.2 Escala Espacial**

El proyecto CE Sureste I Fase II se encuentra ubicado en el ejido Agua caliente La Mata, en el municipio de Asunción Ixtaltepec, Estado de Oaxaca. La superficie total del predio que se tiene estimada para el arreglo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, es de 894,5 ha, de la cual solo se intervendrán 31,23 ha de manera temporal y 21,19 ha de manera permanente para las obras derivadas del proyecto.

El límite espacial para el análisis de los impactos acumulativos será el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando al área de influencia como la zona en donde tendrán mayor Significancia los impactos y efectos derivados del proyecto (aun cuando el límite espacial varía en cierto modo según el recurso afectado). El SAR se encuentra ubicado en el Distrito 29 de Juchitán, específicamente en los municipios de Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec y Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, cuenta con una superficie de 23032.61 ha, situado en una planicie, presenta un relieve llano con la presencia de pequeños lomeríos y al norte presenta zona de montaña. Se localiza en la parte oriental de la Región Hidrológica 22 (RH-22), en el Istmo de Tehuantepec, en la cuenca de la Laguna Superior e Inferior, en la subcuenca Espíritu Santo. La descripción de los componentes naturales por los que está constituido (vegetación, hidrología, edafología, etc.) se describieron en el Capítulo IV en el apartado de Diagnostico ambiental.

**V.5.2.3. Escala Temporal**

Considerando al SAR como el limite espacial, se debe tomar en cuenta los proyectos inmersos en el, enfatizando los desarrollos eólicos, los cuales históricamente tienen inicio en 1994 con el

proyecto piloto de CFE denominado La Venta I constituido por siete aerogeneradores; Durante el 2003 surgieron los trabajos realizados para los parques *BII NEE STIPA II*, *EDF* en el 2005 y la empresa Iberdrola y la empresa peñoles tuvo lugar para el 2007. En relación a la vida del proyecto CE Sureste I, Fase II, el presente análisis toma como base un periodo de operación de 30 años, aunque la vida real del proyecto podría variar dependiendo de cuestiones técnicas y económicas, las mismas que no pueden ser analizadas de un modo definitivo. Por lo tanto, se ha considerado el mayor plazo estimado posible, previendo que la fase de abandono se realice entre los años 2043 y 2050.

#### **V.5.2.4 Identificación de otras acciones y/o proyectos dentro del SAR**

Para el análisis de los efectos acumulativos y atendiendo el aspecto de sinergias, se han considerado otras actividades previsible, cuyos efectos podrían combinarse con los ocasionados por el desarrollo de la CE Sureste I, Fase II, lo que podría generar impactos acumulativos, incluyendo las interacciones de los impactos generando efectos sinérgicos.

Cabe mencionar que dentro del SAR se encuentra una ANP en la modalidad de Área de Conservación Voluntaria que se compone de tres zonas parcialmente dentro del Cerro del Tolistoque: Zona de uso común del río verde del cerro Tolistoque, Zona de uso común del cerro bandera de la sierra Tolistoque y Zona 1 y 2 de la zona de uso común. Dichas áreas tienen usos restringidos por lo que los desarrollos están lejos de afectar el uso de suelo y a la biodiversidad que habita en esta, ya que la fauna difícilmente recurrirá a los sitios perturbados o urbanizados, siendo que su supervivencia se encuentra con mayor posibilidad de éxito dentro de las zonas con mejor conservación, aunado a las barreras físicas que forman la carretera al norte del área de influencia.

Por otro lado se han establecido diversas actividades y desarrollos en el ámbito de energía eólica, transmisión de energía eléctrica, Oleoductos y Gasoductos, así como las vías de comunicación entre municipios y comunidades.

Actualmente se cuenta con las siguientes obras dentro del SAR:

- ✓ Línea de transmisión de 230 kV (realizada)
- ✓ Oleoducto y Gasoducto de PEMEX, subterráneo (realizada)
- ✓ Autopista Juchitán-Salina Cruz (operando)
- ✓ Parque eólico EDF (realizada)



- ✓ Parque eólico Iberdrola (realizada)
- ✓ Parque eólico Peñoles (realizada)
- ✓ Parque eólico Bee Nee Stipa II (en proyecto)
- ✓ Línea de transmisión CE Venta II (en proyecto 115kV)
- ✓ Línea Oaxaca II, III y IV (en construcción 400kV)
- ✓ Ducto de Amoniaco (en operación)

### V.5.2.5 Identificación y evaluación de vínculos

En cada componente ambiental, se evaluarán las relaciones causa-efecto entre las actividades y los CEVs, mediante los componentes identificados. Se validarán las relaciones o vínculos evaluando la pertinencia y la probabilidad de ocurrencia de cada una de ellas. Sólo se consideran válidos aquellos vínculos que fueron pertinentes y que presentan una probabilidad de ocurrencia mayor a 50%. Mediante los atributos incluidos en el Cuadro 13 se evaluarán los vínculos identificados:

**Cuadro V-13. Atributos de valoración de vínculos**

Atributos	Opciones	Definición
Signo	positivo	Efecto benéfico sobre el VEC
	Neutral	No hay cambios en el VEC
	Negativo	Efecto adverso en el VEC
Magnitud	Baja	Efecto mínimo
	Media	Efecto medible en el mediano plazo con esperanza de recuperación a condiciones pre-proyecto
	Alta	Efecto medible a lo largo del proyecto con recuperación limitada
Duración	Corto plazo	Efectos menores a 1 año
	Mediano plazo	Efectos de 1-10 años
	Largo plazo	Efectos mayores a 10 años
Frecuencia	Única	Ocurre solo una vez
	Continua	Ocurre regularmente y en intervalos regulares
	Discontinua	Ocurre raramente y en intervalos irregulares
Probabilidad de ocurrencia	Baja	Menor a 25%
	Media	Entre 25-50%
	Alta	Mayor al 50%

### V.5.1.6 Determinación de la Significancia de los Vínculos

Una vez identificados los vínculos, el siguiente paso es determinar la Significancia de estos. La significancia de un vínculo (y el efecto consecuente) es una función de su magnitud, duración, frecuencia y confianza de ocurrencia.

Se definen como significativas aquellos vínculos que: 1) presentan media o alta magnitud; 2) presentan mediano o largo plazo; 3) presentan frecuencia discontinua o continua; y 4) presentan media o alta probabilidad en su ocurrencia. Los vínculos no significativos no alcanzan estos criterios y no causarán efectos perceptibles en un componente ambiental.

Durante la determinación de los vínculos significativos se ha considerado si las vías asociadas al Proyecto, cuando se les considera en combinación con otras acciones pasadas y futuras estimadas en el análisis, podrían dar como resultado impactos residuales y acumulados sobre los CEV's.

Para determinar si un efecto es acumulativo, se ha considerado si la magnitud o el alcance del efecto aumentará en forma significativa en caso se produzca una combinación con otros efectos dentro del límite espacial considerado.

Con el fin de determinar si un efecto podría ser residual, se determinó si se podrían seguir presentando los efectos tras la implementación de las medidas de mitigación que se han definido para el proyecto, y en qué magnitud podría suceder.

En esta fase es importante considerar que los potenciales efectos acumulativos o residuales, están referidos al aporte potencial generado por las acciones del proyecto sobre las otras acciones identificadas, y no entre el resto de las acciones entre sí.

### **V.5.3 . Resultados**

#### **V.5.3.1 Cobertura Vegetal**

El resultado del diagrama causa-efecto (Figura V-8) indica los vínculos existentes considerando para esto las actividades principales de la zona. El Cuadro V-14 resume la valoración de los vínculos indicados. De los 65 vínculos identificados, 38 son válidos.

El análisis identifica 10 actividades en la zona (además del Proyecto) que generan efectos que pueden relacionarse entre sí. Los efectos observados se dividen, a su vez, en dos niveles: 5 de Primer Orden, los cuales pueden ser potencialmente generados por las actividades identificadas, y 2 de Segundo Orden, cuya generación está asociada a la combinación de otros efectos y no necesariamente a las actividades en sí.

#### **V.5.3.1 Fauna**

El resultado del diagrama causa-efecto (Figura V-9) indica los vínculos existentes considerando para esto las actividades principales de la zona. El Cuadro V-15 resume la valoración de los vínculos indicados. De los 52 vínculos identificados, 27 son válidos.

El análisis identifica 10 actividades en la zona (además del Proyecto) que generan efectos que pueden relacionarse entre sí. Los efectos observados se dividen, a su vez, en dos niveles: 4 de Primer Orden, los cuales pueden ser potencialmente generados por las actividades identificadas, y 2 de Segundo Orden, cuya generación está asociada a la combinación de otros efectos y no necesariamente a las actividades en sí.

#### **V.5.3.1 Paisaje**

El resultado del diagrama causa-efecto (Figura V-10) indica los vínculos existentes considerando para esto las actividades principales de la zona. El Cuadro-16 resume la valoración de los vínculos indicados. De los 24 vínculos identificados, 15 son válidos.

El análisis identifica 10 actividades en la zona (además del Proyecto) que generarán efectos que pueden relacionarse entre sí. Los efectos observados se dividen, a su vez, en dos niveles: 2 de Primer Orden, los cuales pueden ser potencialmente generados por las actividades identificadas y 1 de Segundo Orden, cuya generación está asociada a la combinación de otros efectos y no necesariamente a las actividades en sí.

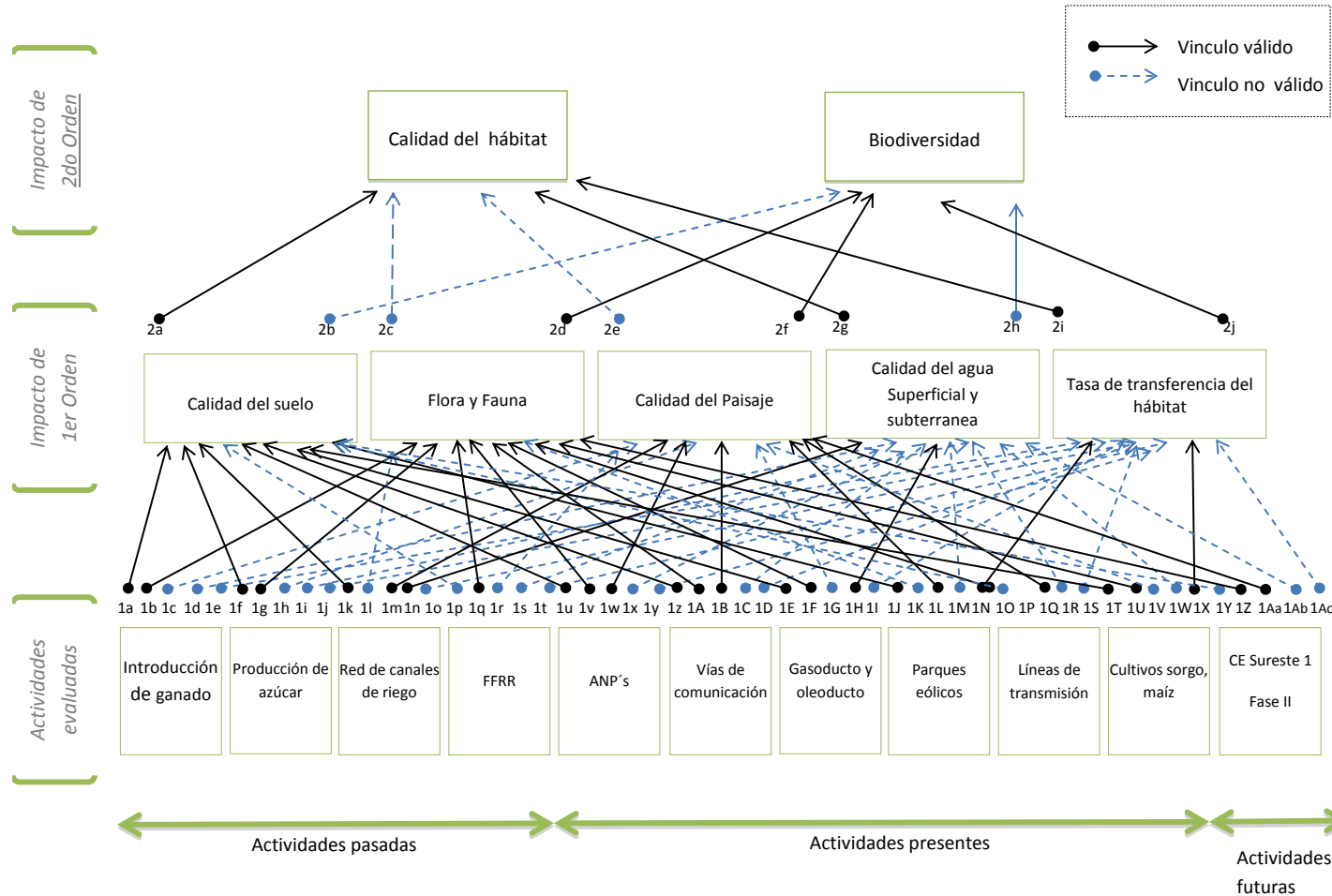


Figura V-8. Diagrama de vínculos potenciales para el componente Cobertura de la Vegetación

**Cuadro V-14. Cuadro. Evaluación de los vínculos potenciales identificados en el componente de Cobertura vegetal.**

VECs	Vínculo	Signo	Magnitud	Duración	Frecuencia	Probabilidad de ocurrencia	Significancia	Efecto residual	Efecto acumulativo
Calidad del suelo	1a,2a	-	media	Mediano	continua	media	Si	No	Si
	1f,2a	-	media	Largo	continua	media	Si	No	
	1k,2a	-	Alta	Largo	continua	Alta	Si	No	
	1u,2a	+	Alta	Largo	continua	Alta	Si	No	
	1z,2a	-	Alta	Largo	continua	Alta	Si	Si	
	1E,2a	-	Alta	Largo	continua	Media	Si	No	
	1J,2a	-	Media	Largo	continua	Baja	Si	No	
Calidad del paisaje	1T,2a	-	Alta	Largo	continua	Alta	Si	No	Si
	1m,2h	-	Baja	mediano	Discontinua	Baja	No	No	
	1r,2h	-	Baja	Largo	Continua	Baja	No	No	
	1w,2h	+	Alta	Largo	continua	Alta	Si	No	
	1B,2h	-	Alta	Largo	continua	Media	Si	No	
	1L,2h	-	Alta	Largo	continua	Alta	Si	Si	
	1Q,2h	-	Alta	Largo	continua	Alta	Si	Si	
Flora y Fauna	1V,2h	-	Medio	Largo	continua	Media	Si	No	No
	1Aa,2h	-	Alta	Largo	continua	Alta	Si	Si	
	1b,2d	-	Medio	Medio	Continua	Baja	Si	No	
	1g,2d	-	Medio	Medio	continua	Media	Si	No	
	1q,2d	-	media	Largo	continua	Baja	Si	No	
	1v,2d	+	media	largo	continua	Alta	Si	No	
	1A,2d	-	Alta	largo	continua	Alta	Si	No	
	1F,2d	-	media	largo	continua	Media	Si	No	
	1K,2d	-	Media	largo	continua	Media	Si	No	
	1P,2d	-	Media	largo	continua	Alta	Si	No	
	1U,2d	-	media	mediano	continua	Media	Si	No	
Calidad de aguas superficial y subterránea	1Z,2d	-	media	largo	continua	Media	Si	No	No
	1n,2g	-	media	largo	discontinua	Baja	Si	No	
	1r,2g	-	baja	corto	discontinua	Baja	No	No	
	1x,2g	+	Media	largo	continua	Alta	Si	No	
	1B,2g	-	media	largo	continua	Media	Si	No	
	1L,2g	-	media	largo	discontinua	Media	Si	No	
	1Q,2g	-	baja	corto	discontinua	Baja	No	No	
Taza de transformación del hábitat	1Aa,2g	-	media	largo	discontinua	Media	Si	No	No
	1e,2i,2j	-	Media	Mediano	continua	Alta	Si	No	
	1j,2i,2j	-	Alta	mediano	continua	Alta	Si	No	
	1o,2i,2j	-	Media	largo	continua	Alta	Si	No	
	1t,2i,2j	-	media	largo	discontinua	Media	Si	No	
	1D,2i,2j	-	alta	largo	continua	Alta	Si	Si	
	1N,2i,2j	-	mediano	largo	continua	Alta	Si	No	
Taza de transformación del hábitat	1X,2i,2j	-	media	mediano	continua	Alta	Si	No	No
	1Ac,2i,2j	-	media	largo	continua	Media	Si	No	

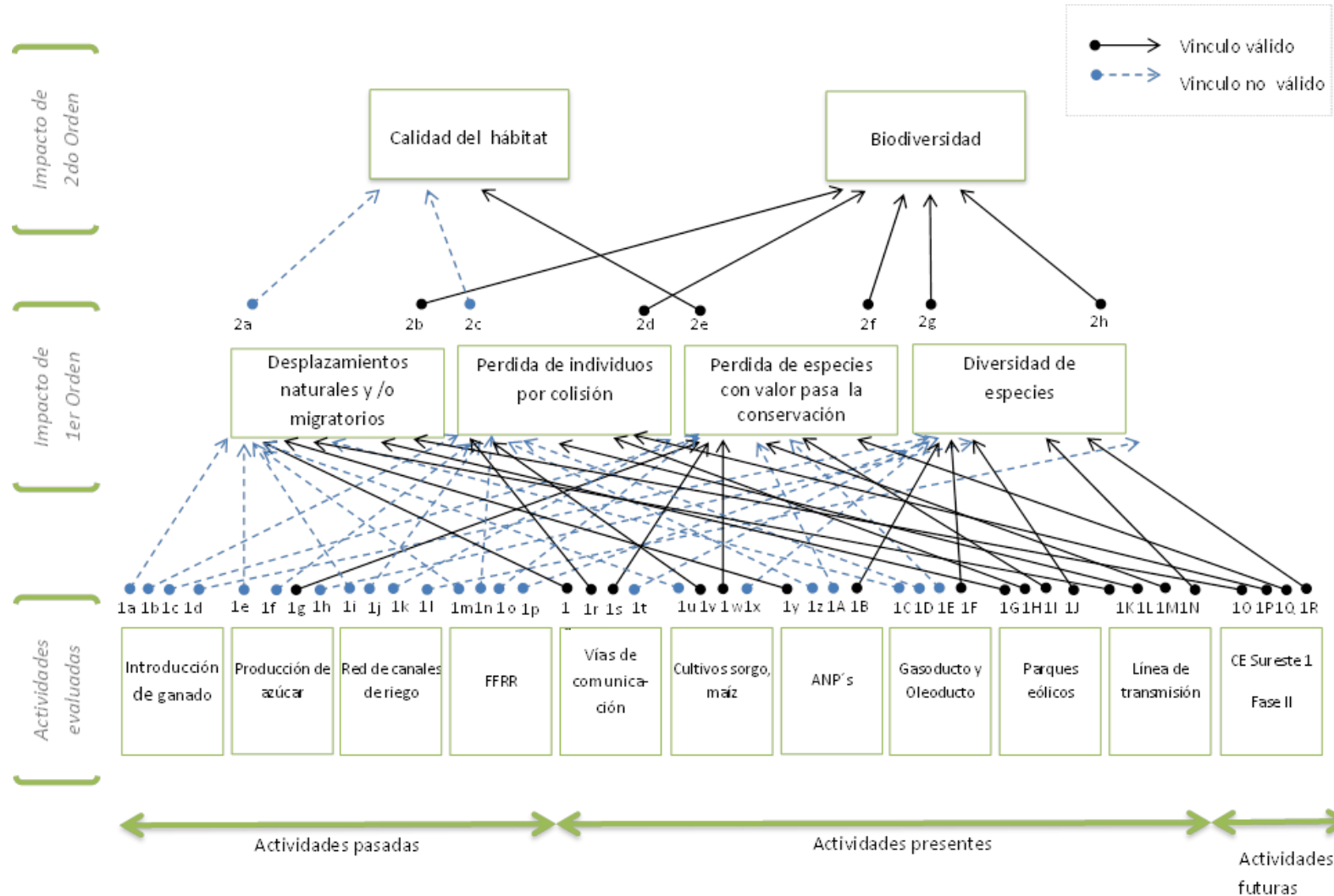


Figura V-9. Diagrama de vínculos potenciales para el componente Fauna, enfoque Aves y Murciélagos

**Cuadro V-15. Evaluación de los vínculos potenciales identificados en el componente Fauna, enfoque, Aves y Murciélagos.**

VECs	Vínculo	Signo	Magnitud	Duración	Frecuencia	Probabilidad de ocurrencia	Significancia	Efecto residual	Efecto acumulativo
Desplazamientos naturales y/o migratorios	1q,2b	-	media	Mediano	continua	media	Si	NA	No
	1y,2b	+	Alta	Mediano	continua	Alta	Si	NA	
	1G,2b	-	Media	Largo	continua	Alta	Si	NA	
	1K,2b	-	Media	Largo	continua	Alta	Si	NA	
	1O,2b	-	Media	Largo	continua	Media	Si	NA	
Pérdida de Individuos por colisión	1r,2d	-	Alta	Largo	Continua	Alta	Si	Si	Si
	1H,2d	-	Alta	Largo	Continua	Media	Si	No	
	1L,2d	-	Alta	Largo	continua	Media	Si	No	
	1P,2d	-	Alta	Largo	continua	Media	Si	No	
Pérdida de especies con valor para la conservación	1g,2e,2f	-	Medio	Medio	Continua	Baja	Si	No	No
	1s,2e,2f	-	Medio	Medio	continua	Media	Si	No	
	1w,2e,2f	-	media	Largo	continua	Baja	Si	No	
	1l,2e,2f	+	media	largo	continua	Alta	Si	No	
	1M,2e,2f	-	Alta	largo	continua	Alta	Si	No	
	1Q,2e,2f	-	media	largo	continua	Media	Si	No	
Diversidad de especies	1B,2g,2h	+	Alta	Medio	continua	Alta	Si	NA	No
	1F,2g,2h	-	Media	Largo	discontinua	Baja	No	No	
	1J,2g,2h	-	Baja	Mediano	discontinua	Baja	No	No	
	1N,2g,2h	-	Baja	Mediano	discontinua	Baja	No	No	
	1R,2g,2h	-	Baja	Mediano	discontinua	Baja	No	No	

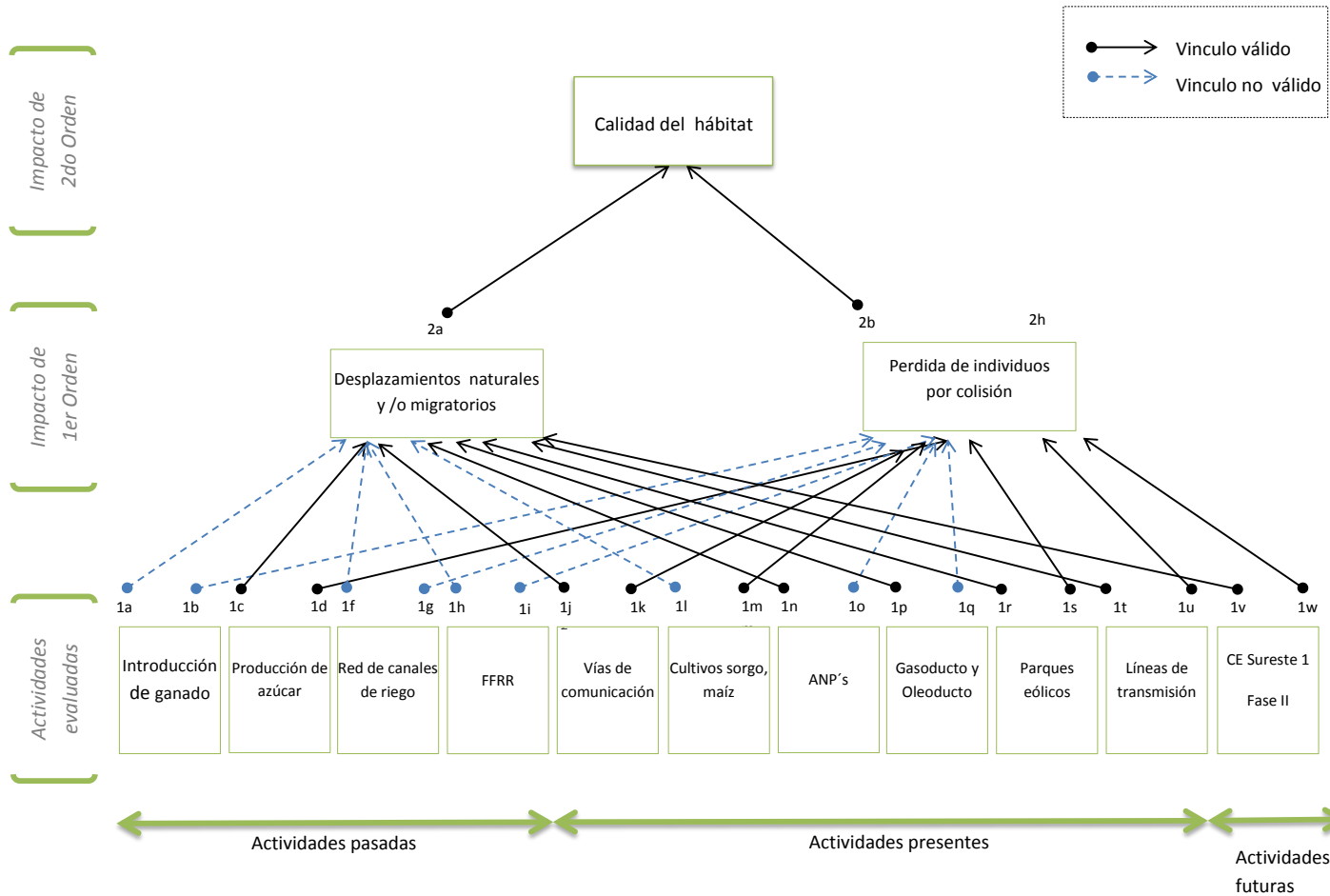


Figura V-10. Diagrama de vínculos potenciales para el componente Paisaje



**Cuadro V-16. Tabla. Evaluación de los vínculos potenciales identificados en el componente paisaje**

VECs	Vínculo	Signo	Magnitud	Duración	Frecuencia	Probabilidad de ocurrencia	Significancia	Efecto residual	Efecto acumulativo
Percepción visual	1c,2a	-	Baja	Corto	Discontinua	Baja	No	NA	No
	1j,2a	-	Baja	Corto	Discontinua	Baja	No	NA	
	1n,2a	+	Alta	Largo	Continua	Alta	Si	NA	
	1p,2a	-	Baja	Corto	Discontinua	Baja	No	NA	
	1r,2a	-	Media	Largo	Discontinua	Alta	Si	Si	
	1t,2a	-	Alta	Largo	Continua	Alta	Si	Si	
	1v,2a	-	Media	Largo	Discontinua	Alta	Si	Si	
Pérdida de la naturalidad	1d,2b	-	Media	Mediano	Continua	Alta	Si	No	Si
	1k,2b	-	Baja	Mediano	Discontinua	Baja	Si	No	
	1m,2b	-	Media	Mediano	Continua	Media	Si	No	
	1s,2b	-	Alta	Largo	Continua	Media	Si	Si	
	1u,2b	-	Alta	Largo	Continua	Alta	Si	Si	
	1w,2b	-	Media	Largo	Discontinua	Media	Si	Si	

## V.5.4 Análisis de la vegetación sobre la tasa de transformación.

### V.5.4.1 Metodología

#### Imágenes de satélite empleadas

Para determinar el Uso de Suelo y Vegetación del SAR se analizaron cinco escenas de distintas fechas las cuales fueron obtenidas por los satélites LANDSAT 3 MSS, LANDSAT 4 TM, LANDSAT 5 TM, LANDSAT 7 ETM+ y una más del satélite SPOT 5. Las escenas variaron entre 60m y 30m de resolución espacial para las imágenes LANDSAT, y 2.5m para la SPOT. Las cinco escenas fueron capturadas en la temporada de invierno (Cuadro V-17).

Cabe hacer mención que la escena del satélite SPOT fue empleada solamente para tener un mayor detalle a nivel del predio de la CE, ello a razón de que como es un satélite relativamente más reciente que el LANDSAT no dispone de imágenes de años tan antiguos; aunado a que la obtención de las escenas SPOT es más complicada que las LANDSAT.

**Cuadro V-17. Relación de imágenes utilizadas en el análisis de cambio**

SATELITE	FECHA DE LA ESCENA	IDENTIFICADOR	RESOLUCIÓN ESPACIAL
LANDSAT 3 MSS	17/03/1979	P24 - R49	60 metros
LANDSAT 4 TM	11/04/1992	P23 - R49	30 metros
LANDSAT 5 TM	27/03/2001	P23 - R49	30 metros
LANDSAT 7 ETM+	31/03/2011	P23 - R49	30 metros
SPOT 5	28/04/2011	K598 - J317	2.5 metros

#### Pre-procesamiento de las escenas

Se empleo el software ERDAS 9.1 para unir las distintas bandas espectrales que conforman a cada una de las imágenes LANDSAT, para posteriormente realizar una corrección atmosférica en el software geomática 2012.

La escena SPOT fue orto-rectificada en el módulo LPS 9.1 (Leica Photogrammetry Suite) contenido en el programa ERDAS 9.1. Para realizar este proceso, se requirió del uso de los metadatos que acompañan la imagen (archivo DIM), una imagen Landsat orto-rectificada y un MDE (CEM INEGI 30 m de resolución espacial). Para orto-rectificar las escenas SPOT se utilizaron al menos 40 puntos de control distribuidos en la escena. Después de ello se

fusionaron las bandas pancromáticas con las bandas multi-espectrales con el método Modified Intensity Hue (MIHS), implementado en ERDAS 9.1.

Después de haber aplicado todos estos procesos se realizó un corte (subset) para el límite del SAR a todas las imágenes LANDSAT, y uno conforme al predio para la imagen SPOT. Dichos cortes se realizaron con la finalidad de excluir zonas que no interesan en el análisis.

### **Clasificación de la vegetación y los tipos de uso de suelo actuales**

Se comenzó por clasificar la imagen del año más reciente (2011), tanto en el satélite LANDSAT (área correspondiente al SAR) y en el satélite SPOT (área correspondiente al predio); ello con el fin de conocer el paisaje actual ya que teniendo este conocimiento previo es más sencillo interpretar las imágenes de años anteriores. Por tal motivo fue necesario obtener mediante un GPS la localización geográfica de los distintos tipos de vegetación; para lo cual se emplearon todos los puntos recolectados en los muestreos y transectos que se realizaron en el SAR.

Habiendo verificado el tipo de vegetación en campo se cargaron estos puntos en el software ArcMap 9.3 para visualizarlos en conjunto con la imagen de satélite. Mediante ello se pudieron apreciar visualmente las características de color y textura que muestra la imagen en el sitio que se visitó y en cual se identificó la vegetación.

Tomando en cuenta las observaciones de los recorridos de campo y la interpretación visual de la imagen satelital se procedió a crear más puntos en la computadora (sitios de entrenamiento), para realizar la clasificación supervisada.

Se crearon un total de 65 sitios de entrenamiento, combinando entre sí los puntos de campo y los puntos realizados visualmente tomando en cuenta las características de textura y color de la imagen.

Posteriormente en el programa ENVI 4.8 se realizó la clasificación supervisada empleando la combinación de bandas RGB 4-3-2 para LANDSAT 7 y 1-2-3 para SPOT 5. Se usó el algoritmo de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood) y se obtuvieron las firmas espectrales de cada sitio de entrenamiento, las cuales permiten diferenciar los objetos en la

superficie (tipos de vegetación) ya que reflejan los distintos patrones de reflectancia característicos para cada uso del suelo y tipo de vegetación.

Finalmente, después de haber generado varias clasificaciones se tomó la que más se asemejaba a la realidad y que no confundía distintos usos de suelo o de vegetación. Inmediatamente de ello se le realizó una minuciosa verificación visual en donde se hicieron correcciones manuales para asegurar que no hubiera zonas que se confundieran con otro tipo de vegetación y si fuera así recodificar o editar la zona que tuviera error. Se detectaron ocho distintos tipos de uso de suelo (Cuadro V-18).

**Cuadro V-18. Tipos de vegetación identificados en las imágenes LANDSAT y SPOT; así como en el campo.**

<b>Tipo de vegetación/Usos de Suelo</b>
Bosque Tropical Subcaducifolio
Bosque Tropical Caducifolio
Ripario
Acahual
Pastizal
Agrícola
Área urbana
Suelo desnudo

Para obtener la clasificación supervisada algo que también fue de ayuda es el empleo de distintas fuentes de información para comprobar la clasificación, como es el caso de otras clasificaciones de uso de suelo existentes o incluso una sencilla aplicación que vincula al SIG ArcMap 9.3 con Google Earth y se puede visualizar la misma zona en ambos programas con fines de validación.

Para el caso de la clasificación SPOT a nivel del predio, se consideró unir esta clasificación a una copia de la clasificación LANDSAT; es decir, existe una clasificación LANDSAT para el SAR y una clasificación LANDSAT que tiene más detalle en la zona del predio ( unión de la clasificación SPOT).

Cabe también aclarar que para mostrar las afectaciones que se realizará a la vegetación del predio se generó una copia de la clasificación LANDSAT con SPOT a nivel predio en donde se le unieron todas las obras que removerán la vegetación (camino, cunetas, zapatas y

subestación eléctrica); ello con la finalidad de tener una “nueva” clasificación que muestre que las obras del predio ya están construidas (2011 con remociones).

**Clasificación de los tipos de vegetación y uso del suelo 1979, 1992, 2001**

Para poder realizar la clasificación de uso de suelo de estos años se siguió el mismo método que fue descrito para la clasificación 2011, salvo que aquí se eliminaron los sitios de entrenamiento que se emplearon durante la clasificación del año 2011, puesto que no coincidirían con estos años. Solamente se emplearon puntos visuales que fueron generados en la computadora. Las combinaciones de las bandas fueron RGB 3-2-1 para LANDSAT 3 MSS, 4-3-2 para LANDSAT 4 TM, y 5 TM. Cabe hacer mención que se aplicó un Resample (cambio de tamaño de pixel) a 30 metros para la clasificación de 1979, debido a que al ser una imagen más antigua el tamaño del pixel es mayor y no coincide con el resto de las escenas.

**Detección de cambio y tasa de deforestación.**

Habiendo obtenido las clasificaciones de uso de suelo de 1979, 1992, 2001 y 2011 se procedió a homogeneizar el tamaño del pixel (Resample) de las clasificaciones, por tal motivo se escogió un tamaño de 2.5m para que los datos fueran consistentes con las clasificación SPOT.

Luego de ello se reclasificaron para cada año los distintos usos de suelo en Arc Map 9.3 con la ayuda de la herramienta Reclassify. El procedimiento para reclasificar consiste en agrupar los distintos usos de suelo en dos clases, Cubierta forestal y Zona deforestada, quedando de la siguiente manera: (Cuadro V-19)

**Cuadro V-19. Nuevas clases y códigos para los distintos usos de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I**

Uso de Suelo	Clase	Código
Bosque Tropical Subcaducifolio	Cubierta forestal	1
Bosque Tropical Caducifolio	Cubierta forestal	1
Ripario	Cubierta forestal	1
Achual	Cubierta forestal	1
Pastizal	Zona deforestada	2
Agrícola	Zona deforestada	2
Área urbana	Zona deforestada	2
Suelo desnudo	Zona deforestada	2

Posteriormente se utiliza la herramienta Combine en ArcMap 9.3, la cual permitirá combinar las distintas clasificaciones entre sí para obtener como resultado final el análisis de cambios multi-temporales; mismos que permiten conocer que transformaciones ha sufrido el SAR y el predio a lo largo de 32 años (1979-1992, 1992-2001, 2001-2011, 1979-2011 y 1979-2011 con remociones).

De la combinación de códigos de las diferentes capas multi-temporales se obtienen cuatro distintas clasificaciones: Cobertura arbórea sin cambios, Zonas deforestadas sin cambios, Deforestación – Impacto y Regeneración. (Cuadro V-20)

**Cuadro V-20. Interpretación de las combinaciones entre códigos de distintas fechas de uso de suelo para obtener los cambios de uso de suelo**

Código año más antiguo	Código año más reciente	Interpretación
1	1	Cobertura arbórea sin cambios
1	2	Deforestación – Impacto
2	2	Zonas deforestadas sin cambios
2	1	Regeneración

Por otra parte, después de haber obtenido las superficies de cada uso de suelo se calculó la tasa de cambio de uso del suelo y vegetación, misma que se estimó con la siguiente ecuación:

$$\delta n = (S2/S1)^{1/n} - 1$$

Donde:

$\delta$  = tasa de cambio (para expresar en %, multiplicar por 100)

S1 = superficie forestal, al inicio del periodo

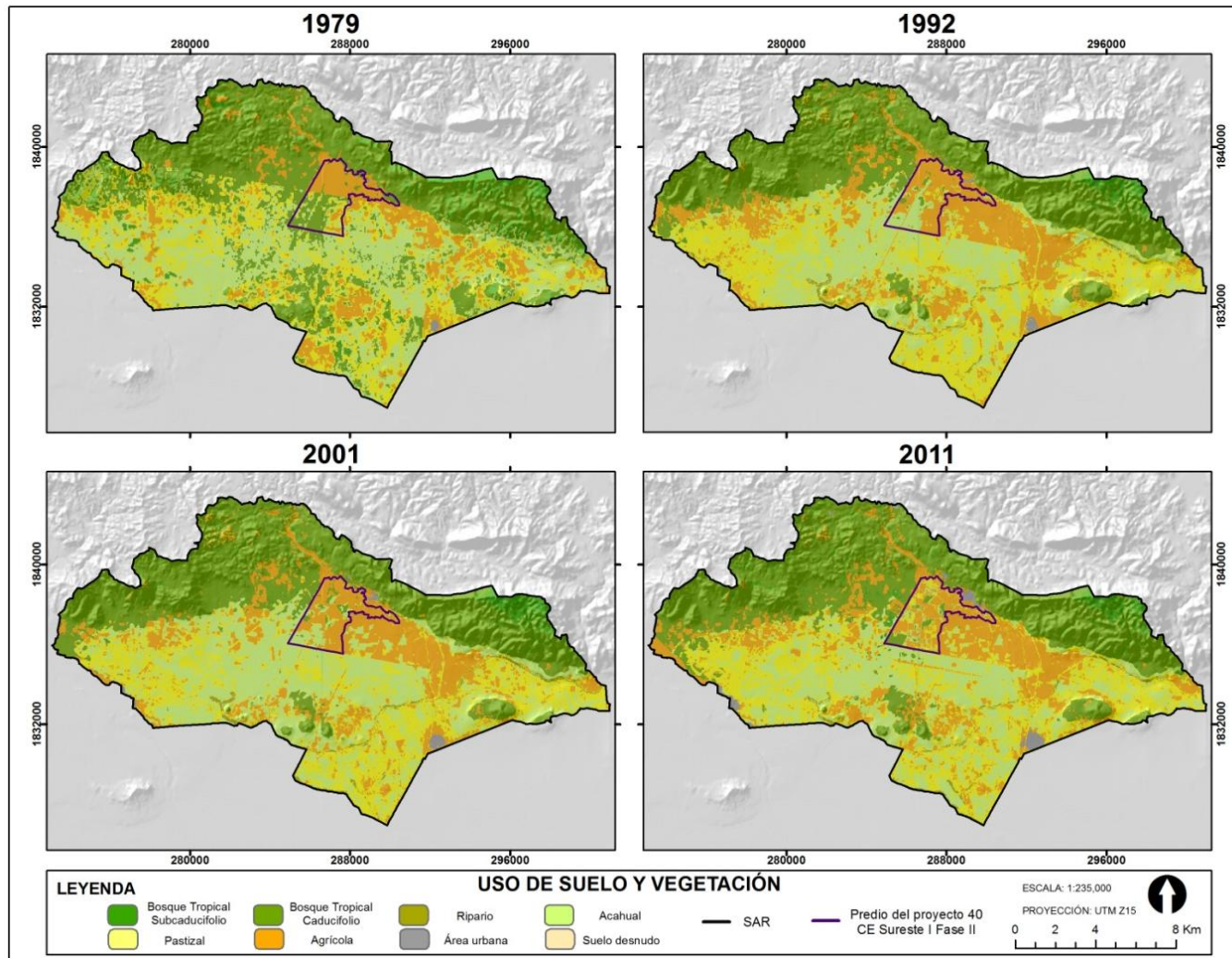
S2 = superficie forestal, al final del periodo

### Análisis

La región del Istmo de Tehuantepec se encuentra inmersa en la Provincia Florística de la Costa Pacífica, una región que se extiende en forma de una franja estrecha y continua desde el este de Sonora y SE de Chihuahua hasta Chiapas prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica, que específicamente en el Istmo de Tehuantepec incluye la Depresión Central de Chiapas. El clima en esta Provincia Florística es caliente y

semihúmedo o semiseco, lo que propicia el desarrollo de los tipos de vegetación dominantes, como son el bosque tropical caducifolio y el subcaducifolio.

Ahora bien el SAR delimitado para el proyecto CE Sureste I, Fase II, está inmerso en la Provincia Florística de la Costa Pacífica dentro la cual existen distintos tipos de vegetación y usos de suelo, de manera natural tenemos vegetación de tipo: Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Caducifolio, Ripario, Acahual, Pastizal y, por otro lado, se encuentran los usos o vocación del suelo: Agrícola, Área Urbana y Suelo desnudo; para poder entender mejor en el análisis los usos de suelo y vegetación presente en el SAR, se realizó una figura (Figura V-11) la cual dispone de imágenes de las variables vegetación y uso de suelo a través de un periodo de tiempo considerado entre 1979 y 2011, lo que hace posible distinguir los procesos de cambio atribuidos a factores que más adelante se mencionan.



**Figura V-11. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional (Fuente: SIG de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL)**

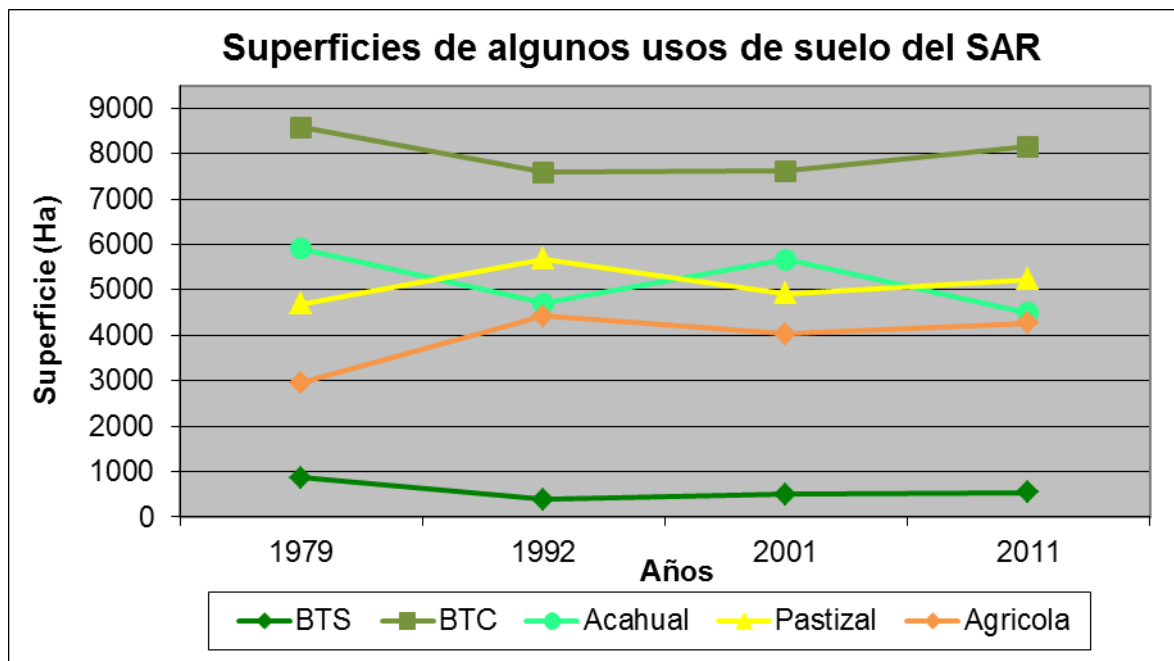


La figura anterior refleja como se ha estado configurando el SAR en las últimas décadas, a través del uso de suelo y los tipos de vegetación, recalcando que uno de los principales perturbadores que genera presión en los ecosistemas ha sido la actividad Agrícola; además es notable que el Cerro de Tolistoque se torna como uno de los sitios con mayor cobertura vegetal y posiblemente en mejor estado de conservación, razón por la cuál en los últimos cuatro años se ha realizado esfuerzos para ingresarlas dentro de un instrumento legal de conservación. Más sin embargo también podemos notar como a través del tiempo se ha incrementado la superficie destinada al uso agrícola (Cuadro V-21) y esto a su vez reduce la superficie de vegetación primaria y secundaria.

**Cuadro V-21. Superficies en Hectáreas y en porcentaje para distintos usos de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I para los años 1979, 1992, 2001, 2011 y 2011 con las respectivas remociones del proyecto.**

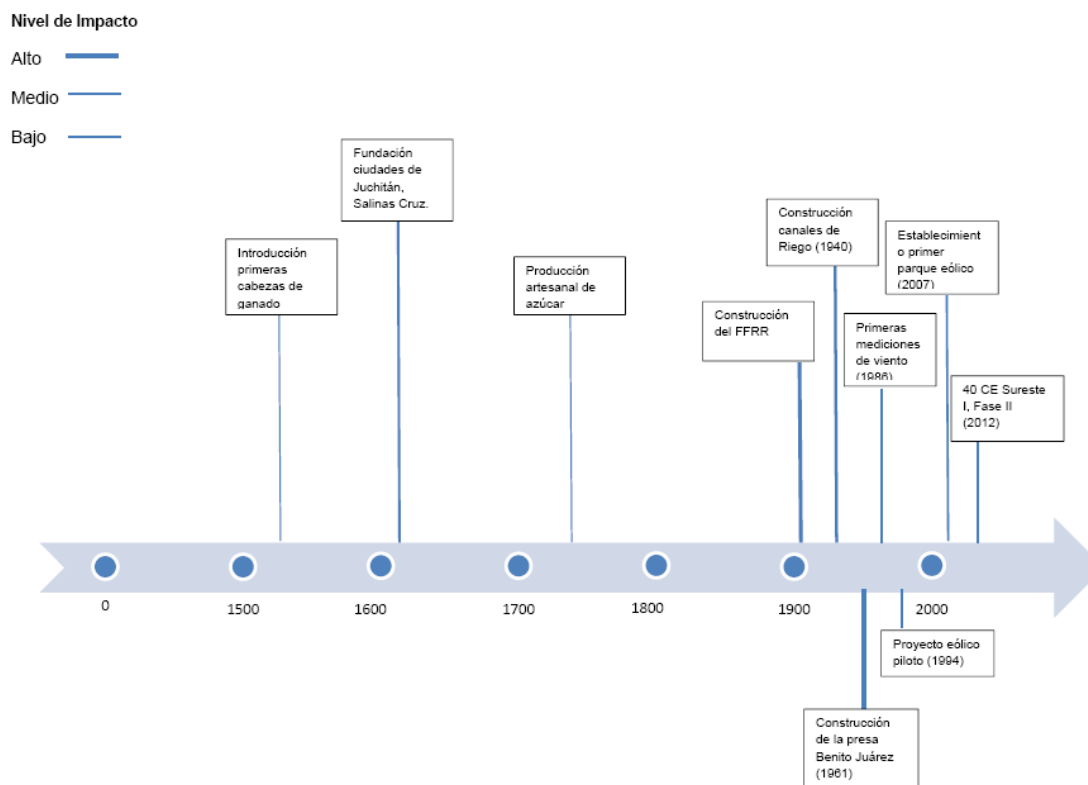
<b>AÑOS</b>	<b>1979</b>	<b>1992</b>	<b>2001</b>	<b>2011</b>	<b>2011 con remociones (incluye superficie del proyecto)</b>
<b>USO DE SUELO</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
Bosque Tropical Subcaducifolio	871.79 (3.79)	386.14 (1.68)	500.60 (2.17)	536.29 (2.33)	536.29 (2.33)
Bosque Tropical Caducifolio	8576.33 (37.24)	7583.61 (32.93)	7609.29 (33.04)	8156.39 (35.41)	8154.97 (35.41)
Ripario	12.02 (0.05)	195.12 (0.85)	228.19 (0.99)	171.00 (0.74)	171.00 (0.74)
Acahual	5903.43 (25.63)	4714.14 (20.47)	5661.31 (24.58)	4500.32 (19.54)	4498.08 (19.53)
Pastizal	4691.56 (20.37)	5682.84 (24.67)	4918.59 (21.35)	5225.06 (22.69)	5220.11 (22.66)
Agrícola	2952.38 (12.82)	4420.99 (19.19)	4030.33 (17.5)	4263.95 (18.51)	4253.88 (18.47)
Área urbana	25.04 (0.11)	49.72 (0.22)	84.24 (0.37)	174.24 (0.76)	192.93 (0.84)
Suelo desnudo	0.00	0.00	0.00	5.30 (0.02)	5.30 (0.02)

Se realizó una gráfica de los porcentajes de la tabla anterior en donde se muestran las variaciones que han tenido algunos usos de suelo a través del periodo 1979-2011. Pudiendo notar que no existe una continuidad en cuanto al aumento o disminución de superficies, más sin embargo para el BTS y BTC en los periodos 1992 a 2001 hubo cambios significativos.



**Figura V-12. Distribución de cinco usos de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I para los años 1979, 1992, 2001 y 2011**

A lo largo del tiempo la vegetación predominante en el Istmo de Tehuantepec ha sido configurada principalmente por las actividades humanas, dominando actualmente los cultivos y pastizales. A través de una documentación bibliográfica se ha logrado identificar las principales etapas de transformación de paisaje que han sido ubicadas en una línea de tiempo (Figura V-13).



**Nota:** no se refiere la construcción de carreteras por no tener la referencia

**Figura V-13.** Línea de tiempo con procesos relevantes en la transformación de la región del Istmo de Tehuantepec.

Uno de los aspectos que nos interesa para el análisis de este apartado se relaciona con la ubicación geográfica de la región. Dadas las condiciones predominantes durante la mayor parte del año en el SAR se cuenta con vientos de manera intensa y constante lo que originó en la década de 1980 que se realizaran estudios para conocer el potencial eólico de la región, instalándose torres anemométricas (Borja-Díaz et al.2005). En 1994 se instaló la primera prueba piloto con alrededor de siete aerogeneradores, corroborando lo que ya se había pronosticado, un alto potencial eólico (Muñoz 2012). La central eólica La Venta I con una capacidad de generación de 1575 Kw demostraron que la energía eólica era rentable dada la calidad de los vientos que predominan en la región. A partir de ahí surgió el proyecto de desarrollar un corredor eólico con la meta de producir cerca de 3000 MW por año, lo anterior más la infraestructura asociada como lo son líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, factor que ha contribuido en los procesos de cambio en el paisaje y biodiversidad.

En la siguiente Figura V-14 se puede apreciar las modificaciones que han impactado en la vegetación y uso de suelo, debido principalmente por la deforestación con el propósito de establecer aprovechamientos para actividades humanas. Respecto a la cobertura arbórea se deduce que los cambios han sido dinámicos, es decir, existe pérdida de cobertura como regeneración de la misma, lo que ha llevado considerando el periodo de 1979 a 2011 a una disminución de superficie vegetal de 400 ha durante el periodo en mención, Cuadro V-22.

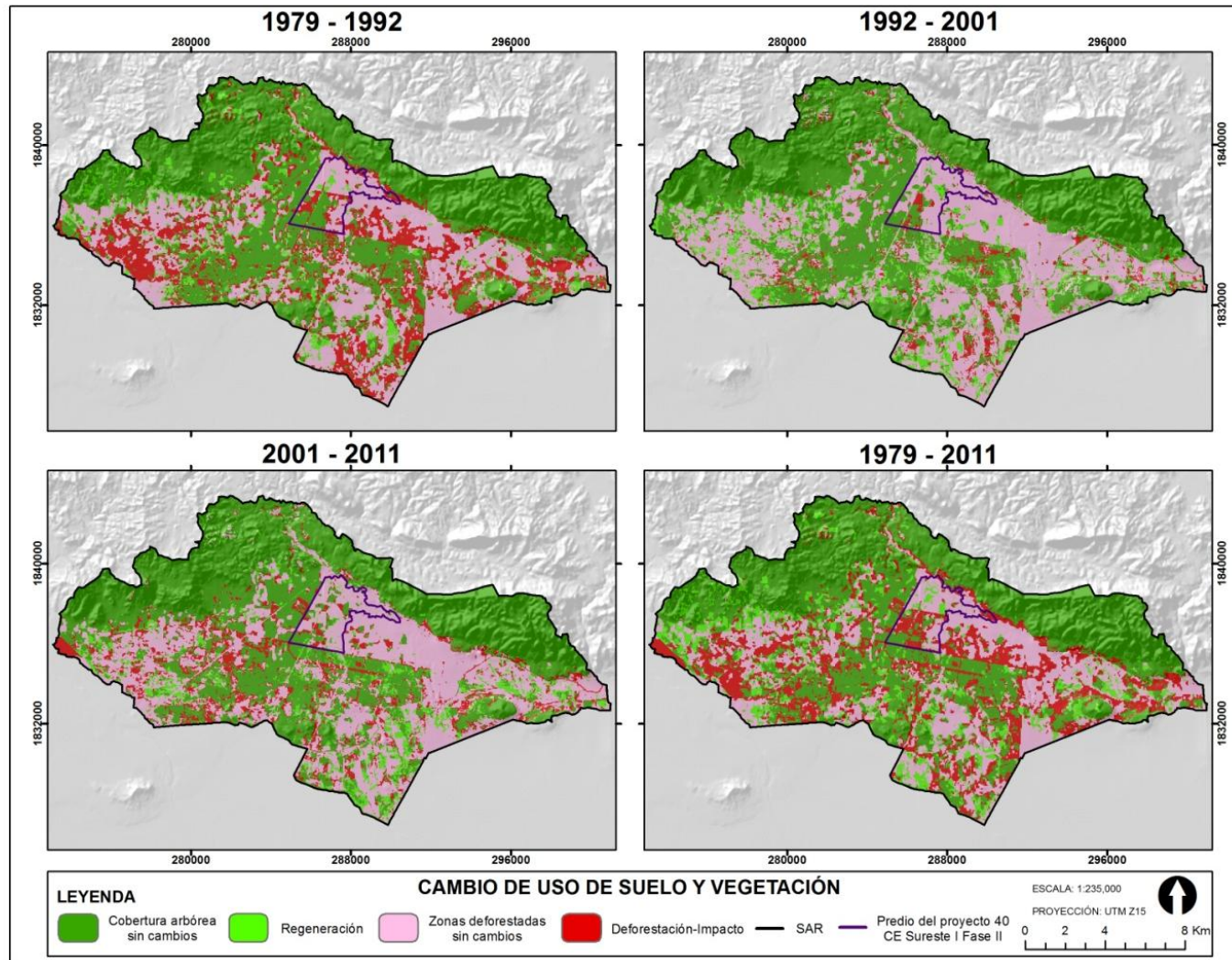


Figura V-14. Cambio de uso de suelo y vegetación del SAR (Fuente: SIG de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL)

**Cuadro V-22. Superficies en Hectáreas y en porcentaje de los cambios de cobertura en el SAR del predio de la CE Sureste I para los años 1979, 1992, 2001, 2011 y 2011 con las respectivas remociones del proyecto.**

<b>AÑOS CAMBIOS EN COBERTURA</b>	<b>1979 - 1992 (%)</b>	<b>1992 - 2001 (%)</b>	<b>2001 - 2011 (%)</b>	<b>1979 - 2011 (%)</b>	<b>2011 con remociones (incluye superficie del proyecto) (%)</b>
Cobertura arbórea sin cambios	11265.07 (48.91)	11668.85 (50.66)	11640.78 (50.54)	11042.41 (47.94)	11040.60 (47.93)
Regeneración	1613.93 (7.01)	2330.54 (10.12)	1723.21 (7.48)	2321.57 (10.08)	2319.73 (10.07)
Zonas deforestadas sin cambios	6055.04 (26.29)	7823.01 (33.97)	7309.95 (31.74)	5347.40 (23.22)	5349.25 (23.22)
Deforestación - Impacto	4098.50 (17.79)	1210.16 (5.25)	2358.61 (10.24)	4321.16 (18.76)	4322.97 (18.77)

Ante un panorama de cambios presentes a lo largo del tiempo en el SAR, para este análisis es importante considerar el polígono que conforma el Área de Influencia del proyecto (Figura V-15); zona que ha sido modificada en gran parte de su superficie por actividades pasadas (deforestación), dado a esto se considera pertinente conocer las tasas de deforestación (Cuadro V-23) que se han presentado con el paso de los años, esto a nivel del SAR, además de presentar una gráfica con la dinámica que presentan las tasas anuales de cambio de uso de suelo (Figura V-15).

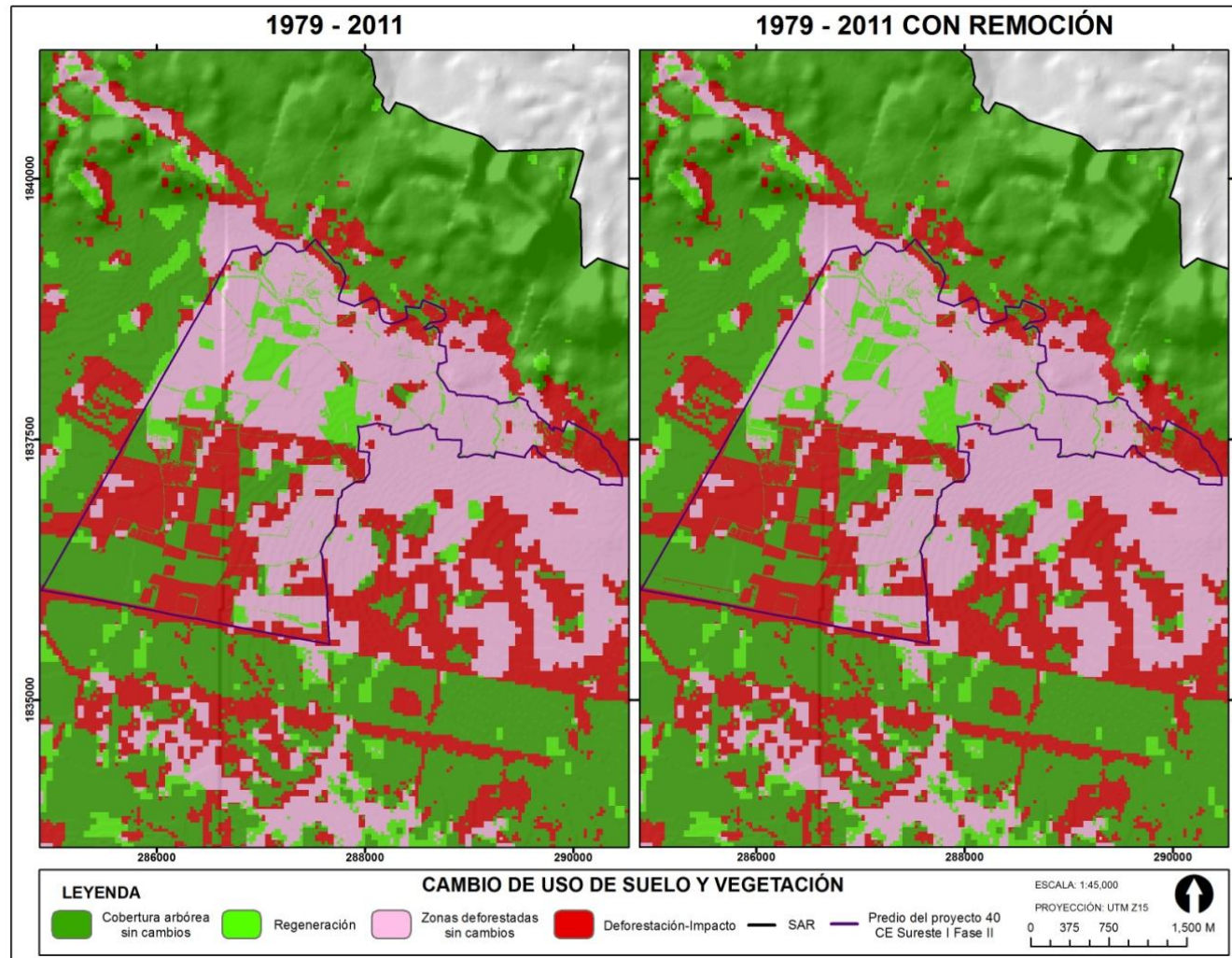


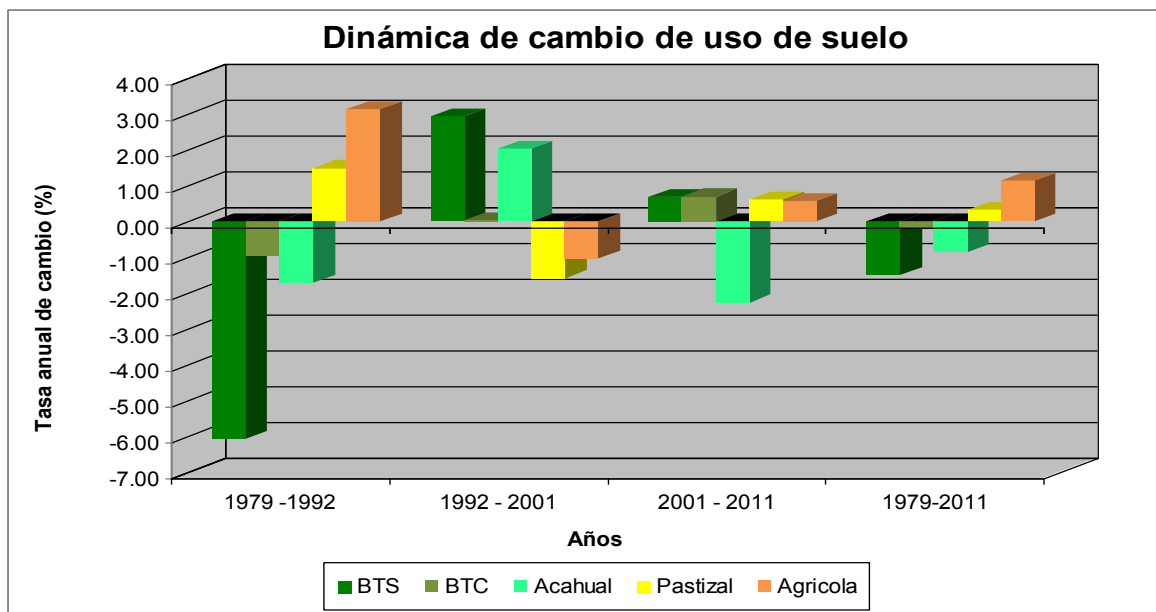
Figura V-15. Área de influencia del proyecto (Fuente: SIG de la Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad del INECOL).

La Figura V-16 demuestra que la contribución del Proyecto CE Sureste I, Fase II en los procesos de transformación de la cobertura vegetal es mínima a comparación de otros factores ya establecidos (agricultura, Línea de transmisión, vías de comunicación, gasoductos y oleoductos), así como la operación de desarrollos similares al margen del Proyecto.

**Cuadro V-23. Tasas de deforestación en porcentaje para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2011, 1979-2011 y 1979-2011 con remociones; en el SAR del predio de la CE Sureste I, Fase II.**

Uso de suelo	1979 - 1992	1992 - 2001	2001 - 2011	1979 - 2011	1979 -2011 con remociones, incluyendo la superficie del proyecto
Bosque Tropical Subcaducifolio	-6.07	2.93	0.69	-1.51	-1.51
Bosque Tropical Caducifolio	-0.94	0.04	0.70	-0.16	-0.16
Ripario	23.91	1.75	-2.84	8.65	8.65
Acahual	-1.72	2.06	-2.27	-0.84	-0.85
Pastizal	1.49	-1.59	0.61	0.34	0.33
Agrícola	3.15	-1.02	0.57	1.16	1.15
Área urbana	5.42	6.03	7.54	6.25	6.59
<b>Cobertura forestal</b> (Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Caducifolio, Ripario, Acahual)	-1.35	0.93	-0.46	-0.43	-0.44





**Figura V-16. Tasa anual de cambio de uso de suelo en el SAR del predio de la CE Sureste I para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2011 y 1979-2011.**

### V.5.5 Análisis comparativo del riesgo de colisión

El presente análisis tiene la finalidad de realizar una comparación de la magnitud y riesgo de colisión de aves y murciélagos generado por el Proyecto CE Sureste I Fase II y otras fuentes de colisión como, vías de comunicación (carreteras), líneas de transmisión eléctrica, edificios, entre las más comunes.

Se ha reconocido que los impactos ecológicos más importantes que generan los parques eólicos son la muerte de aves y murciélagos por colisión contra los aerogeneradores y otras estructuras asociadas (Lekuona 2000). Existen otros impactos generados durante la construcción de los parques, pero sin duda las colisiones son las que prevalecen en todo el ciclo de los proyectos eólicos. Por lo tanto la muerte de individuos de aves y murciélagos se considera un impacto acumulativo porque estas muertes se adicionan a las ocasionadas por otras fuentes de impacto como lo son carreteras, torres de comunicación, líneas de transmisión eléctrica, torres anemométricas, edificios, entre otras.

### V.5.5.1 Método

Como primer paso de este análisis se procedió a inventariar el número de infraestructuras que se sabe ocasionan colisiones de aves y murciélagos. En la sección V.5.1.3 se reportan la infraestructura que actualmente ya está instalada en el SAR y Área de Influencia y algunas son potenciales fuentes de muertes de aves y murciélagos por colisión.

Con el propósito de analizar un impacto acumulativo y/o sinérgico con respecto al componente ambiental: avifauna, CFE y su consultora ambiental para este proyecto (INECOL), realizaron la solicitud correspondiente al monitoreo de colisiones de aves y quirópteros a las empresas Fuerza Eólica del Istmo (No. de Oficio SURU-058/12), Eléctrica del Valle-EDF (No. de 740/2012/ELS459) de los dos parques eólicos de Iberdrola (No. de Oficio 740/2012/ELS458).

Posteriormente, se procedió a la búsqueda de información bibliográfica que incluyó la revisión de las Manifestaciones de Impacto Ambiental de proyectos relacionados, dos resolutivos (Bii Nee Stipa II y Fuerza Eólica del Istmo), emitidos por la autoridad ambiental (<http://cdm.unfccc.int/Projects/>), reportes técnicos, artículos científicos y de divulgación, libros y búsquedas en internet. La finalidad de esta búsqueda fue identificar algún indicador de colisión que se pudiera contrastar con las condiciones del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II y poder hacer estimaciones de los impactos que se generarán en esa Central durante su construcción, operación y abandono.

### V.5.5.2 Resultados

Para la región del Istmo de Tehuantepec no se encontró información relacionada con colisiones de aves y murciélagos en centrales eólicas en el SAR, por ejemplo, analizando los resolutivos de dos de los proyectos eólicos presentes dentro del SAR se puede observar que no hay ninguna medida relacionada con la mitigación de impactos relacionados con colisiones.

Otro problema que ha impedido un análisis serio de los efectos negativos de los proyectos eólicos es el acceso a la información. Casi todas las empresas privadas no aportan información sobre los monitoreos biológicos dentro de sus parques. En diversos foros sobre la industria eólica en México, se ha planteado la necesidad de compartir este tipo de información para hacer una evaluación ambiental estratégica y determinar la capacidad de carga del ecosistema. Desafortunadamente todos estos intentos no han tenido éxito. Actualmente solo la CELVII (Central Eólica La Venta II de CFE), proporciona información sobre las interacciones de

las aves y murciélagos con los aerogeneradores. Más adelante se analizará este caso detalladamente para poder hacer una inferencia sobre la contribución que se espera con la operación de la CE Sureste I Fase II sobre este impacto acumulativo.

Otras infraestructuras fuente de posibles colisiones de aves y murciélagos identificadas en el SAR son: Las líneas de transmisión, las torres anemométricas, las torres de comunicación y las carreteras. Desafortunadamente no se cuenta con un estudio que haya evaluado el número de muertes de aves y murciélagos producidos por este tipo de infraestructura en la región del SAR. A nivel nacional e internacional si se cuenta con información sobre el número de muertes de fauna silvestre en general (incluyendo aves y murciélagos) producen y los números pueden ser alarmantes.

#### *Monitoreo de colisiones de aves y murciélagos en la Central Eólica La Venta II*

Desde que comenzó sus operaciones en el 2007 la CELVII ha contado con monitoreo de aves y murciélagos en la fase de post-construcción. Desde entonces se han registrado colisiones de aves y murciélagos que han sido reportados a las autoridades correspondientes. La información se ha generado por medio de la aplicación de protocolos de investigación respaldados por fuertes fundamentos científicos. Gracias a lo anterior, en el 2011 el monitoreo biológico llevado a cabo en esa central fue presentado como un caso de estudio en un libro editado por el Banco Mundial con la finalidad de implementar una política ambiental acorde con las condiciones socioeconómicas de Latinoamérica (Ledec et al, 2011). Esta referencia bibliográfica es la más adecuada para hacer el análisis del impacto acumulativo de las colisiones debido principalmente a: 1) la información proviene de un parque localizado en la misma ecorregión (Istmo de Tehuantepec); 2) El contexto ecológico presente en la CELVII es similar al de la CE Sureste I Fase II; 3) Es probable que ambas centrales compartan un mismo pool de especies de aves y murciélagos que posibilita que pueda haber unas interacciones ecológicas entre las especies presentes en cada central y 4) Se tiene una certeza de la calidad de información y las conclusiones a las que se llega en el libro mencionado pueden servir de base para futuros análisis de impactos acumulativos en la región del Istmo.

### *Colisiones de aves y murciélagos en el Istmo de Tehuantepec*

En el Anexo I del libro “Greening the wind” editado por el Banco Mundial (Ledec et al 2011) se presenta al monitoreo biológico implementado en la CELVII. En este anexo se presentan los resultados más sobresalientes encontrados a través del monitoreo, incluyendo el tema de las colisiones de aves y murciélagos. Los puntos más sobresalientes que puede servir de base para evaluar el impacto acumulativo de sobre el componente aves y murciélagos que producirá la CE Sureste I, Fase II:

- El número de colisiones registradas en el periodo 2007-2008 fue un total de 78 aves y 123 murciélagos. Existe evidencia suficiente para decir que los murciélagos se están colisionando más que las aves contra los aerogeneradores instalados en el Istmo de Tehuantepec, y es una tendencia que ha continuado en monitoreos posteriores hasta la actualidad (Villegas-Patracá, com per).
- Se estima, sin embargo, que el número de muertes de murciélagos y aves pequeñas, es mucho mayor (en un factor de 50) que lo verdaderamente registrado lo anterior principalmente se debe a: a). Las altas tasas de remoción de cadáveres (Villegas-Patracá et al 2012) registradas dentro del predio de la CELVII; b) La imposibilidad de los buscadores (eficiencia de búsqueda) de inspeccionar todas las áreas debido al tipo de vegetación y al número insuficiente de buscadores y c) la tendencia de no detectar cadáveres de talla pequeña (murciélagos y aves paseriformes).
- Para cadáveres grandes (aves rapaces y acuáticas) el factor de corrección entre lo observado y lo real debe ser mucho menor debido a que los carroñeros suelen comerse los animales en el sitio permitiendo con eso dejar evidencia de la presencia de un ave.
- Se tiene evidencia de que en la CELVII se han colisionado individuos de 19 especies de murciélagos y 27 de aves.

Considerando la información anterior y aplicando el factor de corrección estimado se puede decir que en La Venta II el número de colisiones reales que se presentaron en el periodo 2007-2008 pudo llegar a 6150 murciélagos y 3900 aves. Una estimación que puede ser sobre estimada. Por lo tanto, para reducir el grado de incertidumbre sobre este fenómeno, es

necesario continuar con la búsqueda de cadáveres y con la implementación de experimentos para determinar las tasas de remoción y de detección para poder construir un estimador mas confiable. Aún con lo anterior, ya se puede partir de un dato con la cuál hacer comparaciones con lo que se estima produce las otras fuentes de impacto de muertes de individuos por colisión detectadas en el SAR.

En el Cuadro V-24 se presentan datos provenientes de estudios en algunas regiones del mundo sobre muertes de aves y murciélagos producidos por otras estructuras antropogénicas. Se puede apreciar que las carreteras y edificios pueden llegar ocasionar más muertes de colisiones de aves que las reportadas en la CELVII. Otro aspecto interesante que se encontró, es que las aves son más impactadas por otras estructuras diferentes a los aerogeneradores que los murciélagos. Son escasos los reportes, por ejemplo, de muertes de murciélagos por colisión en carreteras o contra edificios.

**Cuadro V-24. Reportes de colisiones de aves y murciélagos ocasionados por estructuras antropogénicas en algunas regiones del mundo.**

Fuente de Colisiones	País o Ecosistema	Grupo	Núm. Ind.	Periodo de monitoreo	Dato anual	Fuente
Carreteras	México	Murciélagos	1	49 días	7.44	Grosselet, M., Villa-Bonilla, B., Ruiz M. G., 2006
		Aves	41		305.4	
Carreteras	España	Murciélagos	42	5 meses (1998-1999)		Bafaluy, J.J. 2000
Carreteras	Australia	Murciélagos	11	12 semanas	47.66	Taylor, B.D. and R. L. Goldingay. 2004.
		Aves	139		602.33	
Carreteras	España	Aves	511	6 meses	1022	Ballester P. A., 2008
Edificios	México	Aves	15	94 días	58.24	Cupul-Magaña, F.G. 2003.
Edificios	Colombia	Aves	106	2006-2008	271	Agudelo-álvarez, L. et al. 2010.
Edificios	Manhattan	Aves	318	10 días	100	Gelb, Y. and Delacretaz, N. 2006.
Líneas de Transmisión	España	Aves colisionadas	86	1991-1995	21.5	Anónimo
		Aves electrocutadas	219		54.75	
CELVII	México	Aves	78	2007-2008	78	Ledec et al, 2011
		Murciélagos	123		123	

Estos datos permiten hacer inferencias sobre los que puede estar pasando dentro del SAR. Es probable que se estén presentando más muertes de aves por producidos por las carreteras y líneas de transmisión que por los aerogeneradores que hasta el momento se han instalado. Para el caso de los murciélagos, estas muertes deben ser menores.

Por lo tanto se prevé que la contribución del Proyecto CE Sureste I, Fase II será mínima con respecto a las colisiones que actualmente se deben estar presentando (escenario sin proyecto) en el Sistema Ambiental Regional debido a la infraestructura existente.

### **Calidad Paisajística**

La importancia de analizar el impacto al paisaje radica en que éste permite evaluar desde una perspectiva visual los efectos de los procesos de deterioro en los sistemas naturales; generalmente el paisaje es evaluado por tres atributos, la visibilidad, la calidad paisajística y fragilidad del paisaje; para el análisis que nos ocupa, será la calidad paisajística el atributo que nos permita realizar una estimación de la magnitud con que el proyecto CE Sureste I, Fase II contribuya al impacto acumulativo identificado previamente para este componente.

Siguiendo la metodología de cuencas visuales utilizada en el diagnostico del paisaje (capitulo IV), como se ha notado, gran parte de la región en que el SAR está inmerso se encuentra altamente intervenida. Sin embargo, dentro de este paisaje fragmentado y modificado por actividades antropomórficas, se puede afirmar que el SAR que delimita al proyecto CE Sureste I, Fase II provee de hábitat a una diversidad de especies de fauna silvestre, y que contiene aún parches de bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio que proveen hábitat para un importante grupo de aves y especies terrestres.

La calidad visual representa el valor cuantitativo del carácter agradable de ver un paisaje, esta a su vez puede analizarse mediante la calidad visual intrínseca y extrínseca, trabajo realizado en el diagnostico del Capítulo IV, de dicho diagnostico la Naturalidad representa el estado del paisaje previo a la acción del hombre, de acuerdo al porcentaje de superficie que cubren los diferentes elementos que ocupan la superficie total de la unidad. Para darse una idea del grado de “conservación” y “perturbación” del SAR el siguiente cuadro refleja los porcentajes estimados de naturalidad:

**Cuadro V-25. Naturalidad para el total del SAR**

Tipo de uso de suelo	Unidad Paisaje	Área (ha)	Unidad %	Total %
Bosque tropical subcaducifolio	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	132,99	24,81	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	95,79	17,87	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	209,71	39,12	
	Lomeríos medianamente diseccionados	57,78	10,78	
	Lomeríos fuertemente diseccionados	39,75	7,42	
	<b>Total</b>		<b>536,02</b>	<b>100,00</b>
Bosque Tropical Caducifolio	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	2911,11	35,70	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	1906,71	23,38	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	2541,25	31,16	
	Lomeríos medianamente diseccionados	534,94	6,56	
	Lomeríos fuertemente diseccionados	260,93	3,20	
	<b>Total</b>		<b>8154,94</b>	<b>100,00</b>
Ripario	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	165,39	96,42	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	3,67	2,14	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	2,47	1,44	
	<b>Total</b>		<b>171,53</b>	<b>100,00</b>
Acahual de BTC	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	4424,85	98,32	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	57,53	1,28	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	17,77	0,39	
	Lomeríos medianamente diseccionados	0,23	0,01	
	<b>Total</b>		<b>4500,37</b>	<b>100,00</b>
Pastizal	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	5126,04	98,10	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	77,40	1,48	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	21,90	0,42	
	Lomeríos medianamente diseccionados	0,13	0,00	
	<b>Total</b>		<b>5225,46</b>	<b>100,00</b>
Agrícola	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	4103,98	96,23	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	125,64	2,95	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	30,41	0,71	
	Lomeríos medianamente diseccionados	4,65	0,11	
	<b>Total</b>		<b>4264,68</b>	<b>100,00</b>
Área Urbana	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	162,52	93,24	
	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	11,12	6,38	
	Lomeríos ligeramente diseccionados	0,67	0,38	

	<b>Total</b>	<b>174,31</b>	<b>100,00</b>	<b>0,76</b>
Suelo Desnudo	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas	5,30	100,00	
	<b>Total</b>	<b>5,30</b>	<b>100,00</b>	<b>0,02</b>
		<b>23032,61</b>	<b>100,00</b>	



Por otra parte la calidad visual es un atributo del paisaje que de manera extrínseca resulta ser el impacto visual que genera en el observador cada tipo de ocupación, es decir, los siete tipos considerados para el área de influencia, BTS, BTC, ripario, acahual de BTC, agrícola, pastizal y área urbana.

Como se puede observar en el diagrama de vínculos para el componente paisaje, a través del tiempo se han presentado diversas acciones que interactúan de manera directa e indirecta que sin duda alguna han impactado a la calidad paisajística y por este hecho se deben considerar para estimar la contribución del Proyecto a los efectos acumulativos.

El mayor aspecto a considerar es la inserción de elementos ajenos al componente natural del paisaje, en este caso, los aerogeneradores que por sus características sobresalen de los demás elementos (subestación, caminos, obra complementaria). Aunado a esto, si tomamos en cuenta los proyectos similares ya establecidos, potencialmente se darían dos vertientes; 1) que la implementación de los aerogeneradores del Proyecto CE Sureste I, Fase II se integren y sea disipado su efecto visual entre los ya establecidos, por lo tanto la percepción hacia el exterior sería mínima; 2) que los aerogeneradores del Proyecto sobresalgan debido a su distribución y/o características particulares (tecnología, marca, estilo, etc.). En ambos casos significaría un efecto acumulativo por la integración de una causa que recae en un mismo componente (paisaje) y al carecer el medio natural de elementos que mitiguen este efecto se prevea la aparición de un efecto residual, tomando en cuenta que no existe alguna medida propuesta en la actualidad capaz de minimizar o anular este impacto.

## V.6 Impactos Sinérgicos

De acuerdo a la definición que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental; un impacto sinérgico es aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Los impactos sinérgicos pueden ser generados por aditividad o complementariedad de los efectos (sinergias), o en su defecto por tercerización de los mismos; es decir, cuando la consecuencia no es la suma de los efectos individuales, sino que ésta se potencia o se diluye.

### V.6.1 Metodología

El análisis se basa en la verificación de las interacciones de los impactos identificados, para lo cual se utilizara una matriz simétrica de doble entrada (impacto vs impacto) (Matriz #). Esta matriz permitirá el cruce de información procedente de los impactos evaluados, facilitando la visualización de interacciones sinérgicas, que podrían ser producto de la potencial ocurrencia de dos o más perturbaciones singulares sobre un determinado factor ambiental. El análisis respectivo se realiza en los tres medios (físico, biológico y social) cubriendo las etapas del Proyecto (construcción, operación y abandono).

### V.6.2 Resultados

#### V.6.2.1 Interacción de Impactos en el Medio Físico

Las interacciones en el medio físico están referidas a los cambios que puedan ocurrir en el recurso suelo, hidrología y/o aire o una combinación entre ellas, producto de las actividades del Proyecto. Las actividades de desmonte, despalme, el movimiento y nivelación de suelo y el uso de depósitos de material excedente afectarán la estabilidad estructural al modificar las características de los suelos, incrementando los procesos erosivos. Asimismo, actividades como construcción de estructuras, uso de vehículos, maquinarias y equipos, explotación de canteras, entre otras podrían originar la calidad de los suelos y por infiltración.

En este análisis las interacciones de los impactos negativos al medio físico 8 (Cuadro V-25) en su mayoría resultaron compatibles (no significativa), con excepción de la interacción del impacto modificaciones al relieve (B1) y modificaciones a la escorrentía superficial (D3) que resulta moderada significativa tomando como referencia los atributos aplicados en la matriz de evaluación (matriz V) y el valor de impacto; el efecto de esta interacción se debe a que los

procesos erosivos durante la preparación y construcción del sitio pueden alterar el curso natural de los escurrimientos superficiales; sin embargo, se debe considerar que esta situación podría reducirse con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI de esta manifestación.

**Cuadro V-26. Interacciones de Impactos para el medio físico**

Interacciones	Valor de impacto 1	Valor de impacto 2	Magnitud del impacto
A1-A2	/	/	<b>Compatible</b>
A2-C1	/	/	<b>Compatible</b>
B1-C1	/	/	<b>Compatible</b>
B1-D3	/	/	<b>Moderado</b>
C1-D2	/	/	<b>Compatible</b>
C1-D3	/	/	<b>Compatible</b>

### V.6.2.2 Interacción de Impactos en el Medio Biológico

Las interacciones en el medio biológico están referidas a los cambios que puedan ocurrir en la flora y paisaje, fauna terrestre y voladora o una combinación entre ellas, producto de las actividades del Proyecto como el uso de vehículos, maquinarias y equipos, desmonte y despalle, estructuras aéreas, generación de agua doméstica e industriales, generación de vibraciones y ruidos, emisiones gaseosas (móviles), principalmente, dando lugar a efectos negativos.

En este análisis las interacciones de los impactos negativos al medio biológico solo una interacción ha resultado poco significativa o compatible, con excepción de la interacción de los siguientes impactos: *Intervención de cobertura vegetal* (E1) con los impactos *Especies bajo protección* (E2), *Potencial afectación a especies bajo protección* (F3), *impacto visual* (G1), que resultaron de magnitud moderada; por otra parte la interacción del impacto *Perdida de individuos (por atropellamiento y cacería)* (F1) con los impactos *Colisión de aves y murciélagos* (F2) y *Potencial afectación a especies bajo protección* (F3), con magnitud de moderada a significativa. Las probabilidades de interacción moderadas pueden disminuirse en la medida que se apliquen las medidas correctivas propuestas en el desarrollo del capítulo VI y los Planes de Manejo Ambiental del capítulo VII.

**Cuadro V-27. Interacciones de Impacto para el medio biológico**

Interacciones	Valor de impacto 1	Valor de impacto 2	Magnitud del impacto
E1-E2	S	MS	<b>Compatible</b>
E1-F3	S	MS	<b>Moderado</b>
E1-G1	S	MS	<b>Moderado</b>
F1-F3	MS	MS	<b>Moderado</b>
F2-F3	S	MS	<b>Media</b>

### V.6.2.3 Interacción de Impactos en el Medio Social

Las interacciones en el medio social están referidas a los aspectos sociodemográficos, económicos y socioculturales o su combinación, producto de las actividades del proyecto como la contratación de mano de obra local, la derrama económica en la región y los aspectos de desplazamiento poblacional (migración).

En este sentido, el resultado de la evaluación realizada de las interacciones obtenidas en el medio social es compatible; la generación de empleos es un gran detonante para la economía local y regional, además de brindar condiciones adecuadas en la población beneficiada.

### V.6.2.4 Interacción de Impactos en el Medio Físico y Biológico

Las interacciones entre el medio físico y biológico están relacionadas principalmente a la calidad de suelos, el hábitat de la fauna terrestre, las dificultades de regeneración natural de la vegetación y la calidad del paisaje.

De acuerdo a la evaluación realizada, la mayor cantidad de interacciones de impactos negativos son del tipo compatible, con excepción de la interacción del impacto *intervención de la cobertura vegetal* (E1) con los impactos *Modificaciones al relieve* (B1), *Especies bajo protección* (E2) y *potencial afectación a especies bajo protección* (F3), por otro lado la interacción del impacto *riesgo de erosión* (C1) con el *impacto visual* (G1); todas resultando moderadas, esto se debería a que los procesos de remoción de la vegetación durante la preparación del sitio afectaría el hábitat de las especies tanto vegetales como de fauna, además que el riesgo de erosión y la pérdida de cobertura afectan de manera directa a la calidad paisajística. Sin embargo, se debe considerar que estos sucesos podrían reducirse con la aplicación de las medidas indicadas en el capítulo VI.

**Cuadro V-28. Interacciones de Impactos para los componentes Físico y Biológico**

Interacciones	Valor de impacto 1	Valor de impacto 2	Magnitud del impacto
B1-E1	/	S	<b>Moderado</b>
B1-G1	/	MS	<b>Compatible</b>
C1-E1	/	S	<b>Media</b>
CI-G1	/	MS	<b>Moderado</b>
C2-F3	/	MS	<b>Compatible</b>
D1-E2	/	MS	<b>Compatible</b>
D1-F3	/	MS	<b>Compatible</b>
D2-E2	/	MS	<b>Compatible</b>
D2-F3	/	MS	<b>Compatible</b>
D3-F3	/	MS	<b>Compatible</b>
E1-E2	S	MS	<b>Compatible</b>
E1-F3	S	MS	<b>Moderado</b>
E1-G1	S	MS	<b>Moderado</b>
F1-F3	MS	MS	<b>Moderado</b>
F2-F3	S	MS	<b>Media</b>

#### V.6.2.5 Interacciones del Medio Biológico y el Medio Social

Las interacciones entre el medio biológico y social están relacionadas a la pérdida de recursos y perturbación de la vida cotidiana con la posible afectación del hábitat.

Los resultados de la evaluación realizada, muestran que las interacciones de impactos negativos resultan compatibles. Con excepción de los impactos *intervención de cobertura vegetal* (E1) y el *Impacto visual* (G1), ya que la remoción de áreas de vegetación como Bosque tropical caducifolio y subcaducifolio pueden ocasionar una perturbación la percepción de reducción de áreas verdes de forma visual.

**Cuadro V-29. Interacciones de Impacto para los componentes Biológico y Social**

Interacciones	Valor de impacto 1	Valor de impacto 2	Magnitud del impacto
E1-H1	S	/	<b>Compatible</b>
H1-G1	/	MS	<b>Compatible</b>

	Medio físico									Medio biológico					Medio social				
	A1	A2	A3	B1	C1	C2	D1	D2	D3	E1	E2	F1	F2	F3	G1	H1	I1	I2	I3
<b>Medio físico</b>	A1	x																	
	A2					x													
	A3																		
	B1					x			x	x					x				
	C1							x	x	x					x				
	C2													x					
	D1										x			x					
	D2										x			x					
	D3													x					
<b>Medio biológico</b>	E1									x			x	x	x				
	E2																		
	F1												x						
	F2												x						
	F3													x					
	G1															x			
<b>Medio social</b>	H1																		
	I1																	x	x
	I2																		
	I3																		

Figura V-17. Matriz de Identificación de Impactos Sinérgicos

**Códigos de Impacto**

- A1:** Emisión y dispersión de gases
- A2:** Emisión de partículas a la atmósfera
- A3:** Incremento en los niveles de ruido
- B1:** Modificaciones al relieve
- C1:** Riesgo de erosión
- C2:** Potencial de contaminación de suelo por derrames de residuos
- D1:** Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos domésticos y sanitarios
- D2:** Potencial contaminación de agua subterránea por derrames de residuos peligrosos y no peligrosos
- D3:** Modificaciones a la escorrentía superficial
- E1:** Intervención de cobertura vegetal
- E2:** Especies bajo protección
- F1:** Pérdida de individuos (por atropellamiento y cacería)
- F2:** Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores
- F3:** Potencial afectación a especies bajo protección
- G1:** Impacto visual
- H1:** Percepción Social
- I1:** Generación de empleos
- I2:** Incremento en la derrama económica local
- I3:** Migración

## V.7 Impactos residuales

De acuerdo a la definición establecida en el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, el impacto residual se define como *el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.*

Considerando el análisis realizado para la identificación de los impactos acumulativos, en el diagrama de interacciones por componente se pudo identificar aquellos efectos residuales potenciales en el desarrollo del Proyecto, a continuación y derivado de los resultados de dichos diagramas se realizara una descripción para cada componente afectado.

Es importante mencionar, que en la evaluación de los efectos acumulativos se consideraron acciones pasadas y presentes que han ejercido presión a los componentes identificados dentro del área de influencia, generando efectos residuales debido a las actividades ya desarrolladas, es por eso que la inserción del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II en un sistema perturbado por sí solo no genere efectos residuales directos, salvo algunos componentes como el paisaje que por las características particulares del Proyecto resulta difícil establecer medidas de mitigación óptimas o viables para atenderlo.

### V.7 Descripción de los impactos residuales identificados

#### V.7.1 Calidad del suelo

El impacto residual para este aspecto recae en las acciones destinadas a trabajos de remoción de vegetación, movimientos de tierra, contaminación por residuos sólidos y líquidos con énfasis en los peligrosos (aceites, estopas, refacciones, combustibles, etc.). Por otro lado las actividades que se han desarrollado a lo largo del tiempo han contribuido en el deterioro de la calidad del suelo, por ejemplo, la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento de recursos maderables entre otros; esto ha propiciado que ante la falta de prácticas de manejo para la recuperación del suelo, y el exceso en la capacidad de carga, la capa de suelo superficial pierda sus características que le permiten una funcionalidad dentro del ecosistema en el cual se distribuye. Por lo tanto la contribución del Proyecto en la pérdida de la calidad del suelo resulta mínima en superficies con usos agrícola, agropecuario, suelo desnudo, pastizal, previendo un impacto moderado en las zonas de Bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, sin embargo si consideramos la aplicación de medidas de mitigación propuestas para el Proyecto el efecto potencial tendrá menor impacto hacia la calidad del suelo.

### V.7.2 Cobertura Vegetal

Este aspecto ya ha sido analizado considerando que en la evaluación de los impactos, la pérdida de la cobertura vegetal resultó un efecto adverso Significativo, esto debido a la intervención de superficies para ser desmontadas es de suma importancia debido a los servicios que representa la vegetación dentro del ecosistema. Sin embargo si tomamos en cuenta que la unidad ambiental con mayor superficie de afectación serán las áreas Agropecuarias y en menor porcentaje las conformadas por Acahual de Bosque Tropical Caducifolio y Bosque Tropical Caducifolio, el impacto resulta mínimo, luego entonces si consideramos el deterioro existente en estas unidades, el efecto residual estará atribuido a las acciones previas al Proyecto; aunado a esto la implementación de medidas de mitigación reducirá la posible residualidad en la pérdida de cobertura vegetal a causa del Proyecto.

### V.7.3 Paisaje

Sin duda es el aspecto que presenta un efecto residual originado del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II; Como ya se menciona en el análisis de la Calidad del Paisaje, este resulta ser la expresión espacial y visual del medio, actualmente considerado un recurso escaso y valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El efecto residual se manifiesta cuando el Paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Según Lowenthal 1962, González 1981, Benayas 1992, el paisaje puede determinarse como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos. Considerando que dentro del paisaje podemos encontrar los elementos antes mencionados, y es el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. Ante esta situación la inmersión de elementos ajenos a la naturalidad del paisaje –aerogeneradores, torres anemométricas, sub-estación- debido al desarrollo del proyecto, las estructuras que difícilmente se integran a esta naturalidad, como los aerogeneradores, son un factor que el paisaje en sí no es capaz de absorber, debido a esto y ante la falta de medidas eficaces para mitigar o anular este impacto visual, se considera que existe un efecto residual por dicha acción. Por lo tanto será pertinente adecuar en lo mejor posible las estructuras a instalar y que por sus características modifiquen la percepción visual del entorno.



#### **V.7.4 Perdida de individuos**

Uno de los mayores impactos atribuibles a los Parques eólicos ha sido la pérdida de individuos por colisión, principalmente con las estructuras como torres anemométricas, aerogeneradores y obras asociadas como líneas de transmisión y caminos. Este impacto resulta residual ya que con la aplicación de medidas de mitigación, como disuasores, luces estroboscópicas, franjas reflejantes, etc; sigue existiendo el riesgo de colisión de individuos y datos de muertes a causa de esta variable. Aunado al origen de sinergias por las interacciones entre Parques eólicos, resulta difícil mitigar este impacto, y ante la carencia de reportes precisos o informes reales en la estadística de muertes por colisión, no se cuenta con datos que permitan encausar mejores medidas ante esta situación.

En conclusión podemos fijar que la implementación de las estrategias propuestas en esta Manifestación para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos, reducirán en gran mayoría la magnitud de este tipo de efectos residuales, aun considerados como aquellos que persisten después de la aplicación de medidas, podemos mencionar que la instalación del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II contribuirá de manera mínima en dichos efectos; si consideramos la desventaja del Proyecto ante un escenario altamente modificado y con desarrollos similares en sus límites, que ciertamente han generado y/o incrementado la magnitud de los impactos atribuidos a estos desarrollos.

## **CONTENIDO**

<b>VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.....</b>	<b>VI-1</b>
<b>VI.1 Programa de manejo ambiental .....</b>	<b>VI-1</b>
VI.1.1 Procesos .....	VI-2
VI.1.2 Especies.....	VI-3
VI.1.3 Individuos .....	VI-3
VI.1.4 Medidas de mitigación propuesta para murciélagos .....	VI-25
VI.1.5 Establecimiento de un programa de monitoreo de murciélagos .....	VI-25
<b>VI.1.6 Medidas de mitigación propuestas para las aves migratorias y residentes .....</b>	<b>VI-26</b>
VI.1.7 Torres meteorológicas .....	VI-29
VI.1.8 Luces de los aerogeneradores .....	VI-30
VI.1.9 Instalar dispositivos anti-percha dentro de la Central.....	VI-31
VI.1.10 Programa de contingencia ambiental por colisiones de aves contra los aerogeneradores y línea de enlace .....	VI-31
VI.1.11 Remover la carroña presente dentro de predio para reducir el riesgo de colisión de las aves carroñeras. ....	VI-33
VI.1.12 Mantener el área de mantenimiento de los aerogeneradores limpia de vegetación.....	VI-33
VI.1.13 Programa de monitoreo de fauna, avifauna y quirópteros .....	VI-33
VI.1.14 Torre de observación .....	VI-34
VI.1.15 Reducir el número de colisiones contra el tramo de línea de enlace de la central eólica ..	VI-35
<b>VI.2 Seguimiento control y monitoreo .....</b>	<b>VI-37</b>
<b>VI.3 Impactos residuales.....</b>	<b>VI-38</b>
<b>VI.4 Impactos acumulativos .....</b>	<b>VI-40</b>

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## **INDICE DE FIGURAS**

**Figura VI-1. Especificaciones de patrones, para el señalamiento visual de los aerogeneradores\_ VI-28**

**Figura VI-2. Modelo de torre meteorológica de 40 metros de altura que prescinde de cables para su instalación. \_\_\_\_\_ VI-29**

**Figura VI-3. Diseño estructural de las torres de observación: a) Fachada lateral de la torre de monitoreo de aves y b) Corte longitudinal de la fachada frontal de la torre de monitoreo de aves. VI-35**

**Figura VI-4. Disuasor de vuelo tipo espiral salva pájaros (BFD por sus siglas en inglés). \_\_\_\_\_ VI-36**

**Figura VI-5. Esquema hipotético de cómo debe ser el arreglo de los disuasores que se coloquen sobre el tramo de la línea de transmisión de la 40 CE Sureste I, Fase II. \_\_\_\_\_ VI-36**

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## **VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional**

Algunas de las medidas de prevención y mitigación se consideraron desde las etapas de planeación y diseño, otras, sin embargo, deberán ser aplicadas durante la construcción y operación del proyecto, siendo el Promovente responsable de la calidad ambiental del sitio al término de la obra y durante la operación del proyecto. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en este apartado para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la instalación del Proyecto.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares; tomando en cuenta la zona de influencia del proyecto y su interacción con otros parques potencializando los efectos residuales o acumulativos

### **VI.1 Programa de manejo ambiental**

En este capítulo se describen y clasifican las medidas de control ambiental, a aplicar con el objetivo de prevenir, mitigar, compensar los impactos ambientales adversos que serán generados en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto 40 CE Sureste I Fase II (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento). Las medidas de prevención, mitigación y compensación son instrumentos de control ambiental, en donde el promovente tiene ante la autoridad ambiental el compromiso de minimizar los efectos negativos al ambiente por efecto del proyecto, y con el objetivo de que prevalezca en la medida de lo posible la integridad funcional del sistema ambiental regional (SAR).

Mediante la información generada para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, básicamente programas de monitoreo pre-construcción con énfasis en el comportamiento de aves y murciélagos, y que con la experiencia de otros proyectos eólicos en otras regiones del mundo, se diseñaron las medidas de mitigación que se incluyen en el presente capítulo. El seguimiento de su aplicación y los monitoreos posteriores de aves y murciélagos realizados para otros proyectos (e. gr Central Eólica La Venta II) han permitido validar con buenos resultados la aplicación de las medidas propuestas para este tipo de proyectos, obteniendo buenos resultados. Cabe mencionar que todo sistema natural responde

de manera diferente por tal motivo se adaptaran aquellas medidas que han resultado eficientes y de ser necesario, modificarlas o adicionar otras.

Las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales se diseñaron enfocándose en tres niveles: procesos, especies e individuos.

### **VI.1.1 Procesos**

Entre las medidas que se presentan en este capítulo se encuentran aquellas que tendrán como finalidad restaurar las áreas intervenidas temporalmente por la construcción del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II. Se pretende que una vez terminado el proceso de preparación del sitio y de construcción, inmediatamente se induzcan los procesos para la mayor recuperación posible del ecosistema y re-establecimiento de los flujos de materia y energía que pudieran ser interrumpidos por alguna etapa de ejecución del proyecto, a través de la recuperación de la cobertura vegetal, protección del suelo y crear las condiciones necesarias para que la fauna se redistribuya por las áreas afectadas y en las nuevas condiciones de proyecto-ecosistema.

Así mismo, se establecen las medidas para atender los efectos de los impactos permanentes durante la etapa de construcción y las medidas para la etapa de operación.

Cabe destacar que se hace referencia la experiencia en CE La Venta II, en la cual después de seis años de inicio de operaciones (2007) se ha observado que la fauna silvestre esta haciendo uso de los remanentes de vegetación que se conservan dentro de la Central Eólica. Estos remanentes de cierto modo están permitiendo que la fauna silvestre se desplace de una región a otra, en una función de conector biológico y no corredor que tiene otra connotación, dentro del Istmo de Tehuantepec;. Por lo tanto, en este Capítulo se diseñan medidas de mitigación y compensación que permitan, por un lado, mantener la integridad de los remanentes existentes dentro del área de influencia del Proyecto y por el otro, restaurar en donde sea posible, las áreas de vegetación intervenidas temporalmente por la instalación de los aerogeneradores e infraestructura asociada (subestación, área de oficinas, línea de enlace, caminos de acceso, buses, etc.).

### **VI.1.2 Especies**

Dentro del SAR se han registrado especies que por su grado de endemismo o por encontrarse dentro de alguna categoría de protección merecen especial atención para que todas las obras y acciones durante las diferentes etapas de proyecto afecten lo menos posible a sus poblaciones, en el entendido que existe un flujo de las especies a nivel del SAR - área de influencia del Proyecto.

### **VI.1.3 Individuos**

En ese párrafo se proponen medidas de mitigación para evitar o minimizar, la pérdida de individuos de especies vulnerables y/o de lento desplazamiento, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Las medidas incluirán también acciones que reduzcan la probabilidad de muerte de individuos, principalmente de murciélagos y aves, durante la etapa de operación del proyecto.

Se proponen acciones de ahuyentamiento, previas al inicio de actividades de preparación del sitio y construcción, en los diversos frentes de trabajo y de reubicación de especies, hacia áreas de condiciones similares de flora y fauna durante estas etapas del proyecto, para evitar al máximo la pérdida de individuos por atropellamiento, caza, manipulación y captura; presencia de vehículos y de personas que se congregarán al mismo tiempo. Aunque los impactos negativos en las etapas de preparación del sitio y construcción son puntuales, espacial y temporalmente, si no se aplican las medidas de control y mitigación necesarias los efectos negativos provocados podrían permanecer durante todo el periodo de actividades de proyecto.

En el siguiente apartado se describen las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación que se proponen para reducir el impacto por el establecimiento del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

A continuación se presentan las medidas de mitigación propuestas para el proyecto eólico por componente ambiental, con información técnica que justifica su implementación, incorporando en los casos donde es factible, una propuesta de indicadores que se pueden monitorear para inferir la efectividad de las medidas.

Los indicadores ambientales que se proponen para algunos componentes, se establecieron de acuerdo con base a la experiencia adquirida en el monitoreo biológico





realizado en la Región del Istmo de Tehuantepec durante los pasados siete años y el mas reciente desarrollado específicamente para el 40 C.E. Sureste I Fase II.

Adicionalmente, en el Cuadro VI-1 se presenta un costo aproximado, de cada una de las medidas de mitigación mas relevantes.

**Cuadro VI-1: Descripción de las medidas propuestas para mitigar los impactos causados durante el desarrollo del proyecto 40 CE Sureste I, Fase II por componente ambiental.**

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Atmósfera (Aire)					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, construcción y operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Emisión y dispersión de gases contaminantes a la atmósfera	<p>1. Cumplir con las verificaciones vehiculares de los vehículos automotores de diesel y gasolina o en su defecto aplicar Elaborar un programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria, con base en las recomendaciones del o los fabricantes, del cual se llevará bitácora de registro en el sitio del Proyecto.</p> <p>2. El vehículo que ostensiblemente emita gases de combustión será retirado del sitio del Proyecto y se enviará a mantenimiento aún y cuando no le corresponda su fecha programada de mantenimiento</p>	<p>Las principales fuentes de emisión y dispersión de gases es el uso de vehículos y maquinaria pesada, para lo cual el diseño de medidas de mitigación incluye el mantenimiento adecuado para reducir emisiones de gases al mínimo permisible de acuerdo con la normatividad vigente. La emisión de gases contaminantes a la atmósfera se presenta en todas las etapas del proyecto, por lo que la reducción de este impacto dependerá de la verificación del parque vehicular y, en caso de no existir programa de verificación vehicular en la región, aplicar programa de mantenimiento del parque vehicular por parte del Promovente y de las compañías que subcontrate para la construcción y mantenimiento de la Central Eólica</p>	<p>La aplicación de las medidas tendrá una duración de 19 meses, tiempo en el que se pretende comience la operación del Proyecto</p>	<p>1. Bitácora de control vehicular; 2. Señalética gráfica; 3. Instrumentación para medir el nivel de ruido;</p> <p>Costo. Se determina un costo de \$20,000 mx en la utilización de señalética.</p>	<p>Determinación visual durante la operación continua</p>

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Atmósfera (Aire)					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, construcción y operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Emisión de partículas a la atmosfera	<p>3. Moderar la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria, esta debe ser menor a los 30 km/h.</p> <p>4. Colocar paralelo a los caminos interiores y de acceso al predio, señalamientos correspondiente al límite de velocidad máximo permitido que debe ser de 30 km/h</p> <p>5. Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente, entre el personal expuesto directamente a la emisión de polvos.</p> <p>6. Aplicar mediante el uso de pipas de aspersión, riego a los frentes de trabajo y caminos.</p>	<p>Las medidas de mitigación diseñadas para el presente componente básicamente incluyen acciones que buscan que los vehículos y maquinaria pesada no provoquen el levantamiento de polvos principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción. Al quedar el suelo expuesto debido a la eliminación de la cobertura vegetal el levantamiento de polvos se constituye como una fuente de impacto a la atmosfera</p>	<p>La aplicación de las medidas tendrá una duración de 19 meses, tiempo en el que se pretende comience la operación del Proyecto</p>	<p>1.Bitacora de control vehicular;                  2. Señalética gráfica;                  3. Instrumentación para el nivel de ruido;                  4. Equipo de seguridad;                  5. Pipas aspersoras;                  6.Agua cruda Los costos se verán reflejados en lo estimado sobre el valor de verificación por vehículo; costo de viaje por pipa de agua; costo de material de seguridad (cubre boca industrial).</p>	<p>Control de partículas suspendidas</p>

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Atmósfera (Aire)					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Preparación del sitio, construcción y operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Incremento en los niveles de ruido por uso de vehículos y maquinaria pesada	<p>7. Realizar un programa de monitoreo de ruido periférico en el sitio de ejecución del proyecto.</p> <p>8. Moderar la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria, esta debe ser menor a los 30 km/h.</p> <p>9. Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente, entre el personal expuesto al ruido constante.</p>	La implementación del estudio de monitoreo de ruido tendrá como finalidad corroborar que el ruido producido por los vehículos y maquinaria pesada, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, no exceda los límites máximos permisibles de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994. Para realizar las mediciones de ruido se debe aplicar el protocolo estipulado en la NOM mencionada, la implementación del programa de monitoreo de ruido es una medida preventiva.	La aplicación de las medidas tendrá una duración de 19 meses, tiempo en el que se pretende comience la operación del Proyecto	<p>1. Bitácora de control vehicular.</p> <p>2. Señalética.</p> <p>3. Instrumentación para el nivel de ruido.</p> <p>4. Equipo de seguridad. El costo estimado será sobre el valor del monitoreo de ruido, uso de equipo de seguridad (tapón de oídos)</p>	Niveles de ruido ambiental medido en decibeles en base a la NOM-081-SEMARNAT-1994

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Geología					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación y Construcción					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Modificaciones al relieve por las excavaciones y nivelaciones.	<p>10. Restringir las excavaciones y movimientos de tierra exclusivamente dentro del polígono de proyecto.</p> <p>11. Restringir el despalme y la nivelación sólo a los sitios de las obras, es decir, donde se construirán las zapatas, subestación, caminos, cunetas, puntos de apoyo y derecho de vía de Línea de Enlace (LE) .</p> <p>12. Las excavaciones y las actividades de nivelaciones del terreno, para el montaje de las estructuras de las torres soportes de la LE, se restringirán a las plataformas de maniobras.</p> <p>13. Fuera de las áreas de montaje de estructuras, caminos interiores, subestación, apoyos y puntos de apoyo de la LE, se mantendrá en lo posible, una cubierta vegetal herbáceo y arbustivo.</p>	<p>Una de las principales acciones que altera la estructura del relieve es el despalme del terreno, sin embargo de acuerdo a la evaluación del impacto este resultara insignificante, favorecido por la topografía del terreno. Las medidas para mitigar este impacto son de carácter preventivo y se basa en mejores prácticas de construcción que la Promovente debe seguir en todas las etapas de proyecto. Se debe hacer énfasis entre los encargados de la obra sobre la importancia de acatar en todo momento el programa de obras para evitar afectaciones en áreas que no están contempladas dentro del proyecto. La señalización debe ser clara y visible para que no existan dudas sobre las áreas que se van afectar.</p>	Preparación del terreno y construcción	<p>1. Cinta Barricada. El costo del carrete tiene un valor aprox. De \$120.00 MX</p>	<p>Superficie total (ha) programada igual o menor a la estimada durante las etapas del proyecto en esta Manifestación de Impacto Ambiental.</p>

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Edafología					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio y Construcción					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Riesgo de erosión en las áreas a desmontar	<p>14. Se utilizarán los residuos vegetales para evitar la erosión de terrenos expuestos por las obras (con excepción de las áreas para circulación de vehículos). Estos serán almacenados temporalmente durante las obras y se utilizarán en las áreas que se requieran, para prevenir erosión.</p> <p>15. Los residuos producto del desmonte que no se usen para prevenir erosión, serán trozados y esparcidos dentro de las áreas que serán afectadas temporalmente, sin formar apilamientos para favorecer su incorporación al suelo.</p>	<p>El análisis de suelos realizado determino que no existen problemas de erosión, por lo cual el estudio se propone bajo del principio precautorio por la eliminación temporal de cobertura vegetal. La promotente, siguiendo su política de compromiso con el ambiente y para ejecutar en cada uno de sus proyectos altos estándares de calidad ambiental, realizará trabajos de rehabilitación en las áreas más vulnerables del sitio (agrícola, pastizal, suelo desnudo), con el objetivo de tratar de dejar el área de influencia con la menor afectación posible después de la ejecución de las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto. Los trabajos de rehabilitación se concentran en la aplicación de técnicas como la reforestación, protección del suelo con materia orgánica o material producto del desmonte; Por lo que el material de desecho vegetal será triturado conforme se avance en los frentes de trabajo.</p>	Preparación del sitio y construcción	<p>1. Material vegetal triturado; Costo aproximado: \$200/ m<sup>3</sup></p> <p>2. Especies para reforestación;</p>	Superficie atendida (ha) dentro del predio con acciones para el control mecánico de la erosión del suelo.

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Edafología					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Potencial de contaminación de suelo por derrames de residuos.	<p>16. El abastecimiento de combustible se debe realizar en las estaciones de servicio de la región, el mantenimiento de vehículos, los cambios de aceites y lubricantes, se deben realizar fuera del predio en talleres autorizados.</p> <p>17. De requerirse recarga de combustible, dentro del predio, para la maquinaria pesada, en particular diesel, almacenar el combustible bajo en recipientes de 200 litros que cuenten con tapa de cierre hermético, deben estar bajo techo y contar con previsiones para evitar la contaminación de suelo y agua, en caso de fuga o derrame. El área destinada para este fin debe estar cubierta con material impermeable (liner o similar) para que en caso de que ocurra un derrame accidental, se evite la contaminación del suelo y del acuífero y, el combustible derramado pueda ser recuperado.</p> <p>18. Capacitar al personal que labore en las obras, acerca del manejo adecuado de residuos peligrosos para prevenir y evitar afectaciones al suelo.</p>	<p>Las medidas propuestas para mitigar éste impacto se basan en mejores prácticas el mantenimiento del parque vehicular y de la maquinaria pesada utilizada principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción se debe hacer en los talleres existentes en la región. Queda estrictamente prohibido hacer ese tipo de actividades dentro del área de influencia. El tener en perfecto estado de mantenimiento a los vehículos y maquinaria evitara el riesgo de contaminación del suelo por derrame de residuos. En la etapa de operación el número y tipo de maquinaria que se utilizará cambia significativamente.</p>	<p>El tiempo estimado para esta medida aplica durante la vida útil del proyecto, debido al mantenimiento de la maquinaria que opera en el Parque, como los aerogeneradores</p>	<p>1.Almacen y bodegas; 2.Programa de capacitación; 3.Material absorbente(aserrín , arena, grava); El costo estará reflejado sobre el valor del Programa de capacitación \$20.000 MX</p>	<p>Superficie total del predio (ha) sin evidencias claras de contaminación.</p>



	<p>19. en caso de que ocurra un derrame accidental, deberá atenderse de inmediato usando material absorbente para evitar que se contamine el suelo</p> <p>20. Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejado conforme a lo estipulado en la normatividad aplicable (NOM-052-SEMARNAT-2005).</p>				
--	---	--	--	--	--



<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Hidrología superficial y subterránea					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Preparación del sitio y Construcción					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Potencial contaminación por derrames o fugas accidentales de residuos domésticos y sanitarios generados por el personal	<p>21. Se instalarán letrinas portátiles en los diferentes frentes de trabajo. Los residuos sanitarios tendrán deben ser retirados por una empresa autorizada y conducirlos para su tratamiento a una planta de tratamiento para que su disposición final cumpla con la normativa correspondiente.</p> <p>22. los residuos sólidos domésticos y residuos no peligrosos se colocaran en contenedores con tapa, los cuales se ubicaran en forma visible y estratégica en los frentes de trabajo y deben ser identificados por cada tipo de residuo. Su disposición final se realizara donde indique la autoridad competente. Desde el origen de la generación de los residuos debe aplicarse acciones de separación de los residuos reciclables y reusables.</p>	Las medidas no tienen mayor complejidad técnica que la de supervisar que la contratación del servicio de letrinas se haga con estricto apego a la normatividad vigente y con empresas que cuenten con los permisos de las autoridades correspondientes	Preparación del sitio y construcción.	1.Letrinas portátiles; 2.Contenedores (200lts);	Superficie dentro del área de influencia libre de residuos sólidos

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Hidrología superficial y subterránea					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Potencial contaminación por derrames accidentales de residuos peligrosos y no peligrosos y los generados por vehículos y maquinaria	Las medidas diseñadas para este impacto se atiende con las medidas recomendadas para el impacto “potencial de contaminación de suelo por derrames de residuos” (20)	Estas medidas también se basan en mejores prácticas durante el mantenimiento de la maquinaria pesada utilizada principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción.	La aplicación de las medidas tendrá una duración de 19 meses, tiempo en el que se pretende comience la operación del Proyecto	1.Almacén y bodegas; 2.Programa de capacitación; 3.Material absorbente(aserrín, arena, grava);	Índices de calidad del agua superficial

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Hidrología superficial y subterránea					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Preparación del sitio y Construcción					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
<p>Modificación a la escorrentía superficial por la pérdida de cobertura vegetal, así como el posible desvío de cauces intermitentes por la construcción de caminos.</p>	<p>23. El arreglo del proyecto contempla cunetas que permiten mantener en lo posible el patrón de drenaje natural, de requerirse se construirán alcantarillas o vados estrictamente necesarios para lograr lo anterior.</p>	<p>El impacto se califica como irrelevante debido a que dentro del Área de Influencia habrá modificaciones a los cauces de corrientes intermitentes que se forman durante la época de lluvia. Además. Los trazos de buses y caminos de acceso en su mayoría están diseñados con base a los caminos de terracería ya existentes. La recomendación es apegarse en todo momento a los planos de construcción elaborados para el proyecto. El diseño se deberá realizar para minimizar la afectación al patrón de drenaje natural</p>	<p>Preparación del sitio y construcción</p>	<p>Cunetas, alcantarillas y/o vados. Costo estimado: Cunetas: \$300/metro lineal Alcantarillas: \$3000/unidad Vado: \$12,000/unidad</p>	<p>Generación y disposición de agua residual</p>

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Flora					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Intervención de cobertura vegetal y hábitat para la fauna, provocada por el desmonte a matarrasa de caminos, las plataformas de maniobras, áreas para los puntos de apoyo y apertura del derecho de vía de la línea de Enlace.	<p>24. En caso de que en las áreas a intervenir por las obras, existan ejemplares que estén bajo estatus de Protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se considerara una medida compensatoria de reforestación. Las acciones de reforestación deben de comprender por lo menos lo siguiente: a) el diseño de una estrategia de reforestación; b) Identificar y establecer las especies vegetales nativas más adecuadas a usar; c) Establecer las técnicas más adecuadas para la propagación de cada una de las especies y; d) describir las técnicas más adecuadas para llevar a cabo las acciones de reforestación.</p> <p>25. En las zonas con elementos arbóreos sólo se eliminarán los árboles que interfieran con las obras del proyecto.</p> <p>26. Permitir el restablecimiento de cobertura vegetal nativa, en las áreas de desmonte temporal después de ser abandonadas</p> <p>27. Al término de las obras en las áreas que se afectarán temporalmente, se aplicarán acciones de reforestación en proporción de 3 a 1.</p>	<p>Para el caso de la vegetación, solo existe una especie en la categoría de Protección Especial de acuerdo con la NOM-059 (<i>Dalbergia granadillo</i>, familia Fabacea). Ésta se ubico solo en un sitio de muestreo, identificado como Bosque Tropical Caducifolio, y fueron ubicados 15 individuos de los cuales ninguno se vera afectado por las obras del proyecto.</p>	Operación y post-operación	<p>1. Ejemplares de especies para reforestación;</p> <p>2. Personal capacitado para la reforestación;</p> <p>3. Materiales para el sembrado (palas, pico, tijeras de poda, machetes);</p> <p>4. Programa de compensación, con un costo aproximado de \$110,000/ha</p>	Superficie (ha) atendida con acciones de reforestación

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Fauna terrestre					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Preparación del sitio y Construcción					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Pérdida de individuos (por cacería y/o atropellamiento)	<p>28. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se aplicara supervisión continua para evitar invasión de áreas fuera de las establecidas en el proyecto y la verificación de organismos en riesgo que puedan ser reubicados.</p> <p>29. En las áreas con mejor cubierta vegetal (bosque tropical caducifolio y acahual de BTC), en caso de coincidir con las actividades de preparación del sitio con épocas reproductivas se debe realizar una reubicación de los individuos que pudieran presentarse. Dicha reubicación se realizara por personal técnico calificado. Esta calificación deberá demostrarse documentalmente.</p> <p>30. En las áreas cubiertas por bosques tropical caducifolio y acahual que serán ocupadas por los aerogeneradores, la subestación, los caminos, derecho de vía, área de acceso de construcción y tendido de cable de la línea de enlace el desmonte se realizará de manera manual y con motosierras, en frentes de trabajo alineados y de manera progresiva y de preferencia moviéndose de las zonas de menor a las de mayor densidad de vegetación, para permitir el libre desplazamiento de la fauna.</p>	<p>El programa de monitoreo tiene como principal objetivo la observación y análisis de los indicadores biológicos sobre la riqueza y abundancia de las especies que se distribuyen por el área de influencia, identificadas en el estudio prospectivo siendo la base de los indicadores a monitorear en la etapa post-construcción. La información que se genera en los monitoreos determina el potencial del impacto por la implementación de un proyecto como una central eólica. Se debe considerar aquellos periodos en los cuales se obtengan datos confiables y relevantes, como lo es en el caso de las aves los periodos de migración, siendo para la región del Istmo uno de los más importantes durante el otoño.</p>	<p>1.Preparación del sitio y construcción</p> <p>2. Periodo anual para el monitoreo</p>	<p>1.Programa de monitoreo</p> <p>Costo aproximado: \$1,700000/año (Se ajustara en función del ajuste inflacionario).</p>	<p>Índices de riqueza, diversidad y abundancia de los grupos de fauna; Presencia/ausencia de especies de fauna catalogadas en alguna categoría de protección de acuerdo con la legislación nacional e internacional.</p>

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Fauna voladora					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Pérdida de individuos por colisión de aves residentes, migratorias y murciélagos con las estructuras de los aerogeneradores, las estaciones climatológicas y línea de Enlace	<p>36. Pintar las puntas de las aspas de aerogeneradores con franjas color naranja</p> <p>37. Instalar luces blancas estroboscópicas para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves de hábitos nocturnos y para aquellas especies (principalmente paseriformes) que migran por la noche.</p> <p>38. Los aerogeneradores, que queden en las zonas arboladas, deben ser pintados desde la base hasta una altura de 7 m, intercalando los colores en franjas de 1 m blanco-naranja.</p> <p>39. Colocar disuasores en el cable de guarda y conductores del tramo de la línea aérea de transmisión para reducir la probabilidad de colisión de aves.</p> <p>40. Programa de monitoreo de aves y murciélagos apoyado en el uso de radar marino y equipo de grabación ultra-acústica para conocer las alturas de vuelo y el comportamiento de las especies, con respecto a las instalaciones del proyecto (aerogeneradores, torres meteorológicas y La línea de Enlace).</p> <p>41. Construcción y operación de una torre de observación para que una vez que se hayan detectado</p>	Una completa descripción técnica de las medidas diseñadas para mitigar este impacto se proporcionan en las secciones VI.3, VI.4 y VI.5 del presente Capítulo.	<p>1. Construcción y operación.</p> <p>2. Programa de monitoreo durante un ciclo (anual)</p>	<p>1. Programa de monitoreo;</p> <p>2. Luces estroboscópicas;</p> <p>3. Disuasores;</p> <p>4. Torre de observación;</p> <p>5. Instrumentos medición de ruido;</p> <p>6. Programa de Manejo Ambiental;</p> <p>El costo del Programa de monitoreo para aves y murciélagos en un periodo anual tendrá un costo de \$1,900,000 Mx</p>	Número de cadáveres de aves y murciélagos encontrados por año en la central eólica.



	<p>grupos de avifauna cuya ruta y altura representen riesgo de colisión con las estructuras dentro del parque sirva para decidir en qué momento se aplica el programa de contingencia indicado en el apartado VI.3.4 de este Capítulo</p> <p>42. Efectuar la medición de los niveles de ruido conforme a los que establece la NOM-081-SEMARNAT-1994</p> <p>43. Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georeferencia), la presencia de aves y murciélagos muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos dos grupos de vertebrados dentro de la central eólica. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de Enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.</p> <p>44. Mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (zapatas); en caso de que el área de zapatas sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. Tanto el área de zapata y las plataformas de maniobras deben mantenerse libres de carroña.</p> <p>45. Instalar torres meteorológicas que prescindan de tensores para su instalación.</p> <p>46 Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña (ganado vacuno, caballo, asnal y perros muertos</p>				
--	--	--	--	--	--

	<p>entre otros), esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo.</p> <p>47. Con base en un mecanismo de alerta temprana (radar), detectar grupos de aves migrando en dirección de la Central y realizar paros temporales de los aerogeneradores, para evitar en la medida de lo posible colisiones masivas de aves.</p> <p>48. Elaborar un Programa de Manejo Ambiental Ambiental (PMA), que incluya de forma sistematizada y calendarizada la ejecución, aplicación y análisis sistemático de todas las medidas de control, prevención y mitigación propuestas y las que establezca la autoridad, así como el monitoreo de los indicadores ambientales con el que se valoren las mismas.</p>				
--	---	--	--	--	--



<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Fauna terrestre					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2010	Se atiende con las medidas 31, 32, 33, 34, 35, diseñadas para la fauna silvestre	La mayoría de las acciones que se proponen para mitigar el impacto sobre la fauna silvestre, incluye a las especies que se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que con su adecuada implementación se estará reduciendo el riesgo de afectación sobre estas especies de particular interés para la conservación.	Preparación del sitio, construcción y operación	1. Capacitación de personal en manejo de fauna. Costo estimado: \$10 000	Presencia/ausencia de especies dentro del predio; Índices de abundancia; Índices de diversidad

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Paisaje					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Impacto visual (calidad de paisaje)	49. Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.	Mitigar el impacto visual sobre el paisaje producto por la instalación de los aerogeneradores es técnica y económicamente inviable por lo que a este impacto se le considera como un impacto residual. Sin embargo, hay ciertos componentes del proyecto que su impacto si se puede reducir como la construcción de la subestación y el centro de operaciones de la central. Una acción adecuada para esto es la aplicación de acciones de reforestación para minimizar su impacto visual. Lo anterior se atiende con la medida de mitigación 49.	Operación	Ejemplares de especies para reforestación Costo estimado: incluido en el programa de reforestación.	No aplica

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Economía					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Generación de empleos	50. Contratar personal de la zona en todas las etapas del proyecto	Como medida de compensación a los impactos que generará la central eólica en los predios dónde se instalará, el recurso de mano de obra es un factor importante en cuanto a los costos-beneficios del proyecto; esta medida no requiere de una metodología técnica para su diseño, solo se recomienda contratar a la mano de obra no calificada dando preferencia a la población local. Evidenciando documentalmente el origen local del personal contratado.	Preparación del sitio, construcción y operación		Tasa de desempleo; Ingresos per cápita

<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Economía					
<b>Etapa del Proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Incremento en la derrama económica local	Se atiende con la medida 50	Con la generación de empleo, las personas pueden contar con capital para satisfacer sus necesidades básicas, y con el flujo de capital que se presenta dentro de la comunidad se activa la economía local y regional. Además, la llegada de personal de las empresas que demandan servicios es una forma que también contribuye a la derrama económica local.	Preparación del sitio, construcción y operación		Tasa de desempleo; Incremento en la generación de bienes y servicios; Incremento en los niveles de calidad de vida de la población



<b>Línea estratégica:</b> Medidas enfocadas al componente Economía					
<b>Etapas del Proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción y Operación					
<b>Impacto al que va dirigida la acción</b>	<b>Medidas a implementar</b>	<b>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</b>	<b>Tiempo en el que se instrumentará o duración</b>	<b>Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.</b>	<b>Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</b>
Migración	Se atiende con la medida 50	Al haber mayores oportunidades de empleo los habitantes locales tienen menos necesidad de migrar a otras partes del país o del extranjero para conseguir recursos para poder subsistir. Al contratar mano de obra local, se estaría contribuyendo a reducir la tasa de migración que caracteriza a los estados donde el nivel de pobreza y de marginación es muy alto.	Preparación del sitio, construcción y operación		Tasa de migración local

A continuación se hace una descripción técnica detallada de las medidas de mitigación propuestas para reducir el riesgo de colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores, principalmente impacto asociado a las centrales eólicas. Las medidas están diseñadas con base al conocimiento generado sobre este tema en la región del Istmo de Tehuantepec.

#### **VI.1.4 Medidas de mitigación propuesta para murciélagos**

Actualmente a través de monitoreo de largo plazo se ha podido obtener información sobre los patrones espaciales y temporales de las colisiones de murciélagos (CFE-INECOL, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y Ledec, 2011), esto con el objetivo de conocer algunos aspectos como: a) Identificar al grupo de especies de murciélagos con más susceptibilidad de colisionar con los aerogeneradores, torres meteorológicas y/o líneas de transmisión; b) la temporalidad de las colisiones para determinar si existen diferencias en las probabilidades de colisión entre especies migratorias y residentes, c) patrones espaciales dentro de las centrales eólicas para identificar medidas adicionales. Paralelamente, se debe monitorear la actividad de murciélagos dentro de la central y áreas adyacentes para establecer correlaciones entre las colisiones registradas y su grado de actividad. Finalmente se crearan las bases para diseñar medidas de mitigación óptimas que ayuden a reducir el número de colisiones de murciélagos.

#### **VI.1.5 Establecimiento de un programa de monitoreo de murciélagos**

Para validar información y crear las bases para obtener indicadores confiables para el análisis de los quirópteros, se recomienda realizar un monitoreo de murciélagos en las fases de pre-construcción (EPFAQ del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II ya realizado) y en la etapa de operación del proyecto. Durante la etapa de pre-construcción se busca crear las líneas base que serán monitoreados en la etapa de Operación. Se trata de describir los patrones básicos de la comunidad como: diversidad, abundancia y gremios alimenticios, pero principalmente patrones de altura de vuelo y descripción del uso del hábitat (Morrison y Sinclair 2004). Con esta información base se pueden construir indicadores que tendrán que monitorearse en las etapas de operación que permita detectar cambios en el comportamiento de los murciélagos y de esta manera prevenir cualquier contingencia ambiental.

El programa debe incluir: descripción del hábitat, grabaciones ultra acústicas e imágenes nocturnas. Las actividades de monitoreo formarán parte del programa de monitoreo de fauna, avifauna y quirópteros en la etapa de Operación.

### **VI.1.6 Medidas de mitigación propuestas para las aves migratorias y residentes**

La región del Istmo de Tehuantepec esta considerada dentro de la ruta migratoria de aves provenientes de Norteamérica; para el SAR en donde se pretende insertar el proyecto tiene registro de dos rutas identificadas, de estas una ocasional utilizada por las grandes planeadoras, por otra parte fue detectada durante el muestreo realizado, una ruta empleada por la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), en lo que respecta al SAR solo los grupos de grandes planeadoras y acuáticas cruzan de manera ocasional.

Es necesario establecer medidas de mitigación de los riesgos de colisión para reducir al mínimo estos posibles impactos. La CFE en conjunto con el INECOL han venido realizando estudios de monitoreo de aves en la zona del Ejido La Venta, los datos recopilados del monitoreo son el producto de más de cinco años de una intensa investigación, llevada a cabo durante las temporadas migratorias con respecto al número de individuos de aves, rutas de vuelo, comportamiento y patrones estacionales de migración.

Las muertes de aves por colisión contra los aerogeneradores son de mayor preocupación. Las causas de colisiones no son del todo conocidas, y al parecer, las causas que influyen sobre las aves rapaces son distintas de las que afectan a las aves migratorias. El comportamiento y el uso del espacio por parte de las aves (migratorias o residentes), así como el diseño de los aerogeneradores, su arreglo espacial, y la topografía de la región, están entre los factores que causan las colisiones con los aerogeneradores (Sturner, 2002).

Según Kingsley y Whittam (2001), citando los trabajos de Mossop (1998) y Howell y Noone (1992), mencionan que *los aerogeneradores colocados en el paso de importantes corredores de migración han tenido pocas muertes de aves*. Los mismos autores subrayan que *las aves parecen mostrar comportamiento de evasión si los aerogeneradores son visibles*, pero que en algunos casos la neblina o las condiciones meteorológicas pueden afectar la visibilidad y ocasionar colisiones. En este sentido para mitigar los impactos potenciales de colisión de aves ocasionados por proyectos eólicos sobre las aves, estos autores indican las siguientes medidas:

Pintar las aspas de las turbinas para hacerlas más visibles a las aves

Usar luces estroboscópicas blancas (Gauthreaux y Belser 1999)

Aerogeneradores de nueva tecnología (ya contemplados en el diseño de este proyecto)

Paro programado de aerogeneradores

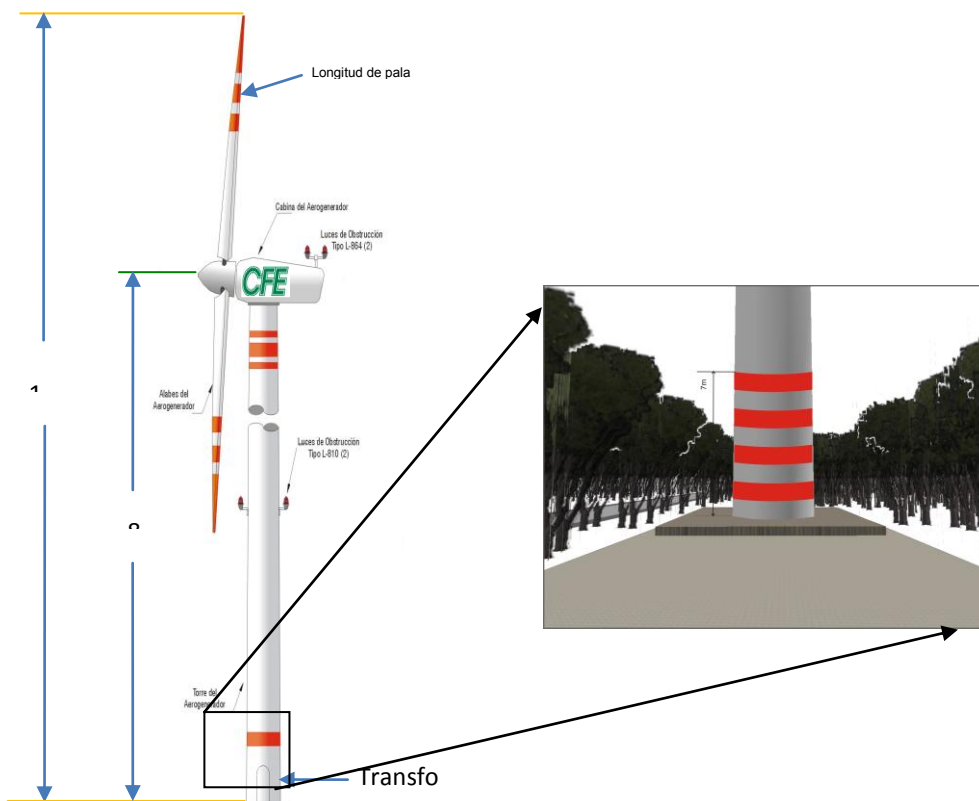
## Color de las aspas de los aerogeneradores

Existen varios motivos por los que las aves pueden chocar con los aerogeneradores, uno de los más importantes y obvios es que las aves son incapaces de detectar las torres. Dos hipótesis principales son usadas para explicar esta dificultad en el caso de las rapaces: 1) “movimiento borroso” o efecto parpadeo (la degradación de visibilidad de objetos en rápido movimiento), y 2) la incapacidad de las aves para dividir su atención entre cazar y monitorear el horizonte para evitar obstáculos (Hodos *et al.*, 2001). El movimiento borroso es más acentuado cerca de las puntas de las aspas, donde la velocidad es más grande; para reducir el efecto del movimiento borroso se ha optado por pintar diferentes patrones sobre las aspas, y parece que el pintar rayas delgadas negras y rojas es el patrón más visible para las aves. Hodos y colaboradores (en Kingsley y Whittam, 2001) mencionan que si tal tratamiento no es posible, entonces lo adecuado es pintar una sola aspa de color negro. Con la aplicación de esta medida y considerando que los modelos de aerogeneradores que se instalarán en el Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II las aspas giran a velocidades más lentas, lo que ayuda a reducir el riesgo de colisión.

En las especificaciones para el señalamiento visual de los aerogeneradores del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II, se contempla como medida, que se pinte una franja naranja en las aspas de los aerogeneradores en su extremo más alejado y la torre llevará franjas de color anaranjado (Figura VI-1). Lo anterior con base y únicamente como referencia, en lo establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995 (DOF-01-09-1996), sobre señalamiento visual y luminoso de objetos, en lo referente a espacio aéreo navegable. En el Capítulo 5.1 del Proyecto de NOM-015-SCT3-1995, se especifica que el señalamiento visual consistirá en *los colores blanco y anaranjado (internacional) o rojo*, con base en lo señalado en dicho capítulo se sugiere que la franja en el extremo distal de las aspas sean de color rojo, con lo cual se cumplen las especificaciones establecidas por la SCT y se incrementa la visibilidad de las aspas para las aves. No obstante, en la parte baja de los aerogeneradores, desde 0 a 7 m de altura, la torre deberá ser pintada en franjas de 80 cm de ancho, estas deben ser color rojo intercalado con blanco (puede ser negro-rojo) con el fin de disuadir a las especies de aves a evitar la posible colisión (Figura VI-1) no es necesario que todos los aerogeneradores sean pintados, solo se



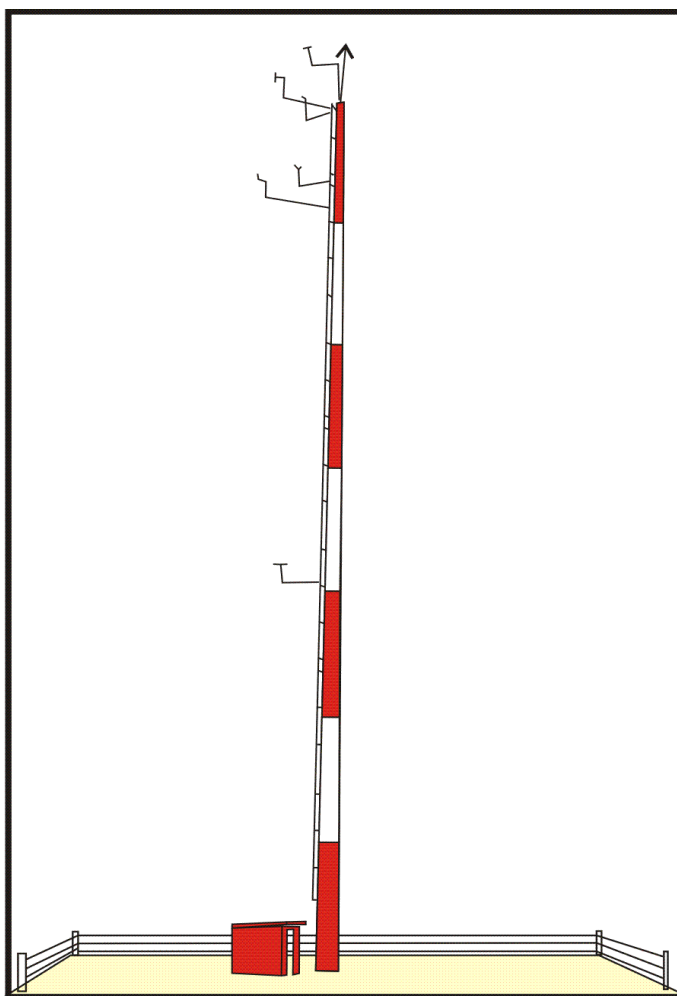
recomienda pintar a aquellos que queden dentro del bosque tropical caducifolio y los acahuales).



**Figura VI-1. Especificaciones de patrones, para el señalamiento visual de los aerogeneradores**

### VI.1.7 Torres meteorológicas

Se tiene evidencia en la literatura especializada de que los tensores que ayudan a sostener a las torres metrológicas, representan un riesgo muy alto para los vertebrados voladores, sin embargo, el impacto que pueda provocar la presencia de los cables ha sido poco evaluado (U.S. Bureau of Reclamation, 1984; Graber, 1968; Avery et al., 1976). Por lo anterior, las torres meteorológicas que se instalen dentro de la central eólica deben ser de los modelos que ya no utilizan tensores para su instalación. (Figura VI-2).



**Figura VI-2. Modelo de torre meteorológica de 40 metros de altura que prescinde de cables para su instalación.**

### **VI.1.8 Luces de los aerogeneradores**

Desde hace tiempo, Cochran y Graber (1958 en Kingsley y Whittam, 2001) demostraron experimentalmente que las aves son atraídas por las luces rojas de emergencia que se colocan en las torres o edificios altos, como señalamiento para evitar colisiones de aeronaves. Parece ser que estas luces afectan la orientación de las aves. No obstante, la gran mayoría de las colisiones adjudicadas a este tipo de iluminación es para torres de televisión, que son mucho más altas que las torres de los aerogeneradores convencionales. El Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos (U.S. Fish & Wildlife Service, 2003).

Las luces deben ser solo luces de estroboscopia blancas o rojas sobre torres en lugar de luces rojas fijas

Utilizar el menor número posible de fuentes emisoras, usando la intensidad más baja permisible y el menor número de destellos por minuto.

Sobre este aspecto, las especificaciones para señalamiento luminoso de los aerogeneradores contemplan el uso de dos luces de obstrucción tipo L-864, en la cúspide de cada aerogenerador, cuyo encendido y apagado automático estará controlado por una fotocelda calibrada a 54 lux; como señalamiento secundario, dos luces de obstrucción color rojo tipo L-810 de encendido fijo, colocadas en el punto donde comienza el segundo tercio de la altura. Para reducir el efecto de desorientación sobre las aves migratorias nocturnas, que pudiera ocasionar el sistema de señalamiento luminoso del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II, se deberá:

Considerar como un bloque a todos los aerogeneradores a fin de tratar de reducir el número de fuentes emisoras de señalización para el total del bloque.

Que la frecuencia de destello de las luces de estroboscópicas sea menor a 30 destellos por minuto, idealmente de 20 destellos por minuto, y que el tiempo de cada destello sea lo más corto posible.

En caso de ser posible, reducir la intensidad de destellos por minuto de las fuentes emisoras en los aerogeneradores ubicados al interior del bloque.

### **VI.1.9 Instalar dispositivos anti-percha dentro de la Central**

En cuanto a sitios de percheo y anidación, en el Proyecto CE Oaxaca II, los aerogeneradores que serán instalados tendrán un diseño sólido tubular de forma troncocónica sin estructuras posibles de percheo, con esto se estarán reduciendo las posibilidades de percheo y anidación de aves.

### **VI.1.10 Programa de contingencia ambiental por colisiones de aves contra los aerogeneradores y línea de enlace**

El mecanismo para el Programa de contingencia ambiental para situaciones de riesgo de colisión de avifauna migratoria surge ante la necesidad de evitar y/o minimizar la afectación, en caso de ocurrir, por la operación de los aerogeneradores ubicados en el Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II. El programa estará constituido principalmente por dos componentes: una estación de conteo de aves y el monitoreo de aves migratorias mediante radar ornitológico. Ambos componentes deben de estar estrechamente relacionados para activar el sistema de alarma temprana. El uso del radar ornitológico permitirá obtener información precisa sobre algunas características del vuelo migratorio de las aves durante su paso por el sitio. La información obtenida consiste principalmente en velocidades, direcciones y alturas de vuelo así como una tasa de paso de aves por el rango de acción del radar. Mientras que el equipo que esta a cargo de la estación de monitoreo podrá hacer un seguimiento puntual de los grupos de aves que hayan entrado en una zona de alto riesgo, dada la altura a la que se vean volar (entre 80 y 115 metros) dentro de la central eólica. El líder de la estación será el responsable de activar las diferentes fases de alarma, una vez que haya cotejado toda la información disponible, incluyendo la que este proveyendo la estación del radar.

Una vez que se hayan detectado grupos de avifauna cuya ruta y altura representen riesgo de colisión con las estructuras dentro del parque se iniciará la operación del mecanismo de contingencia. Habrá tres niveles de reporte, del equipo de vigilancia, a los operadores del parque:

- 1. Primer nivel.** Se empleará cuando haya presencia de “vortex”, abundantes grupos o “líneas” de aves migrando a 5 km de la 40 CE Sureste I, Fase II. Este nivel es de carácter informativo y en él se notificará a los operadores

particularidades de la migración; por ejemplo, la presencia de grupos dentro de la central. En este nivel se activa una alerta preventiva.

2. **Segundo nivel.** Se empleará cuando se detecte cualquier posibilidad de riesgo debido a la tendencia de la migración. El radar ornitológico tendrá el rol principal en este nivel pues será la herramienta que permita determinar las alturas precisas a las que están sobrevolando las aves dentro de la central eólica y con ello estimar la probabilidad de riesgo de colisión de éstas con los aerogeneradores. El operador del radar mantendrá informado al contador de aves sobre las direcciones y alturas de los grupos migratorios, quien a su vez se mantendrá observando dichos grupos y hará reportes continuos a los operadores. Este nivel es de carácter precautorio y en él se notificará a los operadores las tendencias migratorias; por ejemplo, la dirección de la migración rumbo a la central eólica y, de presentarse, migración cercana a alturas de riesgo (40-115 m). Es fundamental tomar en cuenta que este nivel pretende mantener tanto a los equipos de vigilancia como a los operadores de la central atentos al presentarse dichas características y en caso de que se llegue al tercer nivel (código rojo) se pueda responder con prontitud.
3. **Tercer nivel.** Se empleará únicamente al ser confirmada la presencia de grupos migratorios de aves dentro del parque volando a alturas de riesgo cerca de las líneas de aerogeneradores de la central. Durante esta fase tanto la estación de conteo como el radar ornitológico estarán en todo momento atentos a las tendencias de las aves y mantendrán una estrecha comunicación. El radar estará operando completamente en modo vertical y deberá informar al contador la ubicación de la(s) parvada(s), por su parte el contador se mantendrá revisando el cielo, ubicará dichos grupos e informará a los operadores de la situación para que se mantengan en alerta. Contador y operador de radar harán rápidas deliberaciones respecto a los aerogeneradores que deberán ser detenidos, no obstante, la decisión final correrá a cargo del líder de estación y deberá expresarla lo más pronto posible a los operadores. Este nivel es de ejecución o acción y en él se notificará a los operadores del parque el sector donde se localiza la parvada y los aerogeneradores cuyo funcionamiento deberá ser detenido para evitar la

colisión de las aves migratorias. El paro de los aerogeneradores será de inmediato.

#### **VI.1.11 Remover la carroña presente dentro de predio para reducir el riesgo de colisión de las aves carroñeras.**

Un manejo adecuado de la carroña que por diversas razones (atropellamiento, muerte por sequía, entre otras) se presente dentro del predio de la central, evitara que especies carroñeras como zopilotes (*Coragyps atratus*), auras (*Cathartes aura*), Caracaras (*Polyborus plactus*) se vean atraídas al sitio y volar en el área de influencia de los aerogeneradores. La remoción inmediata o el cubrimiento de la carroña con tierra ayudara a evitar colisiones de este grupo de aves.

#### **VI.1.12 Mantener el área de mantenimiento de los aerogeneradores limpia de vegetación**

Es frecuente, que dentro del área de mantenimiento se comience a poblar con especies pioneras de plantas, caracterizadas por su rápido crecimiento. La presencia de este tipo de plantas puede reducir el campo de visión de especies de aves que por su comportamiento se mueven entre hierbas, arbustos ó a nivel del suelo y pueden ocasionar muertes por colisión por no detectar a tiempo la presencia de los aerogeneradores. Las aves más propensas a este tipo de colisión son especies que desarrollan sus actividades a nivel del suelo como la codorniz (*Colinus virginianus*) ó tortolitas del género *Columbina* spp.

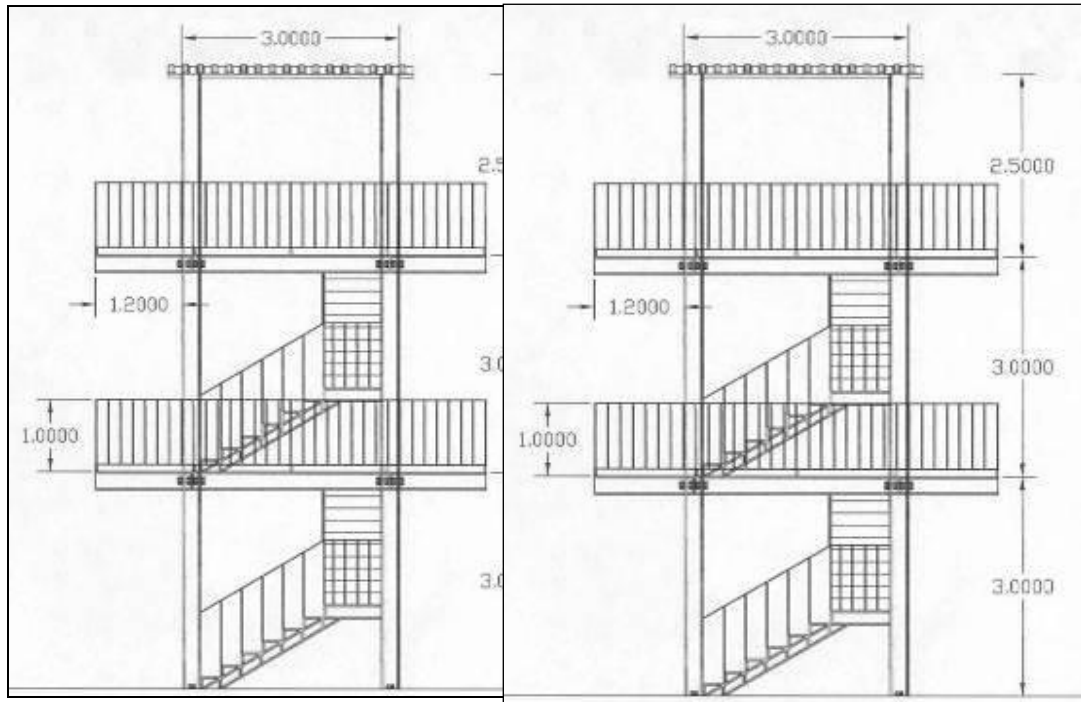
#### **VI.1.13 Programa de monitoreo de fauna, avifauna y quirópteros**

Para el caso del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II, se debe considerar un programa de monitoreo para definir mejor el comportamiento de las aves migratorias, contando con la participación de los operadores de la Central eólica. Este sistema deberá contemplar un programa de monitoreo durante el periodo crítico de la migración, para prever el paro de aquellos aerogeneradores con mayor posibilidad de colisiones. Se implementara el uso de un Radar ornitológico móvil (estación de radar), el cual deberá operar permanentemente durante las temporadas de inicio al movimiento migratorio, con el objetivo de coordinar lo establecido en el Programa de contingencia ambiental VI.3.4 (paro de aerogeneradores).

### **VI.1.14 Torre de observación**

Para atender la recomendación contenida en la medida No. 44 (Componente Fauna Silvestre) es necesario tomar en cuenta que dentro del área de influencia existen características muy particulares, como la presencia de vientos extremos, lo cual debe de ser considerado en el diseño final de las torres (Figura VI-3). A continuación se mencionan algunos aspectos que deberán ser atendidos en el diseño.

1. Evitar la instalación de una estructura tubular, así como escaleras de tipo marina, ya que representa un riesgo para el observador por los fuertes vientos que imperan en la región.
2. En lo posible evitar que sea percha de las aves, ya que por su cercanía a los aerogeneradores podría aumentar la posibilidad de colisiones.
3. Deben diseñarse con las previsiones necesarias para proteger del intemperismo al personal que realizará las observaciones.
4. El diseño para la construcción de la torre debe realizarse, procurando que la construcción se realice con materiales resistentes a las altas velocidades del viento predominantes en la región donde se localiza el predio del proyecto.
5. Se recomienda colocar un pararrayos con cables de tierra en las torres.



**Figura VI-3. Diseño estructural de las torres de observación: a) Fachada lateral de la torre de monitoreo de aves y b) Corte longitudinal de la fachada frontal de la torre de monitoreo de aves.**

### **VI.1.15 Reducir el número de colisiones contra el tramo de línea de enlace de la central eólica**

Aunque la LE comprende menos de 0.2 km, se debe implementar una medida de mitigación que reduzca el riesgo de colisión por parte de la aves contra esta estructura. La forma más convencional para reducir la probabilidad de colisión de aves contra las líneas de transmisión en los recientes años es la utilización de disuasores de vuelo. Estos dispositivos tienen la funcionalidad de poner visible a los diferentes grupos de aves de la presencia de los cables para que puedan maniobrar y evadirlos. Existen en el mercado diferentes modelos que son utilizados mayormente en Estados Unidos. Estos están fabricados cada vez mejor y su diseño esta siendo probado con fundamentos científicos aplicados al comportamiento y condiciones geográficas de los sitios. En este sentido, para el tramo de línea de transmisión del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II se deberán utilizar disuasores de vuelo de los llamados espiral salvapájaros.

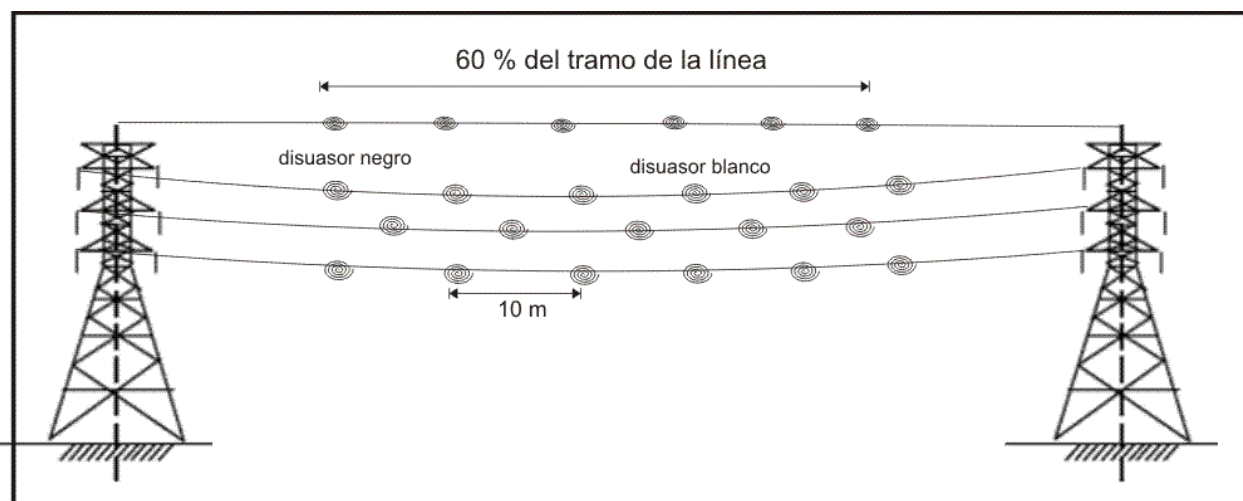


La espiral salvapájaros (Avifaune Spiral (AS), por sus siglas en inglés), es un dispositivo que consiste de una espiral de PVC de 1m de longitud y con diámetro máximo de 30 cm (Figura VI-4). Se produce en colores blanco, rojo y negro.



**Figura VI-4. Disuasor de vuelo tipo espiral salva pájaros (BFD por sus siglas en inglés).**

Se deberá colocarlos de 10 m de distancia entre el cable guía. Los colores también deben estar alternados tanto en los cables de tierra como en los cables guía (APLIC 1994). Chris van Royeen de Endangered Wildlife Trust (EWT), indica colocar los disuasores en ambos cables de tierra y cubrir el 60% de la longitud total del tramo de línea. Los disuasores se colocan justo en la mitad del tramo alternando los colores blanco y negro a 10 m uno de otro (Figura VI-5).



**Figura VI-5. Esquema hipotético de cómo debe ser el arreglo de los disuasores que se coloquen sobre el tramo de la línea de transmisión de la 40 CE Sureste I, Fase II.**

Se deben atender estas medidas de mitigación siguiendo todas las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente. Con la colocación de los disuasores de vuelo como medida de mitigación se estará contribuyendo a la reducción de las probabilidades de colisión. Sin embargo, existe un grado de incertidumbre sobre el comportamiento que tendrán las aves al enfrentarse a un nuevo obstáculo en su trayectoria de vuelo. Se sabe, que en otros sitios donde se han instalado líneas de transmisión, algunos grupos de aves residentes, con el tiempo, se habitúan a la presencia de estas estructuras. Sin embargo, ante una importante presencia de aves migratorias en el SAR y área de influencia no se sabe cual será la respuesta de estas a un nuevo obstáculo. Por tal razón es necesario implementar estudios de monitoreo que permita describir cambios en comportamiento de las aves por causa del tramo de la línea de transmisión y en general, por la presencia de la 40 CE Sureste I, Fase II.

## **VI.2 Seguimiento control y monitoreo**

Es importante que todas las medidas de mitigación propuestas en el presente capítulo sean ejecutadas en tiempo y forma para cumplir con los requerimientos que la autoridad ambiental establezca por medio del resolutivo correspondiente. Por lo tanto, se recomienda el diseño e implementación de acciones de seguimiento que contengan todas las medidas de control, prevención y mitigación de forma sistematizada y calendarizada, así como el monitoreo de los indicadores ambientales y la aplicación de todas y cada una de las condicionantes y términos establecidos en el resolutivo. Para lograr lo anterior se recomienda lo siguiente:

- Elaborar un Programa de Manual Ambiental (PMA) que incluya de forma sistematizada y calendarizada la ejecución, aplicación y análisis sistemático de todas las medidas de control, prevención y mitigación propuestas y las que establezca la autoridad, así como el monitoreo de los indicadores ambientales con el que se valoren las mismas. Este PMA deberá ser autorizado por la SEMARNAT para su implementación.

El Programa deberá complementarse con una descripción de las metodologías a seguir para llevar el seguimiento y en su caso, señalar los mecanismos de acción que desarrollará para atender impactos no previstos que pudieran presentarse por la realización de las obras y/o actividades involucradas en las diferentes etapas del proyecto.

- Elaborar Informes Administrativos con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental (IA), de cumplimiento de las medidas de mitigación en original a la DGIRA con copia a la Delegación Federal de la PROFEPA en el estado de Oaxaca, en el cual se demuestre el avance de las gestiones administrativas y legales que se han realizado para el cumplimiento de las medidas de mitigación. Lo anterior es fundamental pues, con el IA, la DGIRA y La Delegación de la PROFEPA del estado de Oaxaca tendrán los parámetros, constancias o evidencias, así como indicadores que permitan minimizar y, en su caso, evitar discrecionalidades en la aplicación de las medidas de mitigación, prevención, reducción y o compensación.
- Elaborar Informes Técnicos Pormenorizados con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental (ITP). Una vez aprobado el PMA, el Promovente deberá realizar y entregar a la SEMARNAT los ITP, para demostrar que con la aplicación de las medidas propuestas, se mitigaron o previeron los impactos ambientales que pudieran presentarse por la realización del proyecto. Se deben entregar copias de los ITP a la Delegación Federal de la PROFEPA en el estado de Oaxaca. Dichos informes deberán incluir la evidencia gráfica y los argumentos técnicos científicos que el o los ecosistemas presentan, por lo menos las mismas condiciones ambientales con las cuales fueron evaluados.

### VI.3 Impactos residuales

La mayoría de los impactos ambientales negativos identificados dentro del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II cuentan con medidas de prevención y mitigación. Un buen número de ellas han sido implementadas en algunos otros proyectos eólicos instalados dentro del Istmo de Tehuantepec con una relativa efectividad. Sin embargo, existen impactos que por su naturaleza son difíciles de mitigar por completo. A estos impactos se les denomina residuales y son considerados como el costo ambiental que se debe pagar por la implementación de un proyecto.

Para el caso del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II los impactos que son considerados como residuales (por su persistencia a lo largo de proyecto y por su irreversibilidad) básicamente son: el deterioro de la calidad del paisaje, calidad del suelo, y la pérdida de individuos de aves y murciélagos por colisión con los aerogeneradores.

El principal costo ambientalmente hablando es el impacto visual que se produce con la instalación de los aerogeneradores. Es un impacto que no se puede mitigar debido a las propias características de las centrales eólicas (se establecen en grandes áreas y requieren la instalación de un número importante de estructuras de más de 100 metros de altura). Sin embargo, si se considera que el impacto visual puede valorarse de manera subjetiva (ver Capítulo VII), el nivel de magnitud del impacto residual puede considerarse como poco relevante. Para este impacto residual no existe una medida compensatoria técnica y económicamente viable.

Para el caso de la calidad del suelo, es un impacto residual que está involucrado con otras actividades desarrolladas históricamente (cambio de uso del suelo) tanto en el SAR como en el área de influencia, en lo que ocupa al desarrollo del proyecto la afectación se dará principalmente en las acciones destinadas a trabajos de remoción de vegetación (impacto indirecto), movimientos de tierra, contaminación por residuos sólidos y líquidos. Este conjunto de factores han propiciado ante la falta de mejores prácticas y el exceso en la capacidad de carga, que el suelo se recupere de manera natural por lo que será necesaria la implementación de medidas compensatorias (reforestación, restauración y protección de suelos, etc.) y el seguimiento de mejores prácticas en las etapas del Proyecto (preparación y construcción) que incrementen los riesgos de deterioro del suelo.

Para el caso de la pérdida de individuos de aves y murciélagos por colisión, es un impacto residual que se pronostica se presentará en toda la vida útil del proyecto. Para el caso de las aves, en los últimos años se han diseñado medidas de mitigación que han reducido el número de colisiones, pero no las han eliminado totalmente. Existen algunos grupos, como las paseriformes que migran por la noche, y especies, como la aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*) que se siguen colisionando contra las centrales eólicas.

Para los murciélagos aún existe mucha incertidumbre sobre cómo y por qué estos animales se colisionan contra los aerogeneradores. Por lo tanto es importante que se implemente el monitoreo de murciélagos (ver sección VI.2.2 de este capítulo) para seguir recabando información y establecer parámetros ecológicos, como son riqueza y abundancia, y monitorearlos en el mediano y largo plazo. De esta manera se podrá contar con información detallada sobre el impacto de la central eólica ya en su etapa de operación. También se deben implementar medidas compensatorias como promover la conservación de su hábitat y proteger

refugios en donde se tengan registrados colonias de murciélagos como las cuevas, rasgo que podemos apreciar dentro del área de estudio.

El nivel de magnitud del impacto potencial de colisiones de aves y murciélagos es valorado como significativo. Para el caso de las aves, se pueden reducir las probabilidades de colisión con las medidas propuestas en este capítulo, pero difícilmente se evitara en su totalidad muertes de aves por colisión con los aerogeneradores. Con lo que respecta a los murciélagos, aunque se presentan colisiones, la mayoría de ellas involucra especies con amplia distribución geográfica y por lo regular, localmente son de las especies más abundantes. Caso particular, las especies de la Familia Mormoopidae, uno de sus miembros (*Pteronotus davyi*) es el de mayor registro de colisiones dentro de la C. E. La Venta II. La muerte de individuos de esta especie no significa un riesgo para sus poblaciones.

#### VI.4 Impactos acumulativos

La mayoría de los impactos ambientales negativos identificados dentro del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II cuentan con medidas de prevención y mitigación. Un buen número de ellas han sido implementadas en algunos otros proyectos eólicos instalados dentro del Istmo de Tehuantepec con una relativa efectividad. Sin embargo, existen impactos que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto. Asimismo, se considera que el efecto sobre el ambiente resulta de una serie de acciones pasadas, presentes o futuras de origen independiente o común. A estos impactos se les denomina acumulativos.

Para el caso del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II los impactos que son considerados como acumulativos (efecto prolongado a lo largo de proyecto) básicamente son tres: *el deterioro de la calidad del paisaje, cobertura vegetal, y la pérdida de individuos de aves y murciélagos por colisión con los aerogeneradores.*

##### Calidad Paisajística

Debido a la inserción del Proyecto 40 CE Sureste I, Fase II, el componente paisajístico se ha mantenido como uno de los principales receptores de efectos negativos en el ecosistema ambiental, considerado un impacto residual el cual carece de alguna medida compensatoria

técnica y económicamente viable; en cuanto a su atributo acumulativo respecto a la inserción del Proyecto, se considera que el impacto visual puede considerarse como poco relevante, ya que para realizar una estimación mediante el uso de indicadores, resulta subjetivo y por lo tanto los datos variarían según el criterio establecido. Asimismo si consideramos los efectos de actividades históricamente implementadas por acciones humanas y la operación actual de Proyectos similares inmersos en el SAR podemos inferir que el conjunto de éstos han modificado la región de manera continua, dando paso a efectos prolongados que limitan la capacidad de recuperación natural de los ecosistemas. Por lo tanto la contribución del Proyecto ante este efecto será mínima si valoramos la modificación visual que actualmente existe en la región.

Aunque no se cuenta con medidas viables para atender el efecto acumulativo en el Paisaje, debido a la extensión características en este tipo de Proyectos y específicamente el establecimiento de los aerogeneradores, podemos considerar para algunas obras que interviene la calidad visual, como la Sub-estación, la implementación de arreglos con la vegetación, es decir, realizar adecuadas reforestaciones con especies nativas de la zona que permitan acoger dichas instalaciones de manera pertinente en el medio natural.

#### Cobertura Vegetal

Este aspecto ya ha sido analizado considerando que en la evaluación de los impactos, la pérdida de la cobertura vegetal resultó un efecto adverso Significativo y Acumulativo, debido a la intervención de superficies como el BTC y BTS durante las actividades de desmonte, despalme para la construcción de caminos, instalación de aerogeneradores y obras completarias (sub-estación, cunetas, torres meteorológicas, trazo de la línea área, almacén). Las medidas propuestas para este rubro están diseñadas para realizar una compensación debida a la remoción, generar prácticas de manejo para evitar efectos indirectos como afectación a la calidad del suelo, hábitat de fauna silvestre y servicios ambientales entre otros. Las acciones propuestas descritas para el componente Flora comprenden cuatro acciones principalmente, **24, 25, 26, 27** numeración respectiva; considerando la acción de reforestación como una de las principales acciones que impidan la acumulación de efectos negativos, potencializados por acciones pasadas y presentes ajenas al Proyecto siendo a su la vez un agente inductor la contribución para efectos acumulativos aunque de manera moderada, esto si consideramos que la mayor superficie de afectación es la unidad agropecuaria.

Uno de los aspectos ligado a la remoción de la vegetación, entre otros considerados, es el deterioro de la calidad del suelo, ya que en la evaluación de impactos resulto residual y acumulativo de forma moderada; considerando la afectación a este componente por dos factores principalmente: 1) Impacto de actividades pasadas y presentes que han modificado las características del suelo e impiden por la constancia de acciones (humanas) una regeneración de manera natural, y; 2) Malas practicas de manejo durante las etapas de preparación y construcción previo establecimiento de actividades o acciones que impacten directamente en el recurso suelo. Por tal motivo las medidas consideradas para este impacto están acorde a lo descrito para el potencial de impacto a la edafología, considerando en primer termino un principio precautorio; las medidas establecidas para este recurso se encuentran descritas en el cuadro del Componente Suelo y refieren a la numeración **14, 15, 16 y 17**. de medidas propuestas.

#### Perdida de individuos de aves y murciélagos por colisión con los aerogeneradores

El efecto acumulativo propiciado principalmente por la instalación de aerogeneradores (agente inductor) se ve en constante incremento debido a la presión que se ejerce por otro tipo de fuentes de riesgo como lo son: vías de comunicación, líneas de transmisión, edificios, así como otros parques establecidos de forma continua al Proyecto, aunado a la falta de estrategias y/o medidas preventivas y de mitigación que actualmente si bien reducen la muerte de individuos no han sido capaces de eliminar dicho impacto. Por lo tanto como medidas de prevención se deberán considerar las propuestas en este capitulo para dicho impacto y descritas con la siguiente numeración: **36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 47**; reforzándose con medidas compensatorias como la creación o recuperación de hábitats que permitan el refugio o desplazamiento de especies dentro del Proyecto evitando el uso de áreas intervenidas por las obras que lo comprenden. Además también se debe seguir aplicando las medidas referentes al seguimiento y control de los indicadores ambientales para este impacto, descritas conforme la siguiente numeración: **40 y 43**; Las cuales indican la aplicación de un Programa de monitoreo para aves y murciélagos principalmente en la etapa de operación del proyecto; aunado al Registro de aves y murciélagos muertos por colisión, lo que permitirán en conjunto obtener datos ecológicos y de comportamiento para ambos grupos y detectar zonas de alto riesgo dentro de la central eólica. Finalmente se dará continuidad a la medida **48** referente al

Programa de Manual Ambiental (PMA), que incluya de forma sistematizada y calendarizada la ejecución, aplicación y análisis sistemático de todas las medidas de control prevención y mitigación propuestas y las que establezca la autoridad, así como el monitoreo de los indicadores ambientales con el que se valoren las mismas.

En Conclusión para el caso de los impactos acumulativos, las acciones propuestas y descritas para cada componente afectado durante el desarrollo del Proyecto, tienen un alcance y la capacidad de atender los efectos acumulativos y aminorar el efecto residual que se presenta para algunos componentes. Viéndose como un aspecto Importante Los Programas de Monitoreo y Manejo Ambiental, ya que de estos se obtiene información que permitirá mejorar las practicas de manejo y considerar estrategias con mayor fundamento en cuanto al comportamiento de especies vulnerables, útiles para la mitigación, compensación, hasta lograr la nulidad de efectos adversos considerados específicamente en el desarrollo de Parques eólicos.



ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>1</b>
<b>VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....</b>	<b>1</b>
<b>VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto .....</b>	<b>6</b>
<b>VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación .....</b>	<b>11</b>
<b>VII.4 Pronóstico ambiental .....</b>	<b>16</b>
VII.4.1 Programa de Manejo Ambiental.....	36
VII.4.1.1 Seguimiento del Programa de Manejo Ambiental .....	36
VII.4.2.2 Objetivos Particulares.....	38
VII.4.2.3 Métodos de estudio que se aplicaron en la etapa en pre-construcción para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.....	38
VII.4.2.3.1 AVES.....	39
VII.4.2.3.2 MURCIÉLAGOS .....	43
VII.4.2.4 Monitoreos post-construcción para el proyecto 40 CE Sureste I .....	44
VII.4.2.4.1 Aves.....	44
VII.4.2.4.2 MURCIÉLAGOS .....	49
<b>VII.5 Evaluación de alternativas.....</b>	<b>50</b>
<b>VII.6 Conclusiones .....</b>	<b>51</b>

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura VII-1. Vegetación y uso del suelo Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, a nivel Sistema Ambiental Regional.</i>	2
<i>Figura VII- 2. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de uso de suelo en superficie (ha) a 35 años en el área de influencia sin la introducción del proyecto.</i>	5
<i>Figura VII- 3. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de uso de suelo en superficie (ha) a 35 años en el área de influencia, incluyendo el proyecto.</i>	7
<i>Figura VII- 4. Panorámica de los aerogeneradores de la Eléctrica del Valle de México, aproximadamente 400 metros del límite del área de influencia del proyecto 40 CE Sureste I Fase II.</i>	9
<i>Figura VII- 5. Altura de vuelo en el área de influencia.</i>	10
<i>Figura VII- 6. Relaciones causales entre impactos mitigados y sus medidas en la etapa de preparación del sitio y construcción.</i>	12
<i>Figura VII- 7. Relaciones causales entre impactos esperados y sus medidas propuestas, nótese la interrelación en más de una medida que actúa sobre el impacto.</i>	13
<i>Figura VII- 8. Alturas de vuelo de las aves dentro del área de influencia y la franja de alerta emitida por las medidas de disuasión y evasión para evitar colisiones.</i>	14
<i>Figura VII- 9. Relaciones entre las medidas propuestas para disminuir el riesgo de colisión.</i>	15
<i>Figura VII-10. El diagrama muestra las alturas de vuelo en aerogeneradores de 115 m, establecidas en función del riesgo de colisión para las aves.</i>	40
<i>Figura VII-11. Diagrama que ilustra el método para realizar el monitoreo de las interacciones en el parque eólico.</i>	45

## INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro VII-1. Afectaciones permanentes en los diferentes usos de suelo, a nivel área de influencia y SAR.</i>	1
<i>Cuadro VII-2. Tasas de cambio de algunos tipos de uso de suelo en el SAR.</i>	3
<i>Cuadro VII-3. Uso actual del suelo en el área de influencia</i>	3
<i>Cuadro VII-4. Uso actual del suelo en el Sistema ambiental regional</i>	4
<i>Cuadro VII-5. Cambio hipotético del uso del suelo y vegetación de t<sub>2012</sub> a t<sub>2047</sub></i>	4
<i>Cuadro VII-6. Cambio hipotético del uso del suelo y vegetación de t<sub>2012</sub> a t<sub>2047</sub> con proyecto.</i>	8

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

**VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Los pronósticos estimados para proyecto se llevaron a cabo dentro de los límites del Área de Influencia, esto se debe, a que si se utiliza el área total del Sistema Ambiental Regional (SAR), el porcentaje de las afectaciones permanentes serán mínimas como podemos observar en el Cuadro VII-1.

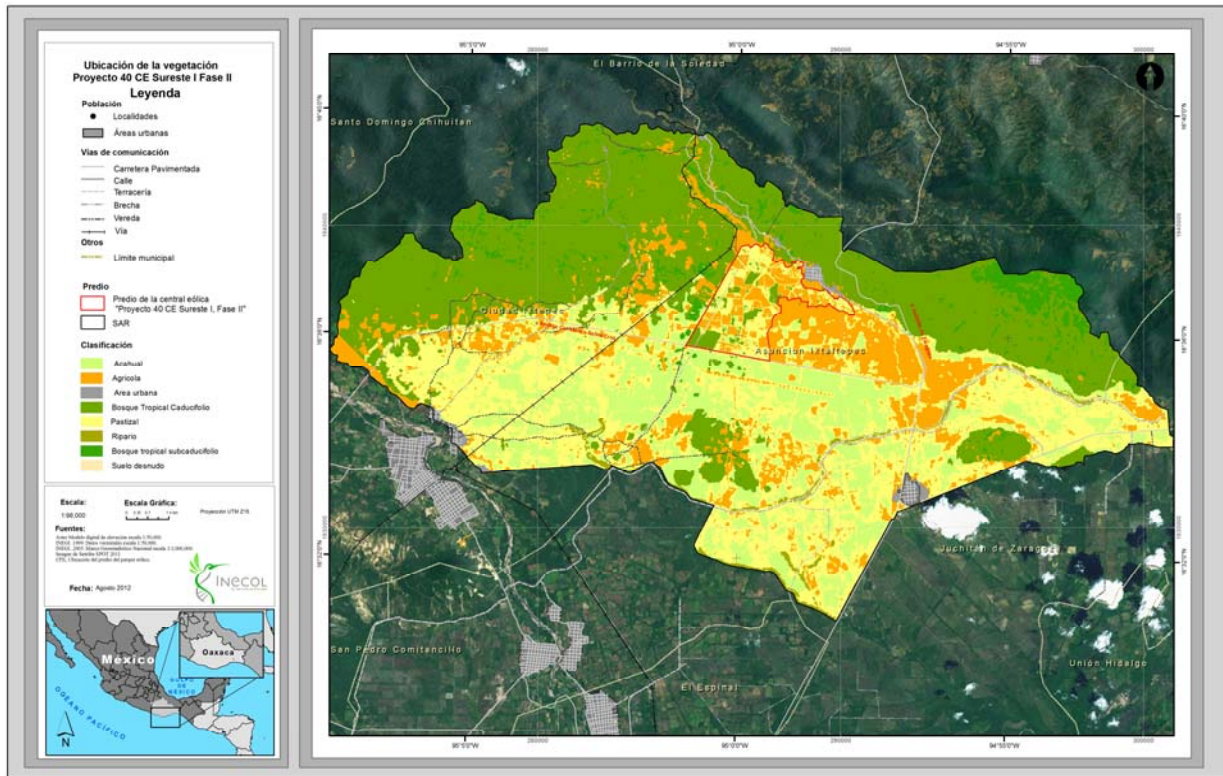
**Cuadro VII-1. Afectaciones permanentes en los diferentes usos de suelo, a nivel área de influencia y SAR.**

Uso de Suelo	% de Afectación del total del Área de Influencia (894,5 ha)	% de Afectación del total del SAR (23 032,61 ha)
	Superficie en ha	
Bosque Tropical Caducifolio	0,16	0,006
Acahual de BTC	0,25	0,010
Agrícola	1,41	0,055
Pastizal	0,55	0,021
<b>Total</b>	<b>2,37</b>	<b>0,092</b>

**VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto**

La región en la que se construirá el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II se ubica en el municipio de Asunción Ixtaltepec que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

El Sistema Ambiental Regional cuenta con ocho unidades ambientales: bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, acahual de BTC, ripario, pastizal, áreas agrícolas, áreas urbanas y suelo desnudo. El Área de Influencia cuenta con solo cuatro: bosque tropical caducifolio, acahual de bosque tropical caducifolio, pastizales y áreas agrícolas, también cuenta con un bajo porcentaje de suelo desnudo (Figura VII-1).



**Figura VII-1. Vegetación y uso del suelo Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, a nivel Sistema Ambiental Regional.**

Existe una historia del municipio de Asunción Ixtaltepec de uso irracional y tala indiscriminada de los recursos maderables por talamontes furtivos o la misma población, lo que representa a mediano plazo una erosión significativa causada por esa deforestación y que a su vez se traduce en una pérdida de la vegetación nativa importante que no retiene los elementos básicos para la agricultura.

Se realizó para el área del SAR las tasas de cambio de uso de suelo para cada unidad ambiental (Ver sección V.5.3.1 del Capítulo V), las cuales se utilizaron para generar dos escenarios a futuro del cambio de uso del suelo en el Área de Influencia (Cuadro VII-2). Se tomaron las tasas de cambio del periodo de 1979-2011 como criterio para definir las tasas de cambio en un escenario optimista, ya que se espera a que las unidades ambientales mantengan por lo menos esa línea base. Para definir las tasas de cambio pesimistas se identificaron de cada unidad ambiental el proceso de cambio mayor (para el caso de vegetación la tasa con

mayor porcentaje de pérdida, y para los casos de agrícola y pastizal la tasa con mayor porcentaje de áreas ganadas) del periodo 1979-2011.

**Cuadro VII-2. Tasas de cambio de algunos tipos de uso de suelo en el SAR.**

Unidad Ambiental	Tasa de cambio %	
	t1(1979)-t2(2011) (optimista)	t1(1979)-t2(2011) (pesimista)
Bosque tropical caducifolio	- 0.16	- 0.94
Achual de BTC	- 0.84	- 2.27
Pastizal	0.34	0.61
Agrícola	1.16	3.15

*Valores negativos indican unidades ambientales que pierden superficie anualmente, valores positivos incrementan superficie.*

El punto de partida de los escenarios de cambio de uso del suelo, parte de lo que se indica en el Cuadro VII-3 que muestra el uso actual del suelo en el Área de Influencia. En términos generales el uso del suelo agrícola representa alrededor del 54,94% del Área de Influencia, mientras que el conjunto de bosque tropical caducifolio y achual de bosque tropical caducifolio suman un poco mas del 25,25% de la superficie de la misma área.

**Cuadro VII-3. Uso actual del suelo en el área de influencia**

Unidad ambiental	ha	km <sup>2</sup>	% del área de influencia
Bosque tropical caducifolio	101,68	1,02	11,37
Achual de Bosque tropical caducifolio	124,17	1,24	13,88
Agrícola	491,47	4,91	54,94
Pastizal	171,88	1,72	19,22
Suelo desnudo	5,30	0,05	0,59
<b>Total general</b>	<b>894,50</b>	<b>8,94</b>	<b>100,00</b>



En el Cuadro VII-4 se muestra el uso actual del suelo dentro del SAR.

**Cuadro VII-4. Uso actual del suelo en el Sistema ambiental regional**

Vegetación y uso de suelo	Ha	km <sup>2</sup>	% del SAR
Bosque Tropical Caducifolio	8154.94	81.55	35.41
Bosque Tropical subcaducifolio	536.02	5.36	2.33
Ripario	171.53	1.72	0.74
Acahual	4500.37	45.00	19.54
Agrícola	4264.68	42.65	18.52
Pastizal	5225.46	52.25	22.69
Área urbana	174.31	1.74	0.76
Suelo desnudo	5.30	0.05	0.02
<b>Total general</b>	<b>23032.61</b>	<b>230.33</b>	<b>100.00</b>

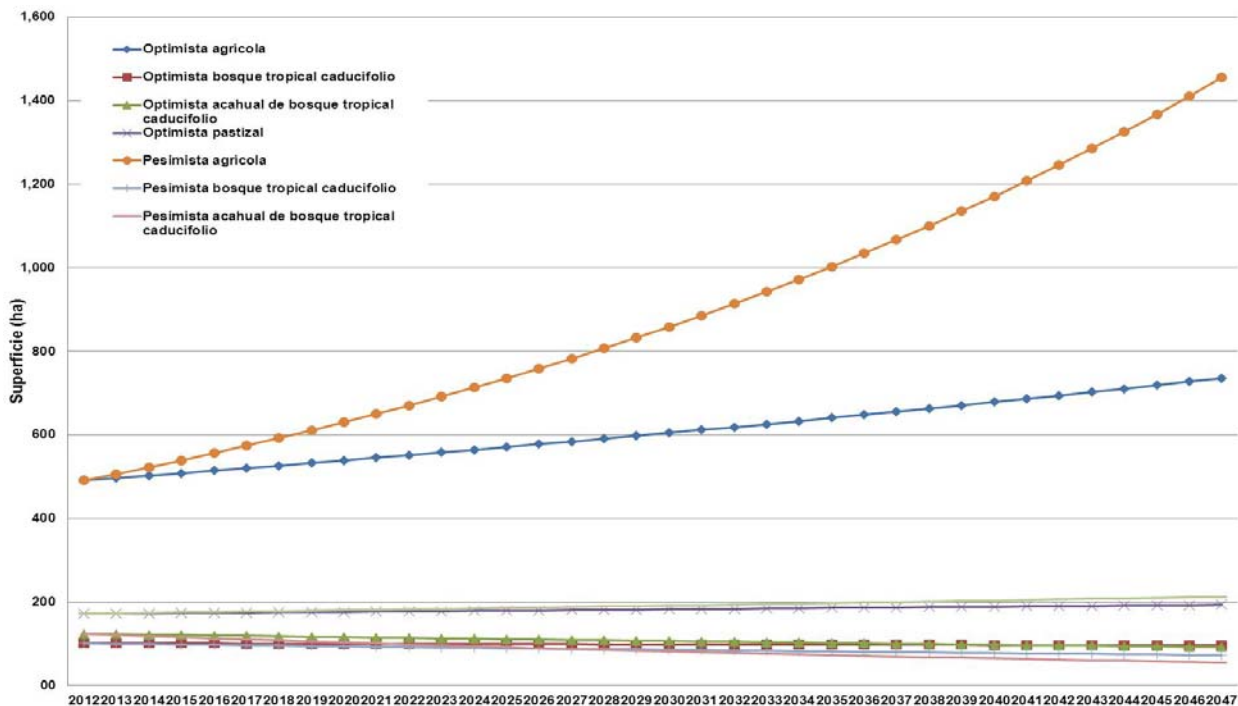
En el Cuadro VII-5, se muestran las tasas de cambio y la superficie de cambio de uso del suelo con diferentes tasas de cambio (escenarios optimista y pesimista), calculado para el Área de Influencia, a 35 años en el futuro a partir de la construcción del proyecto.

**Cuadro VII-5. Cambio hipotético del uso del suelo y vegetación de t2012 a t2047**

Vegetación y Uso del Suelo	Tasa cambio por escenario		Superficie (ha) t <sub>2012</sub>	Superficie (ha) t <sub>2047</sub>		Cambio (ha)	
	Optimista	Pesimista		Optimista	Pesimista	Optimista	Pesimista
Agrícola	1.16	3.15	491,47	735.9	1455.2	244.43	963.73
Bosque tropical Caducifolio	-0.16	-0.94	101,68	96.1	73.1	-5.58	-28.58
Acahual de bosque tropical caducifolio	-0.84	-2.27	124,17	92.4	55.6	-31.77	-68.57
Pastizal	0.34	0.61	171,88	193.6	212.7	21.80	40.82

En caso de que se presente una tasa de cambio de uso de suelo baja (escenario optimista), el bosque tropical caducifolio tendría una pérdida potencial de entre 5,58 ha y 28,58 ha en 35 años, mientras que para el acahual de bosque tropical caducifolio la pérdida sería de entre 31,77 ha y 68,57 ha en el mismo periodo.

Por su parte, las áreas agrícolas estarían sumando entre 244,43 ha en un escenario optimista, y hasta 963,73 ha en el escenario pesimista, que llevaría prácticamente al triple de la superficie que actualmente ocupan esas áreas. Este último caso hipotético representaría un grave deterioro al bosque tropical caducifolio y de los acahuales de bosque tropical caducifolio en menos de 40 años para el año 2047 (Figura VII-2).



**Figura VII- 2. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de uso de suelo en superficie (ha) a 35 años en el área de influencia sin la introducción del proyecto.**

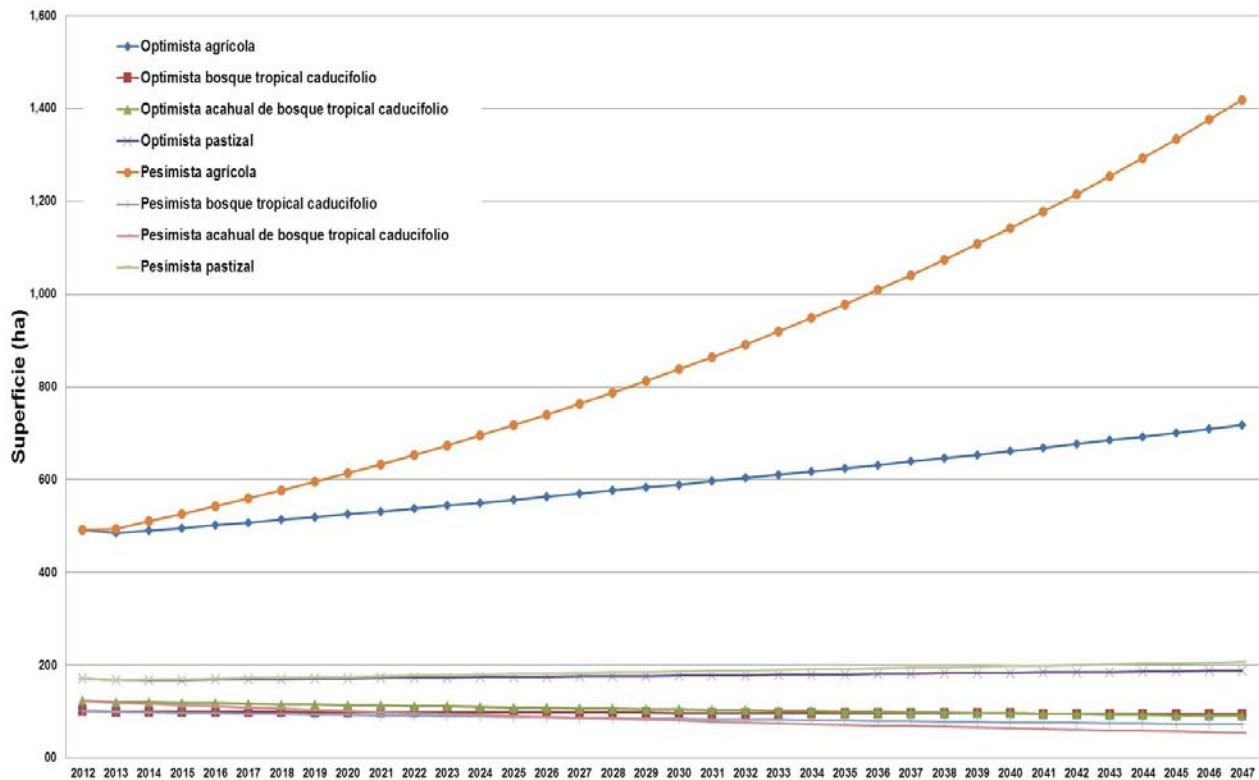
El potencial incremento en superficie para las áreas de uso agrícola, significa una pérdida para el bosque tropical caducifolio y las comunidades secundarias de este tipo de vegetación, particularmente en los últimos años del modelo. Es importante tener en consideración que la ejecución de proyectos que funcionen como polos de desarrollo rural (ejemplo en la producción de sorgo) puede intensificar o reducir este efecto en la región, para lo cual no es posible establecer fechas específicas de probable puesta en marcha.

## VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Las tendencias de deterioro del Área de Influencia se trazan a partir de la línea base o el punto de partida en las predicciones considerando la introducción del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. A partir del análisis que aquí se presenta, se puede considerar que el desarrollo del proyecto no tendrá mayores afectaciones o consecuencias en la tendencia actual del cambio de uso del suelo del Área de Influencia.

De acuerdo a la información obtenida del diagnóstico ambiental (Capítulo IV), así como de los impactos evaluados (Capítulo V), las unidades ambientales naturales con mayor cobertura de el Área de Influencia, son las áreas destinadas para actividades agrícolas (54,94%), seguidas por el pastizal (19,22%), el acahual de bosque tropical caducifolio (13,88%), finalmente con solo 11,37% el bosque tropical caducifolio

En el caso específico de este estudio y de acuerdo con el análisis de impactos, se ha detectado que el desmonte será la acción que tendrá el mayor impacto relativo sobre las unidades ambientales, seguido por la presencia temporal de personal y por último el uso de maquinaria y vehículos. De acuerdo a las condiciones ambientales del área de influencia, es posible afirmar que la inserción de la obra en la matriz paisajística provocará cambios poco relevantes, ya que las unidades ambientales que se encuentran en el área de influencia poseen características de alta resistencia al cambio además de que el porcentaje de superficie que ocuparán las obras es mínimo, por lo que este efecto solo se observa en el primer año de la proyección de las tendencias de cambio de uso del suelo, durante la ejecución del proyecto. No obstante, existe la posibilidad de que con la introducción y mejoramiento de caminos interiores en el área de influencia, el aprovechamiento forestal (maderable y no maderable) y la cacería se vean favorecidas. Estos usos extractivos que la población del municipio realiza dentro del área de influencia pueden verse acrecentados por la facilidad de acceder a los recursos. Con la introducción del proyecto se modificará el uso del suelo inicialmente por la presencia de los aerogeneradores, caminos, etc., modificando ligeramente la secuencia de cambios de uso del suelo como se indica en el Cuadro VII-6 y en la Figura VII-3.



**Figura VII- 3. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de uso de suelo en superficie (ha) a 35 años en el área de influencia, incluyendo el proyecto.**

Paisajísticamente, la introducción del proyecto 40 CE Sureste I Fase II tendrá un impacto visual relativamente significativo que se sumará al impacto producido por la CE Sureste I Fase II, sin embargo no afectará funcionalmente la integridad del sistema.

**Cuadro VII-6. Cambio hipotético del uso del suelo y vegetación de t<sub>2012</sub> a t<sub>2047</sub> con proyecto.**

Vegetación y Uso del Suelo	Tasa cambio por escenario		Superficie (ha) t <sub>2012</sub>	Superficie (ha) t <sub>2047</sub>		Cambio (ha)	
	Optimista	Pesimista		Optimista	Pesimista	Optimista	Pesimista
Agrícola	1.16	3.15	491,47	717.3	1419.1	225.83	927.63
Bosque tropical caducifolio	-0.16	-0.94	101,68	94.8	72.0	-6.88	-29.68
Achual de bosque tropical caducifolio	-0.84	-2.27	124,17	90.7	54.5	-33.47	-69.67
Pastizal	0.34	0.61	171,88	188.1	206.6	16.22	34.72

En términos de calidad visual, naturalidad, diversidad y fragilidad visual, el área de influencia carece de elementos poco comunes que pudieran ser afectados por la construcción del Proyecto. De hecho, el nivel de deterioro causado por las actividades productivas de la región es bastante alto, lo cual se debe no solo a las actividades primarias (agrícola), sino también a las actividades secundarias descritas anteriormente.

Es posible ver a las Centrales Eólicas como un símbolo de una fuente limpia de energía, pero también es posible verlos como una adición no deseada al paisaje (Figura VII-4).

En este sentido, el Proyecto incluso podría ejercer una influencia positiva a través de la regularización del uso del suelo en estas áreas, lo que representaría un impacto positivo para la región. Sin embargo, el número de aerogeneradores y la altura de los mismos, así como la topografía poco accidentada, causarán un impacto visual sobre los elementos naturales que aún se conservan en el sitio así como en el área agrícola.



**Figura VII- 4. Panorámica de los aerogeneradores de la Eléctrica del Valle de México, aproximadamente 400 metros del límite del área de influencia del proyecto 40 CE Sureste I Fase II.**

El impacto visual es un concepto subjetivo y, particularmente en el caso de centrales eólicas, es posible encontrar opiniones a favor y en contra de la presencia de aerogeneradores en distintas partes del mundo, aunque en México puede decirse que hay una opinión positiva generalizada, sobre todo porque representa una fuente de energía renovable que ayuda a disminuir la emisión de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero.

Tanto el área forestal como las áreas agrícolas, tienen relativamente poco interés desde el punto de vista ambiental, y su modificación resulta poco relevante en términos de protección a las especies de flora y fauna regionales.

La presencia de los aerogeneradores del Proyecto CE 40 Sureste I Fase II en conjunto con fuertes vientos, potencialmente puede provocar colisiones que conlleven a la muerte de aves migratorias en primavera y otoño, siendo para las aves migratorias la temporada de otoño la de mayor riesgo de colisión. Los fuertes vientos en el SAR y área de influencia pueden incrementar el riesgo de colisión de las aves y murciélagos con los aerogeneradores al hacer que vuelen

más bajo, provocando que no controlen el vuelo ni la dirección del mismo. Por tanto es probable que se presenten colisiones potenciales de aves migratorias invernantes y rapaces residentes, así como de murciélagos, de acuerdo con los datos de los monitoreos de la Centra Eólica La Venta II (Ledec, 2011 y Villegas *com per*).

El riesgo por colisión de aves con los aerogeneradores, aumentará durante las temporadas de migración, lo cual no indica que esto se presente para este proyecto ya que, durante los monitoreos de Centrales Eoloeléctricas construidas previamente en la región, se obtuvieron registros que parecen indicar que las aves modifican su comportamiento de vuelo y su altura conforme cambia la velocidad del viento en las inmediaciones del área de influencia; además las aves muestran una tendencia a desplazarse paralelamente a las laderas de la sierra posiblemente para evitar los fuertes vientos, no obstante cuando se da alguna disminución de la velocidad de los vientos provenientes del norte que ingresan al Istmo por el Paso Chivela, es posible que algunas especies de aves modifiquen su patrón de vuelo, tratando de evadir los aerogeneradores volando por encima de los 150 m, se prevé que con vientos fuertes, algunas aves podrían bajar el vuelo hasta 30 m de altura y con vientos moderados podrían evadir con facilidad los aerogeneradores; no obstante esta situación no se presentaría durante todo el período, solamente en los días de mayor intensidad del viento (Figura VII-5).

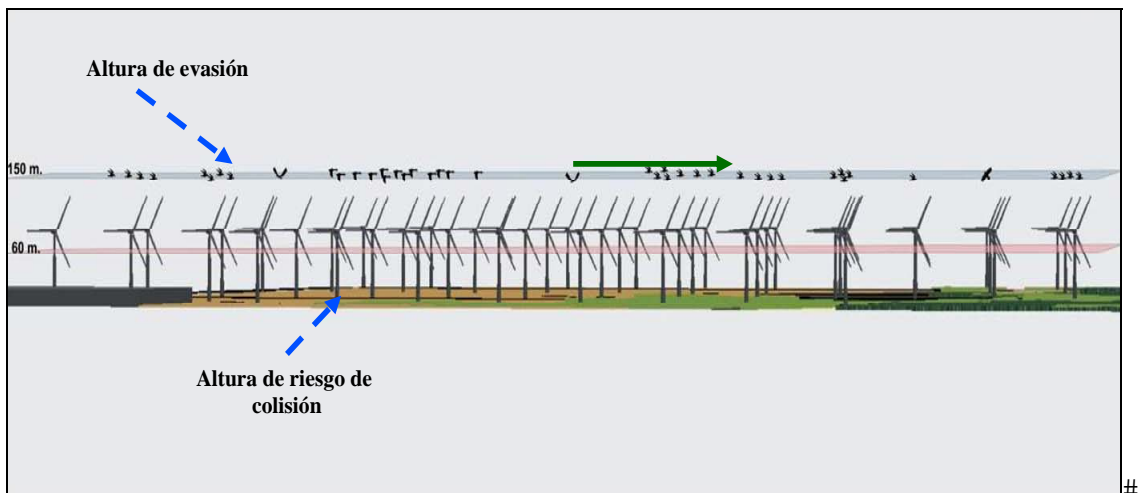


Figura VII- 5. Altura de vuelo en el área de influencia.

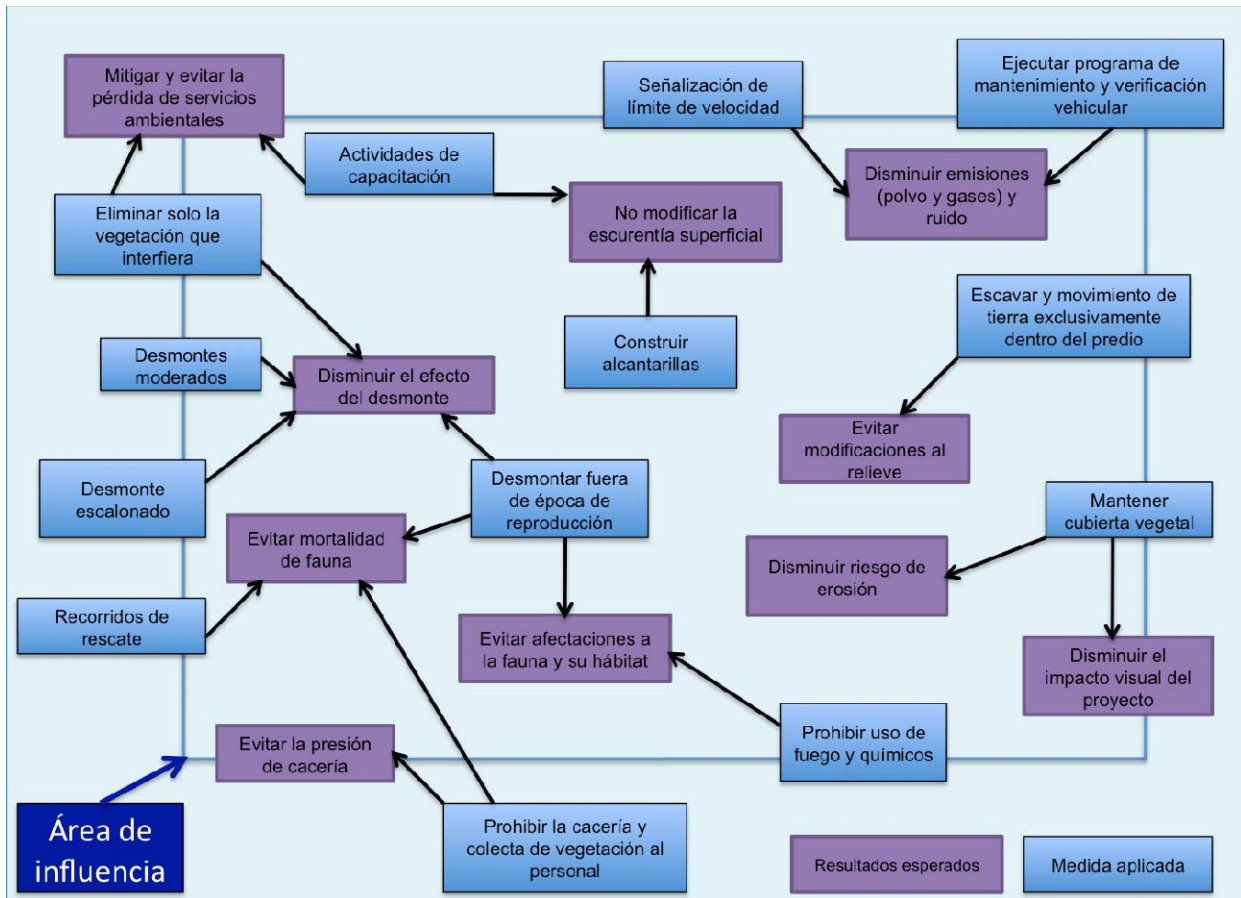
### **VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

La adecuada aplicación de las medidas de mitigación indicadas previamente incidirá de manera directa para los impactos descritos; en algunos casos, estas medidas pueden generar sinergia en más de un impacto, dando como resultado una mayor eficiencia en las medidas de mitigación que se recomienda sean supervisadas adecuadamente.

Estas relaciones de sinergia y de atención directa por las medidas sobre los impactos potenciales, pueden observarse en la Figura VII-6, y VII-7 las dos primeras figuras, corresponden a la etapa de preparación del sitio y construcción, la última figura corresponde solo a la etapa de operación principalmente al probable impacto por colisiones.

En general, se pronostica que los impactos que pudieran ocurrir durante el desarrollo del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, en sus dos primeras etapas, afectarán directamente las áreas con cobertura vegetal destinadas para el establecimiento de caminos principalmente, y por la presencia del personal que pudiera incrementar la presión de cacería y/o colecta de flora y fauna; no obstante, con las medidas propuestas para estos impactos (desmontes y cacería), actuarán de manera directa disminuyendo la presión por cacería al colocar señalización que prohíbe la cacería así como las pláticas que el responsable pudiera impartir a su personal; en la Figura VII-6, se pueden observar como estarán interactuando las diferentes medidas sobre los impactos, que de cumplirse como están establecidas, la situación negativa de afectación será revertida por la aplicación de las medidas de mitigación.

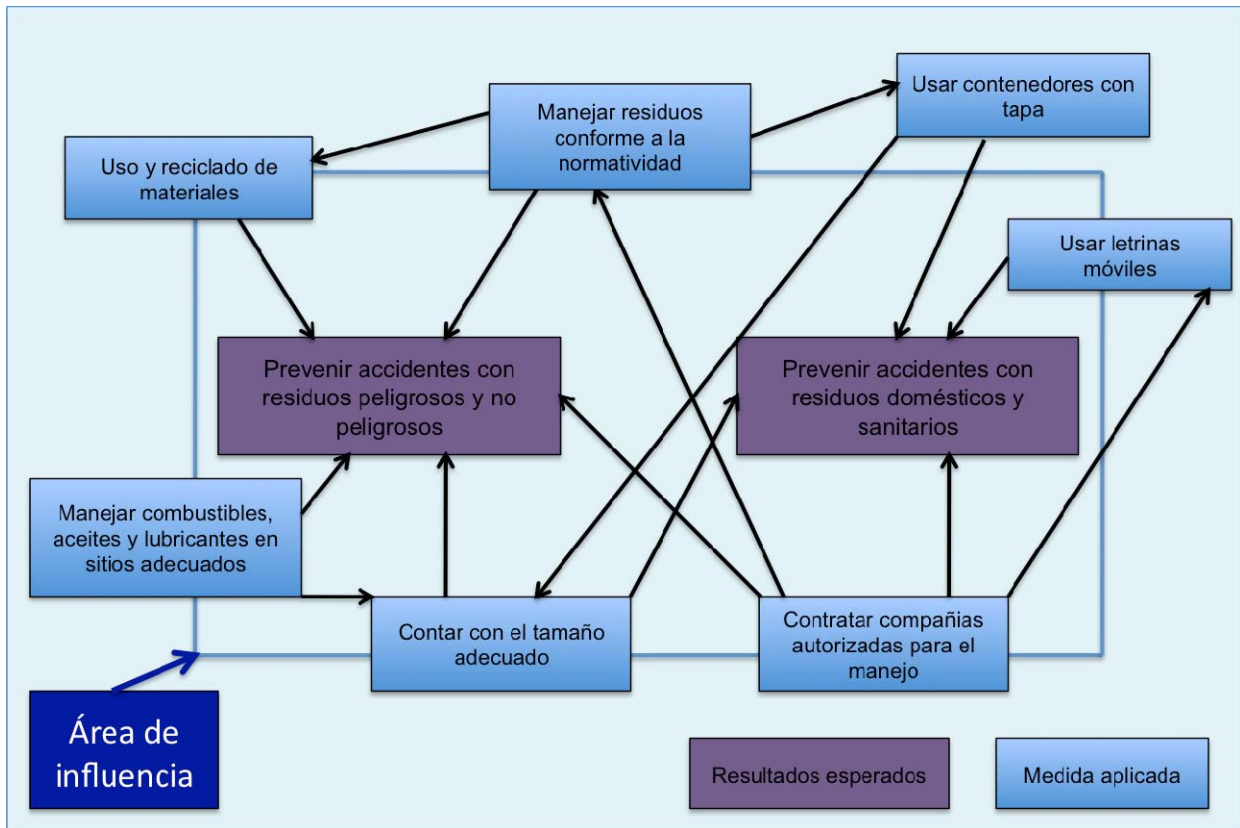




**Figura VII- 6. Relaciones causales entre impactos mitigados y sus medidas en la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Para el caso del posible impacto por erosión, actúan, al menos de manera sinérgica, cinco medidas propuestas para otros impactos, que tendrán un papel importante en su mitigación y reducción, por tanto se puede esperar que el riesgo de erosión por la inserción de proyecto se minimice con la aplicación de las medidas recomendadas en esos otros rubros. De forma similar, la mortandad de fauna por el proyecto (excepto colisiones de aves y murciélagos) será prevenida y reducida por diversos medios, este hecho se vería maximizado por la aplicación de todas las medidas que interactúan directamente como señalización del límite máximo permisible de velocidad (Figura VII-6). Por tanto se espera un escenario para la fauna poco modificado por el proyecto, que mantendrá su funcionalidad al permanecer la transferencia de flujos de materia y energía entre unidades ambientales y su permanencia en el tiempo.

En cuanto a los posibles impactos por residuos peligrosos y no peligrosos así como sanitarios, estos se consideran mínimos; que pueden considerarse como un impacto residual difícil de revertir, por tanto, se sugiere aplicar estrictamente las medidas recomendadas así como atender lo estipulado en la normativa ambiental, para que este impacto potencial no ocurra. Cabe mencionar que las medidas para ambos impactos probables actúan de manera sinérgica y paralela (Figura VII-7), para transformar a la situación deseada que es evitar accidentes por malos manejos de los residuos.



**Figura VII- 7. Relaciones causales entre impactos esperados y sus medidas propuestas, nótese la interrelación en más de una medida que actúa sobre el impacto.**

Es indispensable recalcar, que durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la contratación de mano de obra no calificada y la derrama económica que implica la presencia de personal en el municipio, podría ayudar a disminuir temporalmente el proceso de migración, incrementando los beneficios económicos del proyecto. El personal contratado (técnico y

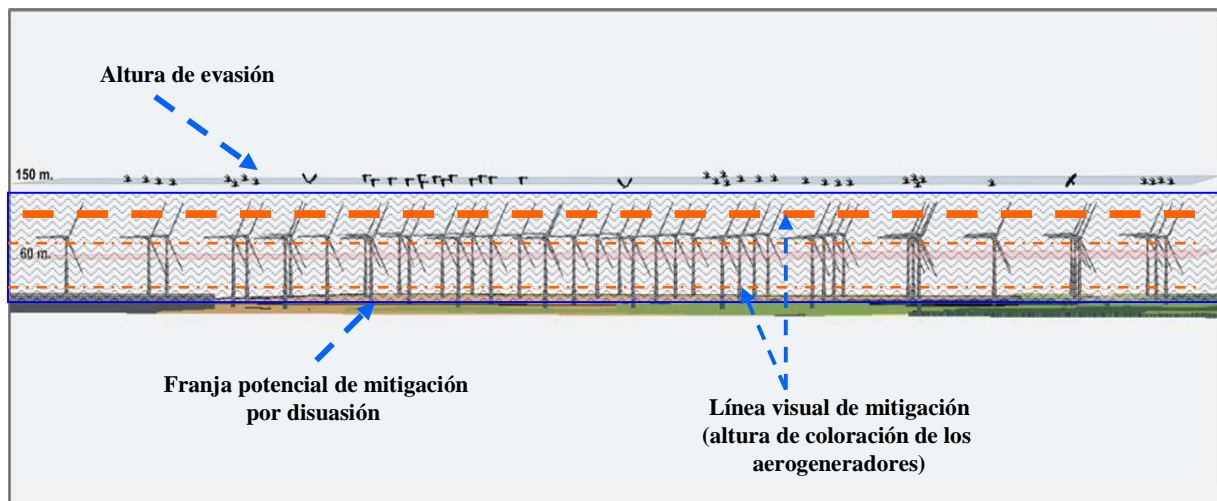
operativo) deberá llevar a cabo un programa de capacitación para que realicen de manera adecuada sus actividades, la aplicación de este programa será vigilado por el supervisor ambiental de la obra, el cual será un especialista en materia ambiental..

Para el caso de posibles colisiones de aves y murciélagos con los aerogeneradores, es difícil predecir que situación se presentara con exactitud. En este sentido pueden generarse al menos dos escenarios:

1) Que las medidas propuestas logren minimizar el riesgo de colisión aun cuando las velocidades de los vientos en el área de influencia sean elevadas.

2) Que aun con las medidas de mitigación, las aves y murciélagos (para ambos grupos residentes y migratorios) el riesgo de colisión sea inminente.

Las medidas propuestas en el Capítulo VI, como el pintado de las aspas (ver Figura VI-1 del Capítulo VI) ayudaran a generar una franja de alerta para las aves, de aproximadamente unos 50 m de ancho (desde la base hasta la punta de las aspas), que tendrá como función principal disuadir a las aves para que puedan evadir los aerogeneradores (Figura VII-8). Con esta medida se pronostica que el riesgo de colisión disminuirá a pesar de la presencia de los fuertes vientos en la región del Istmo de Tehuantepec.

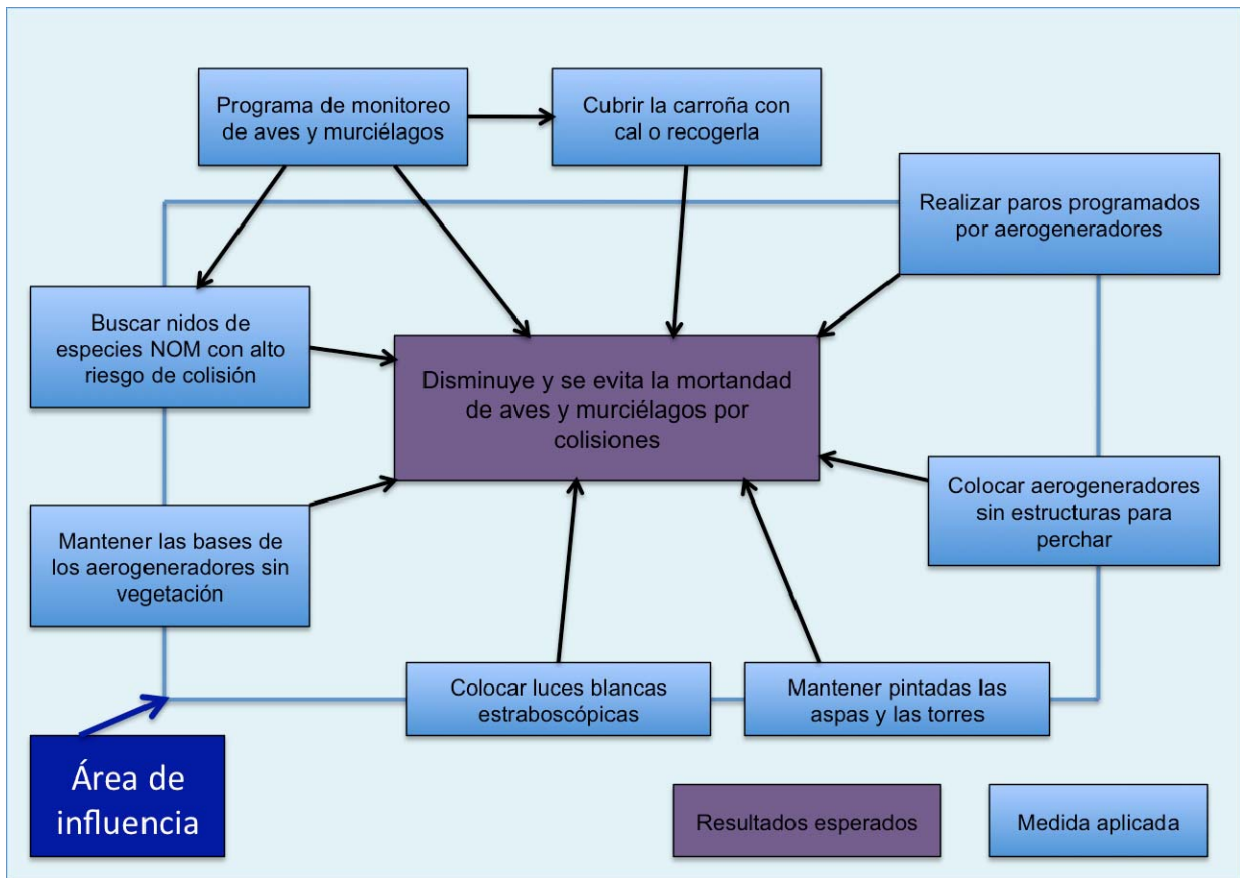


**Figura VII- 8. Alturas de vuelo de las aves dentro del área de influencia y la franja de alerta emitida por las medidas de disuasión y evasión para evitar colisiones.**

Las luces estroboscópicas ayudaran a que las acciones de pintado de las aspas se amplifiquen y tenga un mejor efecto en la evasión y disuasión de las aves, principalmente durante la

operación de los aerogeneradores en la noche. Por tanto se espera que el riesgo de colisión de las aves y murciélagos con los aerogeneradores disminuya con la implementación de las medidas pertinentes.

Es importante tener en cuenta que durante la etapa de operación, las medidas encaminadas a disminuir el riesgo de colisión actúan de manera sinérgica como se muestra en la Figura VII-9: de ejecutarse todas en su conjunto, se podría aseverar que disminuirá considerablemente el riesgo de colisión.



**Figura VII- 9. Relaciones entre las medidas propuestas para disminuir el riesgo de colisión.**

En resumen, se considera que el proyecto puede representar un impacto, debido a que se ubicará dentro de una de las rutas migratorias de aves más importantes del mundo, sin embargo, la aplicación de las medidas de prevención, de corrección, mitigación y compensación

propuestas en el Capítulo VI, permitirán atenuar las posibles afectaciones y ayudarán a mantener la funcionalidad de las unidades ambientales existentes en el área de influencia, por tanto, se espera que con la incorporación de estas medidas se conserven áreas y estratos de vegetación importantes para la funcionalidad del sistema, y que a la vez, al conservarse, servirían como fuentes importantes de abastecimiento de alimento, refugio y sitios de reproducción de fauna, y se minimice el riesgo de colisión principalmente de aves y murciélagos, reduciendo con las medidas el riesgo de extirpación de especies.

#### VII.4 Pronóstico ambiental

Las centrales eólicas han sido consideradas como obras que representan un beneficio económico para las regiones, además de ser una herramienta limpia para la generación de energía, por tanto, se constituyen como un elemento importante de desarrollo sustentable. Sin embargo, la construcción y operación de centrales eólicas, causa algunos efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos. Entre los efectos ecológicos más significativos de las centrales eólicas pueden citarse la pérdida de vegetación y muerte de aves y murciélagos. Sin embargo la dimensión y localización de este Proyecto analizado hace prever que las condiciones físicas y naturales del entorno tendrán algunos impactos, es por eso que se han propuesto medidas de mitigación para estos impactos sean menores.

Para la mitigación de impactos en la realización del Proyecto se propone llevar a cabo el **Programa de Manejo Ambiental (PMA)** del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, que asegurará que las medidas correctivas sean llevadas a cabo de acuerdo a la normatividad ambiental (en este caso, MIA, normas oficiales, reglamentos, política ambiental de la empresa, resoluciones, etc.).

Previo a la etapa de preparación del sitio, se realizó un estudio prospectivo de la fauna, avifauna y quiróptero-fauna presentes en Área de Influencia donde se realizará el proyecto 40 CE Sureste I Fase II (2012). Los resultados obtenidos del estudio se complementaron con los datos derivados del Estudio prospectivo de la fauna, avifauna y quirópteros para las centrales eólicas Oaxaca I, II, III y IV (CFE-INECOL 2008). Dicha información que se generó durante el estudio de los 3900 km<sup>2</sup> es un valioso complemento para el Estudio Prospectivo de la Fauna

para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, ya que la información generada y validada con los datos de 2008 permiten tener una mejor descripción de la riqueza y la diversidad de especies de aves en el predio del proyecto así como conocer el estado de conservación de determinadas especies de acuerdo a las leyes nacionales e internacionales. Así como también se identificaron las especies más susceptibles de colisionar contra las aspas de los aerogeneradores que se pretenden instalar en el predio del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II. Con la información de las capturas de aves y la localización de nidos se describen aspectos de la reproducción de algunas especies residentes que también fueron avistadas en el predio del proyecto.

Posteriormente, en la etapa de Operación se realizarán monitoreos en ciclos anuales, orientados a conocer la biodiversidad de aves y murciélagos presentes en Área de Influencia y su comportamiento.

Durante la etapa previa a la construcción del proyecto, la información obtenida servirá de línea base para las condiciones del sitio del proyecto, de tal forma que los resultados aporten datos confiables para estimar el riesgo potencial que representaría la operación del proyecto para las distintas poblaciones de aves y quirópteros.

Los objetivos particulares del PMA del Proyecto CE 40 sureste I fase II son:

- Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación y de la legislación ambiental que aplique al proyecto.
- Minimizar las afectaciones al ambiente.
- Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acerca a un nivel crítico.
- Utilizar los resultados de la vigilancia para realizar ajustes, e implementar medidas adicionales en caso de ser necesario.

Este PMA deberá poner en práctica, revisar y mantener actualizada la política ambiental en la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto; con el fin de asegurar que el proyecto sea considerado ambientalmente satisfactorio.

El PMA, incluirá de forma sistematizada y calendarizada la ejecución, aplicación y análisis sistemático de todas las medidas de control, prevención y mitigación propuestas y las que establezca la autoridad, así como el monitoreo de los indicadores ambientales con el que se

valoren las mismas. El programa deberá complementarse con una descripción de las metodologías a seguir para llevar el seguimiento y en su caso, señalar los mecanismos de acción que desarrollará para atender impactos no previstos que pudieran presentarse por la realización de las obras y/o actividades involucradas en las diferentes etapas del proyecto.

Se deben elaborar Informes Técnicos Pormenorizados (ITP) cuya periodicidad establecerá la autoridad ambiental.

Con el ITP la autoridad ambiental contará con la información técnica que describe y valora la eficiencia y eficacia de la aplicación de las medidas de mitigación para el proyecto, con el fin de minimizar la tendencia de deterioro del ambiente, a través de un análisis integral del estado de conservación y /o alteración del ambiente.

Se elaborará y presentarán Informes Administrativos cuya periodicidad la indicara la autoridad ambiental (IA) de cumplimiento de las medidas de mitigación, en el cual se demuestre el avance de las gestiones administrativas y legales que se han realizado para el cumplimiento de las medidas de mitigación.

El PMA deberá incluir además de lo señalado en el Capítulo VI, todas aquellas restricciones de índole ambiental señaladas por la autoridad ambiental, y por la política ambiental de la empresa (condicionantes de la resolución de la DGIRA, Normas, Reglamentos, Sistema de control ambiental, etc.). Con el seguimiento de cada una de las medidas del Capítulo VI, se espera que:

- El grado de emisiones por el uso de maquinaria y vehículos esté por debajo de lo señalado en la normatividad ambiental.
- No se contamine el suelo por residuos peligrosos y no peligrosos.
- Se afecte en el menor grado posible a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se eviten al máximo procesos de erosión en la zona.
- Se reduzca la pérdida de individuos de fauna por atropellamientos, cacería y recolecta.
- Reducir el riesgo de choque o colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores.

Como primer paso para la integración del PMA, se especificará la estructura organizacional y las responsabilidades de cada uno de los participantes involucrados, tanto en la construcción

del proyecto (licitante ganador), como en la supervisión del programa (experto en supervisión ambiental).

Un aspecto importante para el funcionamiento adecuado del PMA es el desarrollo de mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento ambiental. En este sentido, el PMA, contempla la elaboración de un total de 16 fichas de seguimiento de la calidad ambiental, con un total de 52 medidas de mitigación, según la información presentada en los Capítulos V y VI de este estudio.

Las fichas son elaboradas en función de las actividades que realizará la empresa encargada del proyecto, la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, la frecuencia de realización de la actividad, la normativa aplicable y la evidencia que se presenta. Contienen información extraída del resumen de impactos y de las medidas de mitigación, así como las acciones a realizar para cumplir con cada una de las medidas propuestas, los indicadores de realización de efectos y los umbrales se presentan a continuación:

<b>Impacto potencial A): Emisiones y dispersión de gases contaminantes a la atmósfera.</b>	
<b>Etapa (1, 2, 3) : Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</b>	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Prevención y reducción Componente: Atmósfera Duración: Temporal	
M.	1. Elaborar un programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria. 2. Cumplir con las verificaciones vehiculares pertinentes de los vehículos automotores de diesel y gasolina; en su defecto, el mantenimiento del parque vehicular deberá estar al día, con base a las recomendaciones del fabricante.
I.R.	Seguimiento de la aplicación del programa de mantenimiento y cumplimiento de verificación vehicular, con evidencia documental.
I.E.	Cumplimiento del programa de mantenimiento y verificación vehicular.
U.A.	Proximidad a la fecha programada de mantenimiento y/o verificación vehicular para cada unidad
U.I.	Dispuesto en las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-050-SEMARNAT-1993.
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto: con base en el programa de mantenimiento y verificación vehicular.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Envío a mantenimiento fuera de programa



<b>Impacto potencial B): Emisión de partículas a la atmósfera.</b>	
<b>Etapas (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: Prevención y reducción Componente: Atmósfera Duración: Temporal	
M.	3. Moderar la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria, esta debe ser menor a los 30 km/h. 4. Colocar paralelo a los caminos interiores y de acceso al predio, señalización correspondiente al límite de velocidad máximo permitido que debe ser de 30 km/h. 5. Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente, entre el personal expuesto directamente a la emisión de polvos. 6. Humidificación de caminos.
I.R.	Operadores instruidos respecto al límite de velocidad, señalización colocada y personal utilizando equipo de seguridad.
I.E.	Respeto al límite de velocidad, cumplimiento de la señalización colocada y uso de equipo de seguridad.
U.A.	N.A.
U.I.	Establecido en la NOM-024-SSA1-1993
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial C):</b> Incremento en los niveles de ruido por uso de vehículos y maquinaria pesada.	
<b>Etapas (1, 2, 3):</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Prevención Componente: Atmósfera Duración: Temporal	
M.	7. Realizar un programa de monitoreo de ruido periférico en el sitio de ejecución del proyecto. 8. Moderar la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria, esta debe ser menor a los 30 km/h. 9. Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente, entre el personal expuesto al ruido constante.
I.R.	Operadores instruidos respecto al límite de velocidad y personal utilizando equipo de seguridad
I.E.	Respeto al límite de velocidad y cumplimiento con la NOM-081-SEMARNAT-1994
U.A.	Niveles de ruido en el rango 65 – 68 dB(A).
U.I.	Indicado en las normas, NOM-081-SEMARNAT-1994
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto, áreas pobladas mas próximas a las obras.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial D):</b> Modificaciones al relieve por las excavaciones y nivelaciones.	
<b>Etapa (1) :</b> Preparación del sitio	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: Prevención Componente: Geología Duración: Permanente	
M.	10. Restringir las excavaciones y movimientos de tierra exclusivamente dentro del área de influencia. 11. Restringir el despalme y la nivelación sólo a los sitios de las obras, es decir, donde se construirán las zapatas, subestación, caminos, cunetas, puntos de apoyo y derecho de vía de la Línea de enlace. 12. Las excavaciones y las actividades de nivelaciones del terreno, para el montaje de las estructuras de las torres, se restringirán a las plataformas de maniobras. 13. Fuera de las áreas de montaje de estructuras, caminos interiores, subestación, apoyos y puntos de apoyo de la Línea de enlace, se mantendrá en lo posible, una cubierta vegetal herbáceo y arbustivo.
I.R.	Cumplimiento de las especificaciones sobre excavaciones, despalmes, movimientos de tierra y nivelaciones.
I.E.	Minimización de efecto de excavaciones, despalmes, movimientos de tierra y nivelaciones.
U.A.	N.A.
U.I.	Rebasar el área de diseño correspondiente a las obras.
C.C.	Durante la etapa de preparación del sitio: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Áreas de excavación y movimiento de tierras de zanjas, cunetas, zapatas y buses.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial E):</b> Potencial contaminación del suelo	
<b>Etapas (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Prevención y reducción Componente: Suelo Duración: Permanente	
M.	<p>14. La carga de combustible se debe realizar en las estaciones de servicio de la región, el mantenimiento de vehículos, los cambios de aceites y lubricantes, se deben realizar fuera del área de influencia en talleres autorizados.</p> <p>15. De requerirse recarga de combustible, dentro del predio, para la maquinaria pesada, en particular de diesel, almacenar el combustible bajo techo y contar con previsiones para evitar la contaminación de suelo y agua, en caso de fuga o derrame.</p> <p>16. Capacitar al personal que labore en las obras, acerca del manejo adecuado de residuos peligrosos para evitar afectaciones al suelo.</p> <p>17. En caso de que ocurra un derrame accidental, deberá atenderse de inmediato usando material absorbente para evitar que se contamine mayor cantidad de suelo.</p> <p>18. Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejado conforme a lo estipulado en la normativa aplicable.</p>
I.R.	Restricciones en áreas de carga de combustible y mantenimiento. Almacenamiento adecuado de combustibles. Manejo y disposición de residuos adecuada. Capacitación del personal de la obra.
I.E.	Destino de áreas específicas para carga de combustible y manejo de residuos.
U.A.	N.A.
U.I.	Contaminación del suelo por derrame accidental de combustible y manejo inadecuado de residuos.
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Atención a la contingencia.

<b>Impacto potencial F):</b> Potencial contaminación por derrames o fugas accidentales de residuos domésticos y sanitarios generados por el personal.	
<b>Etapa (1, 2) :</b> Preparación del sitio y construcción	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: Prevención y reducción Componente: Agua Duración: Temporal	
M.	19. Los residuos sanitarios tendrán que ser captados en letrinas móviles y deberá realizarse su adecuada disposición final. 20. Los residuos sólidos domésticos se colocarán en contenedores con tapa, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los frentes de trabajo. Su disposición final se realizará donde indique la autoridad competente.
I.R.	Instalaciones de letrinas móviles y adecuadas, por genero y número (una letrina móvil por cada 20 personas del mismo genero); instalación y disposición de contenedores.
I.E.	Distribución y colocación adecuada de las letrinas en los frentes de trabajo, así como de los contenedores para residuos.
U.A.	Cercanía a fechas de incremento de personal.
U.I.	Insuficiencia del servicio.
C.C.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto, en áreas donde se realice manejo de residuos domésticos y sanitarios generados por el personal.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Suministro de letrinas y contenedores necesarios y/o aumento de la frecuencia de limpiezas.

<b>Impacto potencial G):</b> Potencial contaminación del agua por derrames accidentales de residuos peligrosos y no peligrosos y los generados por vehículos y maquinaria.	
<b>Etapa (1, 2) :</b> Preparación del sitio y construcción	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Prevención y reducción Componente: Agua Duración: Permanente	
M.	21. La carga de combustible se debe realizar en las estaciones de servicio de la región, el mantenimiento de vehículos, los cambios de aceites y lubricantes, se deben realizar fuera del predio en talleres autorizados. 22. De requerirse recarga de combustible, dentro del predio, para la maquinaria pesada, en particular de diesel, almacenar el combustible bajo techo y contar con previsiones para evitar la contaminación de agua, en caso de fuga o derrame. 23. Capacitar al personal que labore en las obras, acerca del manejo adecuado de residuos peligrosos para evitar afectaciones al agua. 24. Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejado conforme a lo estipulado en la normativa aplicable.
I.R.	Restricciones en áreas de carga de combustible y mantenimiento. Almacenamiento adecuado de combustibles. Manejo y disposición de residuos adecuada. Capacitación del personal de la obra.
I.E.	Destino de áreas específicas para carga de combustible y manejo de residuos.
U.A.	N.A.
U.I.	Contaminación del agua por derrame accidental de combustible y manejo inadecuado de residuos.
C.C.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Atención de la contingencia

<b>Impacto potencial H):</b> Modificación a la escorrentía superficial por la pérdida de cobertura vegetal, así como el posible desvío de cauces intermitentes por la construcción de caminos.	
<b>Etapas (1, 2) :</b> Preparación del sitio y construcción	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Corrección Componente: Agua Duración: Permanente	
M.	25. El arreglo del proyecto contempla el diseño y construcción de cunetas que permiten mantener en lo posible el patrón de drenaje natural, de requerirse se construirán alcantarillas o vados estrictamente necesarios para lograr lo anterior.
I.R.	Construcción de cunetas
I.E.	Mantener en lo posible el patrón de drenaje natural
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Áreas de escurrimientos superficiales intermitentes.
R.P.E.	Supervisores civil y ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial I):</b> Intervención de cobertura vegetal y hábitat para la fauna, provocada por el desmonte a matarrasa de caminos y plataforma de maniobras y áreas para los puntos de apoyo y apertura del derecho de vía de la línea de enlace.	
<b>Etapa (1,3) :</b> Preparación del sitio, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Compensación Componente: Flora (vegetación terrestre) Duración: Permanente	
M.	26. En caso de que en las áreas a intervenir por las obras, existan ejemplares que estén bajo el estatus de Protección especial, en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se considerara una medida compensatoria de reforestación. 27. En las zonas con elementos arbóreos sólo se eliminarán los árboles que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores. 28. Se deberá llevar un conteo de los árboles que eventualmente sean derribados y se acordará con la SEMARNAT las condiciones y sitio para realizar las actividades de compensación. 29. Permitir el restablecimiento de cobertura vegetal nativa, en las áreas de desmonte temporal después de ser abandonadas. 30. Al término de las obras en las áreas que se afectarán temporalmente, se aplicarán acciones de reforestación.
I.R.	Levantamiento y clasificación de los árboles a ser derribados
I.E.	Creación de áreas reforestadas indicadas por la autoridad.
U.A.	N.A.
U.I.	Rebasar el área de diseño correspondiente a las obras.
C.C.	Durante la etapa de preparación del sitio, con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto
M.U.A.	N.A.



<b>Impacto potencial J):</b> Afectación a la fauna en general y a individuos de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por atropellamiento y por eliminación de su hábitat, durante las actividades de desmonte y despalme.	
<b>Etapa (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Control, reducción y Compensación Componente: Fauna (vertebrados terrestres) Duración: Temporal	
M.	31. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se aplicará supervisión continua para evitar invasión de áreas fuera de las establecidas en el proyecto y la verificación de organismos en riesgo que puedan ser reubicados 32. Realizar recorridos periódicos en el derecho de vía de los caminos interiores (franja de 11 m) y derecho de vía de la línea de enlace (26 m), plataformas de maniobras, subestación, áreas de acceso de construcción, tendido de cable y puntos de apoyo de la LE, antes de iniciar las actividades de desmonte, para efectuar acciones de ahuyentamiento en caso de detectar individuos de alguna(s) especie(s) se procederá a su captura y liberación en alguna zona aledaña por personal técnico especializado que tenga cobertura vegetal. 33. En las áreas cubiertas por bosque tropical caducifolio y acahual que serán ocupadas por los aerogeneradores, la subestación, los caminos, derecho de vía, área de acceso de construcción y tendido de cable de la línea de enlace el desmonte se realizará de manera mecánica y con motosierras, en frentes de trabajo alineados y de manera progresiva y de preferencia moviéndose de las zonas de menor a las de mayor densidad de vegetación, para permitir el libre desplazamiento de la fauna. 34. Moderar la velocidad de los vehículos, menor a 30 km/h en caminos interiores, principalmente en las zonas aledañas al bosque tropical caducifolio y los acahuales. 35. En caso de atropellamiento accidental de algunos individuos, reportar al responsable ambiental de la obra, para su atención y/o implementación de las acciones a ejecutar, hasta que el individuo pueda ser liberado, guardando el registro fotográfico. 36. Se prohíbe el uso de fuego o productos químicos para el desmonte de la vegetación. Para este fin se realizara capacitación del personal en obra así como la implementación de señalética correspondiente. 37. Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de flora y fauna silvestre. Para este fin se realizará capacitación del personal en obra así como la implementación de señalética correspondiente. 38. Dar inducción y promover la conciencia ambiental al personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno. Esta actividad será realizada por personal técnico calificado. Esta calificación deberá demostrarse documentalmente.
I.R.	La ejecución de las actividades del desmonte conforme a la programación correspondiente, la restricción del límite de velocidad y capacitación al personal técnico y operativo.
I.E.	Rutas señalizadas con restricción de velocidad máxima, delimitación de áreas de trabajo y en su caso reubicación de individuos en zonas de condiciones similares.
U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial J):</b> Afectación a la fauna en general y a individuos de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por atropellamiento y por eliminación de su hábitat, durante las actividades de desmonte y despalme.	
<b>Etapas (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
U.I.	Rebasar el área de diseño correspondiente a las obras.
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto.
P.C.	Caminos interiores y de acceso al sitio del proyecto, con énfasis en áreas donde se realicen desmontes.
R.P.E.	Supervisor Ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	N.A.
<b>Impacto potencial K):</b> Pérdida de individuos por Colisión de aves residentes, migratorias y murciélagos con las estructuras de los aerogeneradores, las estaciones climatológicas y tramo de línea aérea de transmisión (TLAT).	
<b>Etapas (3) :</b> Operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Reducción, control y compensación Componente: Aves y murciélagos residentes y migratorios Duración: Permanente	
M.	39. Pintar las puntas de las aspas de aerogeneradores con franjas color naranja. 40. Instalar luces blancas estroboscópicas para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves de hábitos nocturnos y para aquellas especies (principalmente passeriformes) que migran por la noche. 41. Los aerogeneradores, pero principalmente los que queden en las zonas arboladas, sean pintados desde la base hasta una altura de 7 m, intercalando los colores en franjas de 1 m blanco-naranja. 42. Colocar disuasores en el cable de guarda y conductores de la línea aérea de transmisión para reducir la probabilidad de colisión de aves. 43. Programa de monitoreo de aves y murciélagos apoyado en el uso de radar y equipo de grabación ultra-acústica para conocer las alturas de vuelo y el comportamiento de las especies con respecto a las instalaciones del proyecto (aerogeneradores, torres meteorológicas y Línea de enlace). 44. Construcción y operación de una torre de observación para apoyar las actividades de muestreo durante del programa de monitoreo. 45. Efectuar la medición de los niveles de ruido conforme a los que establece la NOM-081-SEMARNAT-1994, adicionalmente deberá analizar si existirán efectos adversos sobre las poblaciones de aves y murciélagos existentes (residentes y migratorias), con ayuda de experiencia, reportes científicos y evidencias publicada en la literatura especializada. 46. Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georeferencia), la presencia de aves y murciélagos muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos dos grupos de vertebrados dentro de la central eólica. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las

<b>Impacto potencial J):</b> Afectación a la fauna en general y a individuos de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por atropellamiento y por eliminación de su hábitat, durante las actividades de desmonte y despalme.	
<b>Etapa (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
	<p>especies de aves carroñeras</p> <p>47. Mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (zapatas); en caso de que el área de zapatas sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. Tanto el área de zapata las plataformas de maniobras deben mantenerse libres de carroña.</p> <p>48. Instalar torres meteorológicas que prescindan de tensores para su instalación.</p> <p>49. Durante la operación, cuando se detecte la presencia de carroña (ganado vacuno, caballo, asnal y perros muertos entre otros), esta se debe tapar con cal y posteriormente se debe remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo</p> <p>50. Con base en un mecanismo de alerta temprana (radar), detectar grupos de aves migrando en dirección de la Central y realizar paros temporales de los aerogeneradores, para evitar en la medida de lo posible colisiones masivas de aves.</p> <p>51. Dentro del Programa de Manejo Ambiental (PMA), verificar que se incluya de forma sistematizada y calendarizada la ejecución, aplicación y análisis sistemático de todas las medidas de control, prevención y mitigación propuestas encaminadas en proteger y conservar aquellas especies que se encuentren en algún estatus de protección</p>
I.R.	Programa de Manejo Ambiental e implementación de un mecanismo de alerta temprana. Aplicación de medidas disuasoras
I.E.	Minimización de colisiones.
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	Durante las etapas de operación y mantenimiento.
P.C.	Sitio de proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental de la etapa operativa.
M.U.A.	N.A

<b>Impacto potencial L):</b> Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2010.	
<b>Etapa (3) :</b> Operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alarma	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: Compensación Componente: Fauna (vertebrados terrestres) Duración: Temporal	
M.	Se atiende con las medidas recomendadas para el impacto J y K (34, 35, 37, 38-49 y 51).
I.R.	Programa de Manejo Ambiental e implementación de un mecanismo de alerta temprana. Aplicación de medidas disuasoras.
I.E.	Fauna afectada en la menor medida posible.
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental de la etapa operativa.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial M):</b> Impacto visual (calidad del paisaje)	
<b>Etapas (2, 3) :</b> Construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alarma	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: Reducción Componente: Paisaje Duración: Permanente	
M.	52. Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.
I.R.	Creación de áreas verdes en las instalaciones técnico-administrativas.
I.E.	Reducción del impacto visual del proyecto.
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial N):</b> Generación de empleos en la región, por la contratación de mano de obra no calificada.	
<b>Etapa (1, 2) :</b> Preparación del sitio y construcción	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alarma	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: N. A. (Impacto positivo) Componente: Socioeconómico Duración: Temporal	
M.	53. Contratar mano de obra no calificada dando preferencia a la población local.
I.R.	N.A.
I.E.	N.A.
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	N.A.
P.C.	Sitio del proyecto.
R.P.E.	N.A.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial O):</b> Incremento en la derrama económica local por la presencia de personal y arrendamiento de tierras.	
<b>Etapa (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alarma	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: N. A. (Impacto positivo) Componente: Socioeconómico Duración: Temporal	
M.	N.A. (Sin medida de mitigación recomendada, se trata de un impacto positivo). Considerar la medida recomendada para el impacto O (53).
I.R.	N.A.
I.E.	N.A.
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	N.A.
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	N.A.
M.U.A.	N.A.

<b>Impacto potencial P): Migración</b>	
<b>Etapas (1, 2, 3) :</b> Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
Abreviaturas a los criterios de evaluación para las medidas de mitigación.	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alarma	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisibles	N.A. – No aplica
Medida: N. A. (Impacto positivo) Componente: Socioeconómico Duración: Temporal	
M.	N.A. (Sin medida de mitigación recomendada, se trata de un impacto positivo). Considerar la medida recomendada para el impacto O (53).
I.R.	N.A.
I.E.	N.A.
U.A.	N.A.
U.I.	N.A.
C.C.	N.A.
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	N.A.
M.U.A.	N.A.



## **VII.4.1 Programa de Manejo Ambiental**

### **VII.4.1.1 Seguimiento del Programa de Manejo Ambiental**

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa que se encargará de realizar visitas periódicas al sitio del proyecto, para verificar el cumplimiento del Programa. Para llevar a cabo este seguimiento es necesaria la presencia de un asesor de campo residente en el sitio de obra, que realice las siguientes funciones:

Inspección diaria en las diferentes áreas de construcción, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y construcción del proyecto. La inspección se debe centrar, entre otros, en los siguientes aspectos:

- El seguimiento se deberá realizar con el apoyo de las fichas.
- Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el proyecto.
- El asesor de campo debe tener amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiente para el proyecto.
- Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.
- Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.
- Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
- Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normativa ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el proyecto.
- Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyado con evidencias escritas y fotográficas.
- Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del Programa de Manejo Ambiental de CE Sureste I Fase II, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA, leyes ambientales, normatividad, políticas de CFE, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al proyecto.
- Mantener actualizada la información relativa al proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. Requeridos durante la supervisión del proyecto.

Puesto que la colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores y el tramo de la línea aérea de transmisión se consideran como uno de los impactos potenciales más relevante del proyecto, se deberá elaborar un programa de monitoreo específico. Este programa de monitoreo deberá aplicarse de manera anual durante por lo menos los siguientes cinco años de iniciadas las operaciones de la central. Con este tipo de monitoreo se podrá determinar el verdadero impacto de la central al describir tendencias de riqueza, abundancia y diversidad de aves y murciélagos y número de muertes por colisión contra los aerogeneradores.

Basados en Programas utilizados en centrales eólicas de México, y en otros como los que se aplican en Canadá (CWS 2007) y España (Atienza et al. 2008) se propone la siguiente estructura del programa con los componentes básicos que se deben aplicar para recabar información de calidad respecto a las interacciones de aves y murciélagos con el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

#### VII.4.2.1 Objetivo General

Garantizar la aplicación de las medidas de mitigación establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental, términos y condicionantes que determine la SEMARNAT en el resolutivo en materia de impacto ambiental para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II; evaluar la eficacia de su aplicación y de ser necesario, establecer medidas adicionales.

#### **VII.4.2.2 Objetivos Particulares**

Entre otros objetivos se indican los siguientes:

- Monitorear los parámetros sobre diversidad y abundancia de las especies de aves que se distribuyen por el predio.
- Continuar con la descripción del fenómeno migratorio que se presenta en el predio y su área de influencia enfocándose en parámetros como composición, patrones de vuelo y probabilidades de riesgo de colisión con los aerogeneradores del parque.
- Identificar los accidentes ocasionados por los aerogeneradores hacia la fauna voladora (aves y murciélagos) con las estructuras del parque eólico.
- Caracterizar la fauna nidificante en las proximidades del parque eólico.
- Tipificar situaciones de alto riesgo de colisión de fauna voladora (aves y murciélagos) con las estructuras del parque eólico.
- Corroborar patrones de vuelo y uso del hábitat de las especies de murciélagos.

#### **VII.4.2.3 Métodos de estudio que se aplicaron en la etapa en pre-construcción para el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II**

Entre otros, los parámetros más importantes monitoreados: distribución y abundancia de las especies, direcciones y comportamientos de vuelo, actividad reproductiva, presencia/ausencia de especies frágiles o vulnerables y temporalidad del fenómeno migratorio. A continuación se mencionan los métodos y técnicas que se utilizaron en el monitoreo.

### **VII.4.2.3.1 AVES**

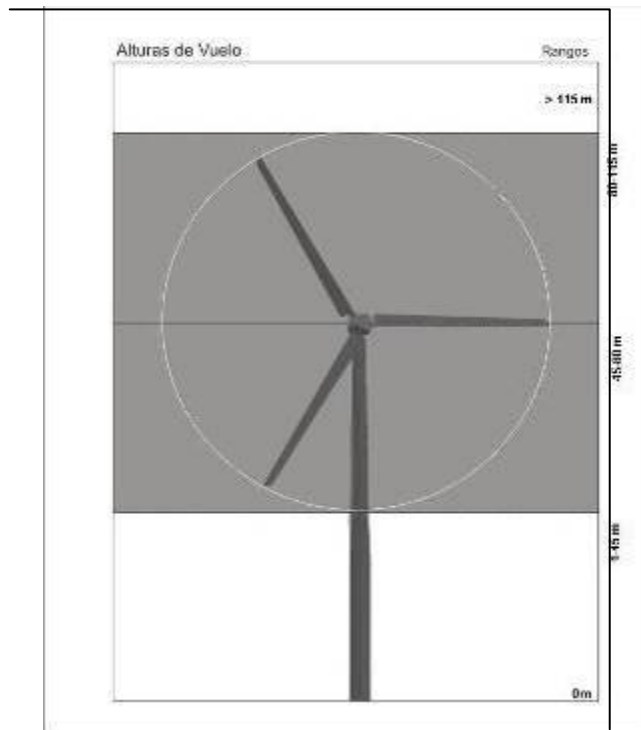
#### **Estación de conteo**

El método para el conteo de aves rapaces y acuáticas consistió en observaciones directas en el área de la central donde serán instalados los aerogeneradores. Las aves migratorias que se detectaron se identificaron con ayuda de binoculares y telescopio, fueron contadas y registradas, colocándolas en el espacio de la hora correspondiente, utilizando la clave del nombre de cada especie y escribiendo el número de individuos. Se usaron guías de identificación de aves (e. gr. Howell y Webb [1995]), Sibley [2000] y National Geographic Society [2001]. Por periodos de una hora, el observador tomó datos con respecto a las condiciones atmosféricas como velocidad y dirección del viento, porcentaje del cielo cubierto por nubes y tipo de nubes (cirrus, cúmulos, estratos y nimbus), temperatura ambiental y visibilidad en kilómetros, así como también el número de observadores y los minutos observados durante la hora. En las épocas de migración, algunas veces los grupos de aves son muy numerosos por lo que se requiere el uso de contadores manuales para facilitar el conteo y hacerlo lo más exacto posible.

#### **Estimación de la probabilidad de que un ave presente riesgo de colisión durante el vuelo.**

Con base a los datos obtenidos. Se establecieron cuatro categorías de altura. A todas las aves observadas se les asignó una categoría de altura de vuelo: 1= debajo del punto más bajo del aspa, 2 = entre el punto más bajo del aspa al centro del rotor, 3 = del centro del rotor al punto más alto del aspa y 4 = Alturas arriba de las aspas. Siendo que la segunda y la tercera categoría corresponden a la altura a la que se localizan las aspas de los aerogeneradores, estas se consideraran como la zona de mayor riesgo de colisión.

Básicamente, la probabilidad de que un ave vuele a una altura de riesgo se compone del producto de dos probabilidades: 1) la probabilidad de que un ave que entra a la región sobrevuele el parque eólico y 2) la probabilidad de que las aves que entren al parque vuelen en las categorías de vuelo 2 ó 3, (Figura VII-10).



**Figura VII-10.** El diagrama muestra las alturas de vuelo en aerogeneradores de 115 m, establecidas en función del riesgo de colisión para las aves.

### Puntos de conteo

El método de puntos de conteo se usó para determinar densidades aparentes y medidas de diversidad de las aves en una forma muy puntual. Por otro lado, permitió seguir patrones de abundancia de las especies que fueron detectadas.

Los puntos de conteo constituyen el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos, hábitat y principalmente a la utilidad de los datos obtenidos. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie.

El observador debe permanecer en un punto fijo, previamente establecido, registrando todas las aves observadas y escuchadas en un área de radio de 25 m, durante un periodo de censo de 5 minutos por punto muestreado (Ralph et al.1996).

Cada observador contó con binoculares, un formato para registro de datos, lápiz, reloj con segundero y un GPS con la ubicación exacta de los puntos de conteo. Los puntos fueron ubicados en cada tipo de hábitats para lograr una mayor representatividad.

### **Radar ornitológico**

El uso del radar ha probado ser una herramienta útil para detectar, monitorear y cuantificar los movimientos de aves (Cooper, 1991; Cooper, 1995, Gauthreaux, 2003; Larkin, 2005) ya que tiene un gran rango de acción y no depende de condiciones especiales para ser útil, lo que lo convierte en el medio más versátil para estudiar el comportamiento migratorio (Alerstam, 1972; cit. por Larkin et al, 1978) Un radar emite pulsos de radiación electromagnética en un rayo que es reflejado por los objetos con los que hace contacto (Cooper, 1995) y usa la misma antena para enviar y recibir la señal (Larkin, 2005).

Su principal ventaja es que permite medir distancias y detecta casi el 100% de las aves que pasan por su rayo en un rango de 0.5 a 3 km. (Liechti *et al*, 1995), además que detecta aves que pueden ser perdidas por observadores visuales al volar muy alto o a grandes distancias (Cooper, 1991), también permite obtener información sobre los movimiento migratorios nocturnos, cuando no es posible usar métodos de observación convencionales. Sin embargo, una limitación de los radares es que no son capaces de asociar los ecos producidos para identificar especies con precisión (Flock, 1973), por lo que a los objetos detectados se les llama *blancos*.

Para el monitoreo realizado se utilizo un radar marino de banda X Furuno Modelo *FR-1525 Mark 3* (Furuno Electric Co., Nishinomiya, Japón) que transmite con una frecuencia de 9.410 Mhz +/- 30 Mhz.

Esta herramienta se uso en modos de operación horizontal y vertical: en el primero el radar escanea los alrededores de la estación y manualmente se colecta información como direcciones y velocidades de vuelo, además se realizo un conteo de los blancos detectados para posteriormente estimar la Tasa de Flujo Migratorio (TFM); por otro lado, en el modo vertical se midieron las alturas y velocidades de vuelo usando una línea índice del monitor. Todos los datos se capturaron manualmente en una computadora portátil.

Cada una de las sesiones de monitoreo se integró de la siguiente manera:

- Modo horizontal:
  - 10 minutos para coleccionar datos meteorológicos y ajustar detalles necesarios para la toma de datos
  - 10 minutos de conteo de todos los blancos
  - 15 minutos muestreo de velocidad y dirección de vuelo
- Modo vertical:
  - 10 minutos para coleccionar datos meteorológicos y ajustar detalles necesarios para la toma de datos (e.g. cambio de posición de la antena)
  - 15 minutos de muestreo de la velocidad y altura de vuelo.

### **Búsqueda de nidos**

La búsqueda de nidos se diseñó tomando en cuenta las características específicas del sitio (vegetación, accesibilidad, seguridad y representatividad del hábitat). Las técnicas y precauciones empleadas provienen de Martin y Geupel (1993).

A cada nido localizado se le asignó un código único y se llenó una bitácora de registro en la cual se anotaron las coordenadas del nido, especie a la que pertenece (en caso de ser identificada), nombre de la planta en la que se encuentre, altura a la que se encontró el nido, diámetro de la planta a 25 cm del suelo, ubicación del nido con respecto al tronco, entre otras características del nido.

#### **VII.4.2.3.2 MURCIÉLAGOS**

Se realizó un monitoreo. El cual permitió describir los patrones básicos de la comunidad como: diversidad y abundancia, gremios alimenticios, pero principalmente patrones de altura de vuelo y descripción del uso del hábitat (Morrison y Sinclair 2004).

El monitoreo incluyó: descripción del hábitat, redeo y grabaciones ultra acústicas.

##### **Métodos de detección ultra acústica**

Esta detección sirvió para monitorear la presencia de murciélagos, patrones de actividad y abundancia relativa. Se enfatizó la abundancia relativa, porque como sucede con los censos de llamados en aves, la reciente tecnología que se usa durante los monitoreos acústicos no pueden determinar el número de individuos detectados; y solo pueden detectar eventos de detección, también llamados pases. Un pase de murciélago se define como una secuencia de > 2 llamados de ecolocalización, con cada secuencia, o pase, separados por un segundo (Fenton 1970, Thomas y West 1989, Hayes 1997). Los pases de murciélagos son comúnmente usados como un índice de actividad y abundancia, pero es importante recalcar que ellos no indican el número de individuos. Cien diferentes murciélagos de la misma especie pasando cerca de un detector de murciélagos son generalmente indistinguibles de un solo murciélago que pasa y pasa 100 veces enfrente de un detector. De esta manera los datos provenientes de un monitoreo acústico de murciélagos puede únicamente proveer índices poblacionales aproximados sobre patrones de actividad y abundancia (Hayes 2000).

##### **Método de redeo**

Se empleo para detectar principalmente aquellas especies que emiten a baja intensidad y que por lo tanto no pueden ser registrados por los detectores de murciélagos. Teniendo al murciélago en la mano se tiene una mayor confiabilidad en la determinación de las especies. Además, se puede registrar información valiosa que de otro modo no se puede determinar. Esta información incluye aspectos demográficos y biológicos como proporción de hembras y machos, estado reproductivo, clases de edades, y patrones de actividad.

Se llevaron a cabo sesiones de redeo de murciélagos en cada uno de los hábitats presentes en el sitio del proyecto. Se emplearon ocho redes de niebla en cada punto de muestro.



#### **VII.4.2.4 Monitoreos post-construcción para el proyecto 40 CE Sureste I**

Estos monitoreos deberán enfocarse en corroborar los impactos establecidos en la MIA, evaluar la eficacia las medidas de mitigación.

##### **VII.4.2.4.1 Aves**

###### **Estación de conteo**

El método para el conteo de aves rapaces y acuáticas consiste en observaciones directas en el área de la central donde estarán instalados los aerogeneradores. Las aves migratorias que se detecten se identificarán con ayuda de binoculares y telescopio, serán contadas y registradas, colocándolas en el espacio de la hora correspondiente, utilizando la clave del nombre de cada especie y escribiendo el número de individuos. Es indispensable el uso de guías de identificación de aves (e. gr. Howell y Webb [1995]), Sibley [2000] y National Geographic Society [2000]). Por periodos de una hora, el observador tomará datos con respecto a las condiciones atmosféricas como velocidad y dirección del viento, porcentaje del cielo cubierto por nubes y tipo de nubes (cirrus, cúmulos, estratos y nimbus), temperatura ambiental y visibilidad en kilómetros, así como también el número de observadores y los minutos observados durante la hora. En las épocas de migración, algunas veces los grupos de aves son muy numerosos por lo que se requiere el uso de contadores manuales para facilitar el conteo y hacerlo lo más exacto posible.

###### **Estimación de la probabilidad de que un ave presente riesgo de colisión durante el vuelo**

En este método se logrará calcular una probabilidad de riesgo utilizando información sobre alturas de vuelo. Es importante realizar este método por lo menos dos años después inmediatamente de la construcción de la central eólica para poder registrar posibles cambios en los patrones de vuelo de las aves y determinar la respuesta a la instalación de los aerogeneradores. El monitoreo de las probabilidades de riesgo de colisión ayuda a responder estos cuestionamientos.

###### **Puntos de conteo**

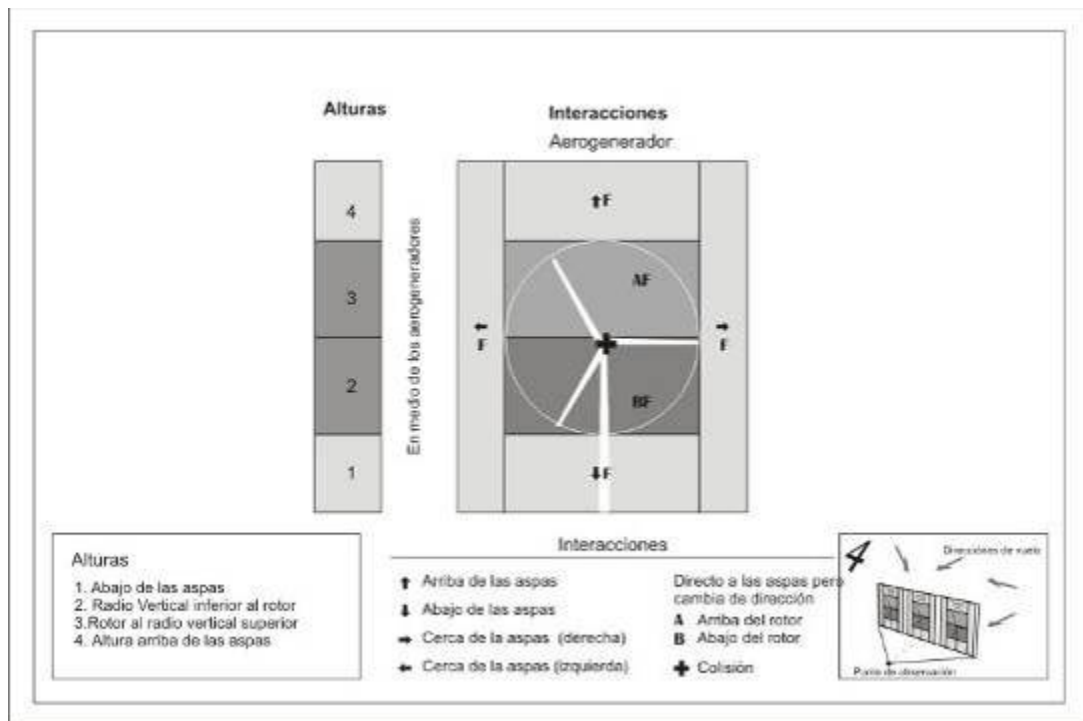
Este método servirá para corroborar la riqueza y diversidad de las aves que se distribuyen por el área de influencia donde se encontrará instalado el parque eólico. Para ello se deben utilizar los mismos procedimientos de monitoreo aplicados en los mismos puntos de conteo establecidos en la etapa previa a la construcción del proyecto. El monitoreo de estos

parámetros dará una idea sobre el verdadero efecto de la instalación de los aerogeneradores sobre la avifauna del sitio.

### Monitoreo de las interacciones de las aves con los aerogeneradores

Este método servirá para evaluar la forma como la avifauna interactúa con los aerogeneradores, se realizarán estudios puntuales alrededor de tripletes de aerogeneradores, formados por un aerogenerador que funcionará como “focal” y dos aerogeneradores “adyacentes” al denominado focal. Un observador se colocará justo enfrente del aerogenerador “focal” a una distancia que le permita observar las trayectorias de vuelo de las aves con respecto a las diferentes áreas de interacción del triplete (Figura VII-11). El monitoreo de las interacciones se realiza durante periodos de 30 minutos, en los cuales se identifican, cuentan y registran todas las aves que cruzan o se acercan significativamente al triplete que se está monitoreando.

Para este método específico se utilizan formatos diseñados especialmente para la toma de información de uso del espacio aéreo.



**Figura VII-11. Diagrama que ilustra el método para realizar el monitoreo de las interacciones en el parque eólico.**

La información que se obtiene con este método incluye, especies de aves que más interactúan con los aerogeneradores, patrones y comportamientos de vuelo y con ello se pueden identificar a los aerogeneradores o grupo de ellos dónde hay una mayor concurrencia de aves. Esta información junto con la que se obtenga durante la búsqueda de cadáveres ayudara a identificar aquellos aerogeneradores que estén ocasionando mayores colisiones y con esto poder diseñar medidas de mitigación para reducir o eliminar estos impactos como sería el paro temporal de los aerogeneradores involucrados o la implementación de medidas adicionales a las ya establecidas.

### **Monitoreo con radar de los desplazamientos de aves**

El empleo del radar ayudará a realizar una mejor descripción del fenómeno migratorio que se presenta por el sitio, principalmente para la migración nocturna. El monitoreo con esta herramienta es igual al implementado durante la etapa de pre-construcción.

### **Transectos para búsqueda de cadáveres (fauna accidentada)**

Uno de los impactos potenciales negativos asociados al establecimiento de parque eólico es la muerte de aves y murciélagos por colisión con los aerogeneradores. Se ha mencionado que los parques eólicos provocan menos muertes de colisión que otras estructuras de origen antropogénico como lo son las torres de radiocomunicación, edificios, supercarreteras entre otras. Sin embargo, es importante estimar realmente el número de colisiones que se están produciendo en un parque. Con esta información se pueden detectar áreas conflictivas ó aerogeneradores que por alguna razón estén provocando más colisiones de aves y murciélagos. Hacer predicciones basados en este tipo de información representa un reto, principalmente por la dificultad de establecer factores de corrección asociados a la eficiencia de los buscadores de cadáveres y por la remoción de los carroñeros que hacen difícil realizar estimaciones reales del numero de colisiones que se producen en un sitio dado.

En este sentido, dentro del programa de vigilancia además de realizar búsquedas sistemáticas de cadáveres, se deben diseñar e implementar experimentos para determinar las tasas de eficiencia de los buscadores y la tasa de remoción de cadáveres por carroñeros para poder hacer una estimación sobre el número de cadáveres por aerogenerador o por MW producidos.

### **Búsqueda de cadáveres**

Se realizarán búsquedas sistemáticas de "fauna accidentada" a través de transectos durante todo el año y con especial atención durante las estaciones de migración de aves, primavera y otoño. Las búsquedas sistemáticas consistirán en cubrir el área cercana al aerogenerador de aproximadamente 50 metros, en la cual pudieran encontrarse restos de individuos o ejemplares completos después de un impacto con las aspas o las torres de los aerogeneradores. El área se puede recorrer entre cuatro y seis personas, dependiendo de la disponibilidad de personal. Lo importante es que se cubra toda el área antes señalada. Entre más personas participen la actividad se realiza con mayor eficiencia. A los sitios con vegetación muy densa se les debe dar un especial tratamiento. Todos los cadáveres localizados de aves y murciélagos deberán de ser georeferenciados para determinar la distancia desde el lugar donde se localizaron al aerogenerador más cercano para establecer cuales podrían ser los aerogeneradores que presenten más problemas de colisiones.

### **Estudios de Error**

La búsqueda y encuentro de cadáveres, están sujetos a varias fuentes de error relacionadas con la dificultad de encontrar los cadáveres en el campo. Para reducir estas fuentes de incertidumbre se deben realizar diversos estudios que permitan establecer por lo menos la tasa de remoción de cadáveres por carroñeros y la tasa de detección de cadáveres por los observadores, las tasas que se deben estimar son:

- Tasa de remoción de cadáveres por carroñeros
- Tasa de detección de cadáveres por parte de los buscadores.

### **Monitoreo de la actividad reproductiva de las aves residentes**

Se considera como localización de avifauna nidificante a la localización de nidos (activos o abandonados), detección del comportamiento (vuelos de cortejo y selección de lugar de nidificación) que surgiera la futura reproducción de la pareja en las proximidades de la central eólica, en caso de que estas situaciones sean confirmadas se debe diseñar un procedimiento para evitar poner en riesgo el existo reproductivo de las especies por disturbios ocasionados por las trabajos cotidianos de operación y mantenimiento del parque.

### **Búsqueda de nidos**

Consiste en hacer lo mismo que se describió previamente en la construcción del proyecto con la misma finalidad. Una de los objetivos principales de esta actividad, en la etapa de post-construcción, es ubicar los nidos que estén más propensos a disturbio por parte del personal de la central debido a su proximidad a las áreas de mantenimiento. El equipo de vigilancia encargado de ejecutar este programa de monitoreo debe implementar un procedimiento que minimice la pérdida de nidos o de crías por causa de disturbios asociados a las labores de mantenimiento de la central.

### **Búsqueda de Carroña**

La presencia de carroña puede crear situaciones de riesgo para las aves, principalmente para las aves carroñeras. Considerando que el predio de la CE sureste I Fase II está constituido aproximadamente por el 74,75% de áreas agropecuarias, es muy probable que por diferentes circunstancias puedan aparecer cadáveres de animales que atraigan a las aves carroñeras. Si estos cadáveres caen en el área de influencia de un aerogenerador, esto puede originar una situación de riesgo.

Por lo anterior el equipo de vigilancia se encargará de aplicar un procedimiento de remoción una vez que se haya identificado un cadáver dentro de la central eólica. El procedimiento de remoción se debe ejecutar lo más rápido posible para reducir el riesgo de colisión de las aves.

Para esta actividad se deben programar recorridos permanentes para detectar a tiempo presencia de carroña, el equipo de vigilancia solicitará al personal de la central eólica la parada temporal de la/s máquina/s que estén siendo identificadas como situación de riesgo.

#### **VII.4.2.4.2 MURCIÉLAGOS**

##### **Método de detección ultra-acústica**

Este método fue descrito anteriormente y las sesiones de grabación se realizarían preferentemente utilizando los mismos transectos realizados en el monitoreo previo a la construcción del proyecto. Ya con los aerogeneradores instalados, se puede agregar una nueva modalidad donde se seleccionen aerogeneradores al azar y se realicen grabaciones para determinar el grado de actividad ya con la central funcionando.

##### **Método de redeo**

Su implementación durante la fase de post-construcción tendrá la ventaja de contar con los aerogeneradores como referencia para estimar las alturas a las que están volando los murciélagos. Lo anterior aumentará la precisión de las medidas y se podrán realizar mejores aproximaciones de las interacciones de los murciélagos con los aerogeneradores. Los parámetros establecidos en la etapa de pre-construcción son los que se monitorearán en esta fase del programa.

##### **Búsqueda de refugios**

Para localizar sitios potenciales que sean utilizados por los murciélagos como refugios, se deben realizar entrevistas con informantes de la localidad. La finalidad de ubicar estos sitios es para verificar la presencia de los murciélagos y, en su caso, determinar la composición de especies que utilice, en caso de ser así, los refugios encontrados. Para capturar a los murciélagos dentro de los refugios se utilizará una trampa de golpe y redes de niebla colocadas en la entrada de estos sitios. La ubicación de sitios potenciales de refugios se complementará con recorridos de inspección dentro del predio donde se ubica la parque eólico, en busca de algún indicio (e. gr. guano acumulado en el piso y en las paredes, restos de insectos, cadáveres de individuos de crías y adultos y otros) de que los murciélagos estén utilizando alguna estructura del complejo eólico.

##### **Mecanismo de evaluación y seguimiento del programa de monitoreo**

El programa de monitoreo debe contar con un mecanismo de evaluación y seguimiento para poder medir el impacto de su ejecución. El programa de monitoreo debe garantizar la generación de información de primera mano que facilite el proceso de toma de decisiones orientadas a disminuir los impactos ambientales de la central eólica, principalmente sobre las

aves y los murciélagos. La información que se genere debe ser analizada y sistematizada constantemente y difundida de manera clara y detallada entre los responsables de mantener y operar el la central.

Una manera eficiente de difundir la información es a través de indicadores que tienen la característica de resumir una buena cantidad de información en un solo dato que puede ser interpretado de manera relativamente fácil. Una de las principales ventajas de los indicadores es que con estos se pueden establecer tendencias y con ello construir escenarios, en este caso, sobre el comportamiento de las aves y los murciélagos durante la etapa de operación de parque. Es de particular interés el monitorear algunas tendencias de aquellos procesos que involucren un fuerte impacto sobre estos grupos de organismos, como lo es el número de colisiones. Detectar a tiempo un aerogenerador o un grupo de ellos que están matando a muchas aves ó murciélagos permitirá tomar una decisión rápida para detener temporalmente o removerlo definitivamente para reducir este tipo de impacto.

El seguimiento a las actividades de monitoreo debe de estar a cargo de un equipo de personas que tendrá la responsabilidad de ejecutar los métodos propuestos en este programa para recabar, sistematizar, analizar y esbozar conclusiones que deberán ser entregados a los tomadores de decisiones de la central. Lo anterior se debe de hacer por medio de informes, trimestrales, semestrales o anuales, que en todo caso deberán contener toda la información generada durante la aplicación de presente programa de monitoreo.

## **VII.5 Evaluación de alternativas**

Desde el punto de vista ambiental, la construcción y operación del Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, de hecho representa y se considera como una excelente alternativa para la generación de energía limpia a nivel nacional, a través de una fuente completamente renovable como lo es el viento, que permitirá evitar la emisión de una importante cantidad de gases de efecto invernadero asociados a combustibles fósiles, en un escenario probado a través de los resultados obtenidos con las centrales eólicas actualmente en operación.

Considerando las características de diseño del proyecto 40 CE Sureste I Fase II, no se puede inferir que otra alternativa más eficiente para aprovechar este recurso natural de la porción noroeste del Istmo de Tehuantepec.

## **VII.6 Conclusiones**

La puesta en marcha del proyecto 40 CE Sureste I Fase II contribuirá a satisfacer la creciente demanda de suministro energético en la región, y por lo tanto coadyuvará en el abasto del suministro a nivel nacional.

Se considera que la ejecución del proyecto beneficiará a las poblaciones cercanas al proyecto, debido a la derrama económica por la contratación de mano de obra local, consumo de alimentos, combustible y materiales para la construcción, así como por el pago de derechos por la renta que percibirán durante la operación del proyecto, lo que significará ingresos a largo plazo para los ejidatarios cuyos terrenos sean ocupados para instalar la infraestructura del proyecto.

Desde el punto de vista ambiental, el sitio donde se pretende ubicar el Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, no representa un sitio de gran valor paisajístico. Sin embargo en el área de influencia se encuentran comunidades vegetales en diferentes etapas sucesionales y grados de perturbación, que se han ido transformando paulatinamente, a causa del cambio del uso del suelo, pasando de bosque tropical caducifolio a áreas de uso agrícola.

Las unidades ambientales naturales con mayor cobertura en el SAR (23 032,61 ha), son el bosque tropical caducifolio (8 154,94 ha), pastizal (5 225,46 ha), acahual de BTC (4 500,37 ha), áreas agrícolas (4 264,68 ha), bosque tropical subcaducifolio (536,02 ha), áreas urbanas (174,51 ha), ripario (171,53 ha) y por último de suelo desnudo (5,30 ha).

Las unidades ambientales naturales con mayor cobertura en el área de influencia (894,50 ha), son las áreas agrícolas, con 491,47 ha (54,94%), seguido por el pastizal con 171,88 ha (19,22%), mientras que el acahual bosque tropical caducifolio ocupa 124,17 ha (13,88%), y el bosque tropical caducifolio conservado le corresponden 101,68 ha (11,37%), por último esta el suelo desnudo con 5,30 ha (0,59%). De esas unidades, la construcción del proyecto solo afectará un total de 2,37% (21,19 ha) en el área de influencia, que corresponden a 12,58 ha de terrenos agrícolas, 1,43 ha de bosque tropical caducifolio, 2,27 ha de acahual de bosque tropical caducifolio, y 4,91 ha de pastizal, lo que representa un impacto menor en comparación con los usos extractivos que los pobladores hacen de los recursos.

Es importante mencionar que en la región del Istmo de Tehuantepec convergen tres de las cuatro grandes rutas migratorias que provienen de Norteamérica y viajan hacia México,



Centro y Sudamérica siendo estas la Ruta Oceánica del pacífico, Ruta de la costa del Pacífico y Ruta de las Grandes Planicies y las Montañas rocosas. Estas rutas atraviesan la región del Istmo del Tehuantepec registrándose en este y otros estudios realizados previamente la presencia de un número elevado de especies, lo cual indica que el Istmo, una de las zonas de migración de aves más importantes a escala mundial, en la cual se han registrado grandes cantidades de aves durante la migración principalmente en otoño. En este contexto al oeste del área de influencia se encuentran tres rutas establecidas, además se registraron tres rutas de grupos de aves, dos dentro del Área de Influencia que corresponden a *Buteo swainsoni* y gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) que atraviesa el área de influencia de sureste-noroeste, esta dirección se debe a que el muestreo se realizó en época de primavera, que como sabemos las aves migran de sur a norte, sin que el proyecto represente riesgo a esta especie, como se determinó en el capítulo V de esta manifestación de impacto ambiental, la tercera se registró al noreste del predio aproximadamente a 2 km del límite del predio, la cual corresponde a *Cathartes aura*, por lo que la instalación de la central eoloeléctrica no representaría peligro alguno.

Se tiene registrado un total de 627 especies de vertebrados con distribución potencial; en la región del Istmo de Tehuantepec, de los cuales corresponden a 388 especies de aves, 114 especies de mamíferos, 99 reptiles y 26 anfibios. Para el SAR, se registraron 288 especies de aves, 69 especies de mamíferos, 58 especies de reptiles y 16 especies de anfibios. En este sentido en el área de influencia del Proyecto 40 CE sureste I Fase II se registraron 85 especies de aves, 20 especies de mamíferos, nueve especies de reptiles y dos especies de anfibios; dando un total de 116 especies de vertebrados, de las cuales nueve están catalogadas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el área de influencia el grupo que presentó mayor riqueza de especies fue el de las aves, la mayoría de las especies presentan amplia distribución geográfica en México, pero también se obtuvo registros de *Ortalis poliocephala*, *Trogon citreolus* y *Passerina leclancherii* endémicas de México y *Peucaea sumichrasti* endémicas de la región. Esta última y las aves rapaces, pueden ser consideradas como las aves más frágiles en el área de influencia, ya que las rapaces son especies con bajos niveles de fecundidad y que suelen presentar densidades muy bajas.

El segundo grupo en abundancia registrada en el área de influencia, fueron los mamíferos, pero en términos generales, las especies de mamíferos que se encuentran en el SAR presentan amplios rangos de distribución geográfica, algunas estando asociadas a ambientes perturbados.

Finalmente, de la herpetofauna registrada en el área de influencia apenas representó el 8,8% de las 125 especies de herpetofauna con distribución potencial en el SAR ya que solo se registraron nueve especies de reptiles y dos especies de anfibios. De las especies registradas dentro del área de influencia solo la iguana negra o garrobo (*Ctenosaura pectinata*) se encuentra registrada como (A) amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a las posibles afectaciones que el proyecto pueda presentar a la fauna podemos dividirla en dos fases, la primera en las etapas de preparación del sitio y construcción, los grupos que se verían mayormente afectados son los anfibios, reptiles y pequeños mamíferos, esto debido a su menor capacidad de desplazamiento, sobre todo por la ampliación o apertura de caminos de acceso ya que estas obras reducen y dividen el hábitat, y para algunos organismos llegan a ser barreras difíciles de sortear ya que rompen la conectividad entre manchones de vegetación, se genera efecto de borde y estas vías pueden facilitar la incursión de cazadores, así como incrementar la posibilidad de atropellamiento. En estas fases la afectación a las aves y mamíferos medianos y grandes es menor debido a la gran capacidad de desplazamiento que presentan estos grupos, con el establecimiento del proyecto disminuye la amenaza de cacería.

La segunda fase de afectación se presenta en la etapa de operación y en este caso se dará principalmente con las aves y murciélagos. Se sabe que para ambos grupos, las especies más susceptibles a colisionar son especies migratorias (Düppop et al. 2006, Lucas et al 2004).

Para el caso de los murciélagos son ocho las especies registradas en el área de influencia, estas especies son: *Balantiopteryx alicata*, *Pteronotus parnellii*, *Pteronotus davyi*, *Glossophaga soricina*, *Glossophaga morenoi*, *Carollia subrufa*, *Molossus molossus* y *M. sinaloae*.

Los registros que se tienen dentro del SAR, sugieren que el grupo de murciélagos insectívoros, puede ser el más vulnerable al desarrollo de este tipo de proyectos. Entre las especies registradas se encontraron dos, que se sabe realizan movimientos migratorios;

murciélago mastín de Pallas (*Molossus molossus*) y se tiene el registro de colisión (*Pteronotus davyi*), por último la familia Emballonuridae esta representada por sólo una especie dentro del SAR. Con base a los datos de los monitoreos realizados en la región sobre colisiones de murciélagos con aerogeneradores podemos inferir que el proyecto 40 CE Sureste I, Fase II no implicaría riesgo de disminución en las poblaciones de estas especies.

Debe tomarse en consideración la cercanía del área de influencia con la parte sur del Cerro de Ixtaltepec. Aunque para los murciélagos se ha reportado que la mortandad es mayor en áreas cercanas o dentro del bosque y bajas en áreas abiertas alejadas del bosque (Johnson 2004).

Dentro de los impactos potenciales del proyecto se considera a la colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores como el más relevante. Con los resultados y la información recabada de monitoreos en centrales eólicas, es posible indicar que de 0 a 45 metros no hay riesgo de colisión, y que de 45 a 115 metros son alturas de vuelo a las cuales algunas especies migratorias podrían colisionar con los aerogeneradores.

La construcción y operación del proyecto 40 CE Sureste I Fase II tendrá repercusiones en los factores físicos, bióticos, y socioeconómicos de la región, como se ha evaluado a lo largo de este estudio. Sin embargo, se considera que con la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas, podría reducirse el riesgo potencial de que ocurran los impactos esperados.

En conclusión, el proyecto 40 CE Sureste I, Fase II no produce emisiones a la atmósfera, no requieren del suministro de agua, combustibles fósiles, para su operación, ni otros insumos y en este caso no modifica la vocación del suelo, característica que lo sitúa favorablemente con respecto a otras formas de generación de energía eléctrica.

De lo anterior no sólo se concluye que aun cuando el proyecto no pone en riesgo la población de las especies de fauna, es necesario vigilar la aplicación correcta de las medidas de mitigación en todo el ciclo del proyecto.

El Proyecto 40 CE Sureste I Fase II, contempla la ejecución de monitoreo para evaluar las condiciones de la avifauna y quiróptero-fauna durante la etapa de operación que contempla el proyecto. Dentro de este monitoreo se detectarán puntos dentro del área de influencia, con

mayor riesgo de colisión de especies, con especial atención a la aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*).

Dentro del SAR se encuentran tres Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, las cuales son: la Zona de uso común de Río Verde, Zona de uso común de Cerro Bandera, y la Zona 1 y 2 del Ejido La Ventosa. El SAR se encuentra dentro de la región hidrológica prioritaria: Región Golfo de México cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos, encontrada en la cuenca de la Laguna Superior e Inferior, Subcuenca Espíritu Santo. En cuanto a Regiones Terrestres prioritarias dentro del SAR se tienen tres, Sierras del norte de Oaxaca-Mixe, Selva Zoque-La Sepultura y Sierra Sur y costa de Oaxaca. Sin embargo, el área de influencia no se encuentra dentro de los límites de ninguna Área Natural Protegida Federal, Estatal, Municipal o Privada, y tampoco se encuentra dentro de los límites de Áreas Prioritarias para la Conservación, según la regionalización de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), incluyendo Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

El Proyecto es congruente con las políticas de planeación y desarrollo contenidas en los instrumentos normativos y de planeación económica, social y ambiental estratégicos de los distintos niveles de gobierno, lo que sustenta su factibilidad, y de hecho, permitirá cumplir con objetivos específicos de varios instrumentos de planeación nacional y estatal.

Después de analizar las características de diseño de la Central, la alternativa más eficiente para aprovechar el viento como recurso natural, para la generación de energía eléctrica, es la que se presenta en este Proyecto, cuyas obras ocuparán un porcentaje mínimo de la superficie del predio seleccionado (2,37%), lo que permite conservar el uso del suelo que actualmente tienen los terrenos ejidales.

Se espera que con la ejecución del programa de monitoreo y la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en este documento, se reduzca el riesgo de mortalidad de aves y murciélagos.

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## **INDICE DE CONTENIDO**

### **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL “A” .... 1**

<b>VIII.1</b>	<b>Presentación de la información.....</b>	<b>1</b>
VIII.1.1	Cartografía .....	1
VIII.1.2	Fotografías.....	5
VIII.1.3	Videos .....	5
<b>VIII.2</b>	<b>OTROS ANEXOS .....</b>	<b>6</b>
VIII.2.1	Listados Florísticos y Faunístico.....	6
VIII.2.2	Documentos legales.....	6
VIII.2.3	Resultados de laboratorio.....	6
VIII.2.4	Resultados de análisis y/o trabajos de campo.....	6
VIII.2.5	Explicación de los modelos matemáticos.....	6
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>7</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA (por tema).....</b>	<b>17</b>

ESTA HOJA FUE DEJADA  
EN BLANCO INTENCIONALMENTE

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL “A”**

### **VIII.1 Presentación de la información**

En este capítulo se mencionan los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional Proyecto 40 CE Sureste I Fase II.

#### **VIII.1.1 Cartografía**

Los planos de las obras a realizar en este proyecto (arreglo de la obra y aspectos técnicos de construcción) se encuentran en el capítulo II y en el anexo cartográfico (Anexo II.2).

La información vectorial y raster utilizada en éste trabajo se describe a continuación:



Raster		
Insumo	Descripción	Fuente
Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) V 2.0 escala 1:50,000	Son archivos que almacenan datos de elevación (MDE) del terreno los cuales se pueden procesar posteriormente para obtener diversos productos.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosreli eve/continental/continuo Elevaciones.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosreli eve/continental/continuo Elevaciones.aspx</a>
Cuencas Visuales	Se obtienen mediante ArcMap, empleando una herramienta llamada Viewshed y el MDE del CEM	ESRI Inc. ArcGis Desktop 9.3 Service Pack 1
Imágenes de satélite Landsat	Archivos múltiples que al combinarse dan origen a una imagen de satélite la cual puede tener diversas aplicaciones, entre ellas conocer el uso del suelo y vegetación.  Satélite y sensor: Landsat 3 MSS Escena: P24 - R49 Bandas empleadas: RGB 3,2,1 Fecha de la escena: 17/03/1979 Hora de la captura: 16:01:02 Resolución espacial: 60m Coordenadas centrales: 15.8 LN -94.6 LO Proyección: UTM WGS 84  Satélite y sensor: Landsat 4 TM Escena: P23 - R49 Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 11/04/1992 Hora de la captura: 15:46:59 Resolución espacial: 30m Coordenadas centrales: 15.9 LN -95.2 LO Proyección: UTM WGS 84  Satélite y sensor: Landsat 5 TM Escena: P23 - R49 Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 27/03/2001 Hora de la captura: 16:22:25 Resolución espacial: 30m Coordenadas centrales: 15.9 LN -95.2 LO Proyección: UTM WGS 84  Satélite y sensor: Landsat 7 ETM+ Escena: P23 - R49 Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 31/03/2011 Hora de la captura: 16:35:52 Resolución espacial: 30m Coordenadas centrales: 15.9 LN -95.2 LO	<a href="http://glovis.usgs.gov/">http://glovis.usgs.gov/</a> NASA Landsat Program USGS Sioux Falls

	Proyección: UTM WGS 84	
Imagen SPOT 2011	Se empleó la escena multiespectral con identificador <b>5 598-317 11/04/28 16:58:39 2 J</b> , sensor HRG2, fechas 11/04/28, hora de paso del satélite 16:58:39, Nivel de procesamiento 1A, número de bandas 4. <b>Ubicación central de la escena</b> <b>Latitude</b> N16° 31' 13" <b>Longitud</b> W94° 49' 23"  <b>Ubicación de las esquinas</b> <b>Esquina Latitude Longitud Pixel n° Line n°</b> 1 N16° 50'43" W95° 1'59" 1 1 2 N16° 43'29" W94° 29'7" 6000 1 3 N16° 11'41" W94° 36'46" 6000 6000 4 N16° 18'54" W95° 9'32" 1 6000	<a href="http://www.eads.com/eads/int/en/news/press.en_20001023_euronaval.html">http://www.eads.com/eads/int/en/news/press.en_20001023_euronaval.html</a>

Vector		
Insumo	Descripción	Fuente
Microcuencas	Es una capa que se obtiene empleando el MDE del CEM y una herramienta que se llama Watershed Delineation Tools la cual se carga en ArcMap	<a href="http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15148">http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15148</a>
Curvas de Nivel generadas a partir del CEM (30m equidistancia)	A partir del CEM 2.0 se generó la capa de curvas de nivel para posteriormente obtener las geoformas.	CEM V 2.0
Geoformas	Mediante procesos de interpolación de las curvas de nivel por unidad de área se obtuvieron las geoformas del sitio empleando la metodología de Priego <i>et al</i> 2008	Priego, Bocco, Mendoza, Garrido. 2008. Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos. Serie planeación territorial. Semarnat. México DF
Fallas y Fracturas. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000.	Representa las estructuras geológicas originadas por los eventos tectónicos. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Climas	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>

Suelos	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Vías de comunicación	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Rasgos hidrográficos	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Localidades	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Datos del relieve	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Zonas de protección de la naturaleza	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 de INEGI.	<a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx</a>
Áreas de Interés para las Aves (AICAS)	Datos Vectoriales de Áreas de Interés para las Aves en México.	<a href="http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/aica250kgw.xml?_httpcache=yes&amp;_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&amp;_indent=no">http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/aica250kgw.xml?_httpcache=yes&amp;_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&amp;_indent=no</a>
Regiones Terrestres Prioritarias	Datos Vectoriales de regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México	<a href="http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rtp1mgw.xml?_httpcache=yes&amp;_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&amp;_indent=no">http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rtp1mgw.xml?_httpcache=yes&amp;_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&amp;_indent=no</a>
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Datos Vectoriales de regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad	<a href="http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rhpri4mgw.xml?_httpcache=yes&amp;_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&amp;_indent=no">http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rhpri4mgw.xml?_httpcache=yes&amp;_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&amp;_indent=no</a>
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	Datos Vectoriales de las áreas declaradas como Áreas Naturales Protegidas	<a href="http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/">http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/</a>

### VIII.1.2 Fotografías.

Las imágenes relevantes y las consideradas ilustrativas se encuentran en sus respectivos apartados, estas son muy útiles para la descripción de las diferentes actividades y procesos, así mismo y con la finalidad de complementar e ilustrar el documento se incluye un anexo fotográfico (Cap. IV, Anexo IV.25. Fotográfico).

En el anexo fotográfico, cada imagen correspondiente a fauna contiene su Código de identificación, Familia, Nombre científico y nombre común. Como se muestra a continuación:



Código: IV.25\_Aves\_1

Familia: Emberizidae

Nombre científico: *Peucaea sumichrasti*

Nombre común: Zatonero istmeño

Las imágenes de vegetación y fauna están georeferenciadas en el Anexo VIII.

### VIII.1.3 Videos

No aplica

## **VIII.2 OTROS ANEXOS**

### **VIII.2.1 Listados Florísticos y Faunístico**

Dentro de los anexos se incluyen las listas de especies de flora y fauna con características ecológicas, económicas y sociales relevante (Anexos IV.11, IV.14, IV.18, IV.19, IV.23 y IV.24).

### **VIII.2.2 Documentos legales.**

A proporcionar por la Comisión Federal de Electricidad

### **VIII.2.3 Resultados de laboratorio.**

Los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo, son interpretados en su respectivo apartado dentro del capítulo IV, y los resultados completos se encuentran en el Anexo IV.5.

### **VIII.2.4 Resultados de análisis y/o trabajos de campo.**

Esta información se encuentra en cada apartado del sistema natural (ambiental y socioeconómico) dentro del capítulo IV.

### **VIII.2.5 Explicación de los modelos matemáticos**

El análisis matricial causa-efecto utilizado para la evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos se explica en el Capítulo V.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abundancia:** es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).

**Achual:** Nombre común que se da a las asociaciones vegetales secundarias en zonas de cultivo y pastoreo cuando son abandonadas y que se forman una vez destruida la original.

**Acumulación (AC):** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, es decir, se considera simple, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

**Anfibios:** Se dice de los vertebrados de temperatura variable que son acuáticos y respiran por branquias durante su primera edad, se hacen aéreos y respiran por pulmones en su estado adulto. En el estado embrionario carecen de amnios y alantoides.

**Arbóreo:** Referente al estrato conformado por las especies de árboles, generalmente mayores a 3 m de alto y que habitan un lugar.

**Arbustivo:** Estrato conformado por plantas leñosas, menores a 3 m, cuyo tallo se ramifica desde la base.

**Caducifolia:** Que permanece sin hojas durante una parte del año.

**Cámbico:** Connotativo de un cambio de color, estructura o consistencia de un suelo.

**Componentes ambientales:** Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

**Composición.** La manera como está integrado un grupo de organismos. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de organismos.

**Comunidad vegetal:** Conjunto de plantas de cualquier rango, que viven e interaccionan mutuamente en un hábitat natural.

**Corredor biológico:** Espacio geográfico limitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados.

**Criticalidad:** Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

**Diversidad:** se refiere a la variedad de especies que constituyen una comunidad.

**Diversidad alfa:** es el número de especies en un área pequeña siendo ésta área uniforme. El índice de Shannon mide este tipo de diversidad.

**Diversidad beta:** Comprende la heterogeneidad dentro de un ecosistema a través de la determinación del cambio en la composición de especies a través de un gradiente fisiográfico. Se expresa en tasas de cambio de la composición de las especies o índices de similitud.

**Diversidad gamma:** es el número total de especies observadas en todos los hábitats de una determinada región que no presenta barreras para la dispersión de los organismos.

**Distribución:** Arreglo espacial de una especie sobre su hábitat.

**Distribución potencial:** Es la extensión de terreno en el que las especies pueden habitar, con base en su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. La distribución real o verificada generalmente es menor que la potencial.

**Especie amenazada:** Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se presentan y prevalecen factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones (NOM-059-SEMARNAT-2010).

**Dosel:** Piso superior, techo.

**Efecto (EF):** Este a tributo se refiere a la relación causa efecto, o forma de manifestación de un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actuación consecuencia directa de está. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, si no que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma valor de uno en el caso de que el efecto sea secundario y el valor cuatro cuando sea directo.

**Emisión:** Es la descarga directa o indirecta a la atmósfera de sustancia o energía, en cualquiera de sus estados físicos.

**Epifita:** Vegetal que vive sobre otras plantas sin sacar de ellas su nutrimento.

**Especie:** Unidad básica de la clasificación de los organismos, que incluye a grandes rasgos, a todos los individuos que se parecen entre sí más que otros y que por fecundación recíproca producen descendencia fértil.

**Especie en peligro de extinción:** Aquella especie cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (NOM-059-SEMARNAT-2010).



**Especie endémica:** Aquella que tiene distribución restringida a nivel regional, estatal o de país.

**Especie sujeta a protección especial:** Aquella especie o población que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (NOM-059-SEMARNAT-2010).

**Excreta:** Deyección de los restos no digeridos de los alimentos.

**Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área respecto al entorno en el que se manifiesta el efecto). La selección producirá un efecto muy localizado; considerando lo siguiente: impacto como un carácter puntual (uno). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo, el impacto será total (ocho), considerando las situaciones intermedias, según gradación, como impacto parcial (dos) y extenso (cuatro). En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzcan en un lugar crítico (vertidos próximos y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada, etc), se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

**Flora:** Conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de la diversidad de los organismos.

**Ganges:** (Marcha de temperatura tipo) Se refiere a las regiones que presentan el mes más cálido del año antes del solsticio de verano (antes del mes de junio en el hemisferio norte, o antes de diciembre en el hemisferio sur).

**Hábitat:** Es un área que tiene una combinación de recursos como el alimento y el agua, así como de factores ambientales como la temperatura y la precipitación pluvial, que favorecen la presencia de individuos de una especie.

**Herbáceo:** Con aspecto de hierba, plantas no leñosas de consistencia blanda.

**Herpetofauna:** Nombre dado al conjunto de especies, tanto de anfibios como de reptiles, que habitan un área determinada.

**Huella:** Impresión en el terreno de las extremidades delanteras (manos) o traseras (patas) de mamíferos.

**hm3:** Hectómetros cúbicos, en este capítulo se refiere a volumen de agua en balances hidrológicos de gran escala.

**Impacto:** Efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades ambientales y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

**Impacto acumulativo:** cuyo efecto al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad por carecer el medio de mecanismos de eliminación efectivos similares al incremento del impacto.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto benéfico:** Como impactos benéficos, se pueden reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

**Importancia del impacto:** La importancia del impacto, es la importancia del efecto ante una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental aceptado. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la fórmula propuesta a continuación y está dada en función del valor asignado a los símbolos considerados.

**Intensidad (I):** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El factor está comprendido entre 1 y 12 en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 representa una afección de intensidad baja. Los valores intermedios entre estos dos términos manifestarán una afectación parcial.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecute la acción que produce el impacto.

**Magnitud del impacto:** Medida relativa del cambio que experimenta cada componente relevante al ejecutarse el proyecto con relación al valor que presenta dicho componente en el área de influencia.

**Momentos (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del centro ( $t_j$ ) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, en momentos será inmediato, y si es inferior a un año, (corto plazo) se le asignará un valor de (cuatro). En un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, (largo plazo), se asignará también un valor (uno).

MJ/m<sup>2</sup>: Megajoules por metro cuadrado de superficie. En este caso una medida de la energía de la radiación solar a nivel de superficie.

Nativa: Planta propia del sitio, que crece espontáneamente y se reproduce sin intervención humana por encontrarse ecológicamente bien adaptada. Sinónimos: autóctona, indígena.

Naturaleza del impacto (NA): Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones sobre cada uno de los factores considerados.

Ócrico: Subunidad de suelo que se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color claro y pobre en materia orgánica.

Perenne: Duradero. Referente a las plantas que duran 3 o más años.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor cuatro, a los periódicos un valor de dos y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y los discontinuos uno. Un ejemplo de efecto continuo, es la ocupación de un espacio consecuencia de una construcción. El incremento de los incendios forestales durante el estío, es un efecto periódico, intermitente y continúan en el tiempo. El incremento del riesgo de incendios, consecuencia de una mejor accesibilidad a una zona forestal, es un efecto de aparición irregular, no periódico, ni continuo pero de gravedad excepcional.

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que supuestamente, permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornará a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Situará menos de un año, considerando que la selección produce un efecto fugaz, asignándole un valor de uno. Si dura entre uno y diez años es considerado

temporal (dos); y si el efecto tiene una duración superior a los diez años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de cuatro. La persistencia es independiente a la reversibilidad. Un efecto permanente, puede ser reversible o irreversible. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles recuperables y los efectos permanentes pueden ser irreversibles e irrecuperables.

Plutónicas (rocas): Rocas originadas por solidificación de magmas –silicatados– dentro de la corteza terrestre.

P/T: Coeficiente precipitación/temperatura, utilizado para distinguir condiciones de humedad en un tipo de clima.

Rastro: Cualquier señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es preciso con la posibilidad de retornar las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de uno o dos, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si no es parcialmente, el efecto liquidable toma un valor de cuatro. Cuando el efecto es irrecuperable con alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana se le asignará un valor de 8. En el caso de ser irrecuperable existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias por lo tanto el valor asignado será cuatro.

Redes de niebla: Redes de nylon de 6 y 9 m de longitud y 2,5 m de ancho y abertura de malla de 3/4 de pulgada, que se utilizan para atrapar aves o murciélagos sin hacerles daño.

Reptiles: Son animales vertebrados, que a diferencia de los anfibios, tienen la piel dura, cubierta de escamas, y sus huevos tienen cáscaras casi impermeables o son vivíparos. Estas dos características les permiten vivir lejos del agua en algunos de los

hábitats más secos del mundo. Aunque los reptiles tienen sangre fría, con frecuencia se calientan tomando sol; una vez que se han calentado pueden moverse más rápido.

**Reversibilidad (RV):** Se refiere al tiempo de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, existe la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor de uno, si es a medio plazo (dos) y si el efecto es irreversible se le asigna el valor cuatro. Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior (Recuperabilidad).

**Sinergia (SI):** Este atributo completa el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de uno, si presenta un sinergismo moderado el valor asignado será dos y si es altamente sinérgico cuatro.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Textura:** Proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro.

**Trampas Sherman:** Trampas de aluminio que se ceban y se utilizan para la captura sin daño de pequeños mamíferos principalmente.

Transectos: Línea recta de tamaño considerable donde se van colocando las trampas Sherman, cada 10 m. También puede entenderse como recorridos realizados, por lo general a pie, a lo largo de una línea que permite facilitar información sobre la composición faunística.

Vegetación secundaria: Acahual. Calificativo de la vegetación o procesos ecológicos influidos directa o indirectamente por el hombre.

**BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA (por tema)****Vinculación**

Certificado CONANP-08-/2004 de la zona de uso común en río verde del cerro Tolistoque. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT

Certificado CONANP-12-/2004 de la zona de uso común en cerro bandera de la sierra Tolistoque. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT

Certificado CONANP-20/2005 de la zona 1 y 2 del área de uso común. Comisión Nacional de áreas naturales protegidas. SEMARNAT

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Última reforma publicada en DOF 09 de febrero de 2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

CONANP 2012. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en web: [http://www.conanp.gob.mx/listado\\_areas.html](http://www.conanp.gob.mx/listado_areas.html)

CONABIO 2012. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Disponible en web: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

Conferencia Internacional sobre Energías Renovables. Disponible en web: [http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE\\_y\\_DT/pe/conf\\_inter\\_er.pdf](http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pe/conf_inter_er.pdf)

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en: DOF. 04-06-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en DOF. 04-06-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgdfs.htm>.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada en DOF. 30-05-12. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir.htm>



Ley General de Vida Silvestre. *Última reforma publicada en DOF. 06-06-2012*  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs.htm>

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. *Ultima reforma DOF. 09-04-2012.*  
Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. *Publicada en DOF 12-01-2012.* Disponible en web:  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/laerfte.htm>

Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en web: <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>

Plan de Manejo de las Áreas de Protección Ejidal Certificadas en Mena-Nizanda, Asunción Ixtaltepec, Oaxaca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C. Universidad Nacional Autónoma de México.

Plan Estatal de Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca 2011-2016. Disponible en web: <http://www.oaxaca.gob.mx/>

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Disponible en web: <http://pnd.presidencia.gob.mx/>

Plan Municipal De Desarrollo 2011-2013 Asunción Ixtaltepec, Oaxaca

POISE 2011-2025. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025.  
Disponible en web:  
<http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/POISE20102024.ZIP>

Programa Sectorial de Energía 2007-2012. Disponible en web:  
<http://www.energia.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=1426>

Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2024. Disponible en web: <http://www.sener.gob.mx>

Protocolo de Kyoto. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. *Ultima reforma publicada en DOF 26-04-2012.* Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley.htm>

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. *Ultima reforma publicada en DOF el 21 de febrero de 2005.* Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. *Ultima reforma publicada en DOF el 30 de noviembre de 2006.* Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. *Ultima reforma publicada en DOF 30 de noviembre 2006.* Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. *Ultima reforma publicada en Diario Oficial de la Federación el 25 de mayo de 2001.* Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. *Publicada en Diario Oficial de la Federación el 2 de septiembre de 2009.* Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

## Clima

CFE. 2000. *Observaciones meteorológicas (información inédita).* Registros meteorológicos de diversas estaciones en la República Mexicana. Comisión Federal de Electricidad.

CFE. 2003. Datos horarios del viento para 1999 de la estación La Venta, Oaxaca (información inédita). Comisión Federal de Electricidad.

CONAGUA. 1980. *Normales Climatológicas 1941-1970 de Chicapa y Unión Hidalgo, Oaxaca.* Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.

CONAGUA. 2007. Normales Climatológicas provisionales 1961-1990 del estado de Oaxaca. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. <http://smn.cna.gob.mx>.

CONAGUA. 2010. Normales Climatológicas 1971-2000 del estado de Oaxaca. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. <http://smn.cna.gob.mx>.

Elliot, D., M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George. 2004. *Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca*. National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-500-35575.

Fuentes, O., M. T. Vázquez. 1997. *Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México*. Cuadernos de Investigación 42, CENAPRED. 37 pp.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 217 pp. México.

García, E. 1997. *Mapas de climas 1:1 000 000* (clasificación Köppen modificado por E. García). Hojas Chiapas. CONABIO.

Hernández, E., A. Tejeda y S. Reyes. 1991. *Atlas Solar de la República Mexicana*. Col. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana – Universidad de Colima. 155 pp.

IMTA. 2006. *CD ERIC-III: Extractor Rápido de Información Climática, versión 3.0*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- Comisión Nacional del Agua. CD-ROM.

Romero-Centeno R., J. Zavala-Hidalgo, A. Gallegos, J. O'Brien. 2003. *Isthmus of Tehuantepec Wind Climatology and ENSO signal*. Journal of Climate 16: 2628-2639.

Unisys. 2007. Unisys Weather – Hurricane. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>

Unisys. 2010. Unisys Weather – Hurricane. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>

## Geología y geomorfología

Carranza-Edwards, A. 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Vol. 7, No. 2.

Ferrusquía, I. 1998. *Geología de México: una sinopsis*. p. 3-108. Publicado en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores), 1998. *Diversidad Biológica de México*. Instituto de Biología UNAM. 792 pp.

INEGI. 1984. Carta Geológica Escala 1:250 000. E15-10 D15-1. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INEGI. 2000. Datos Vectoriales Fallas y Fracturas escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de estadística y geografía.

Manea, M., V. Manea, L. Ferrari, V. Kostoglodov, W. Bandy. 2005. *Tectonic evolution of the Tehuantepec Ridge*. Earth and Planetary Science Letters 238 (2005) 64–77. Elsevier.

SSN-UNAM. 2007 Consulta electrónica del Boletín Sismológico. Servicio Sismológico de la UNAM. <http://www.ssn.unam.mx/SSN/datos.html>.

Zepeda, O., S. González (Editores). 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres de México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 225 pp.

## Edafología

FAO-UNESCO. 1998. Mapa mundial de suelos – leyenda revisada. Informes sobre recursos mundiales de suelos 60. FAO – UNESCO – ISRIC. 142 pp.

INEGI. 1983. Carta Edafológica Escala 1:250000. Hoja: E15A85 1:50 000. (2ª Impresión 2000). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INIFAP-CONABIO 1995. Metadatos "Edafología". Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

### **Hidrología**

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx>.

CNA. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región V Pacífico Sur. México. 237 pp. <http://www.cna.gob.mx>.

### **Vegetación**

Ambrosio Montoya, A y Avendaño Reyes, S. 1999. Catálogo de Plantas Útiles del Municipio de Misantla, Veracruz. Revista de la Universidad Veracruzana. La Ciencia Y El Hombre. Número 31, Volumen XI. Xalapa, Ver.

Avendaño Reyes, S. 1989. Base de Datos de las Plantas Útiles de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.

Avendaño Reyes, S. y Acosta-Rosado, I. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. Publicación Madera y Bosques Vol. 6 No. 1 Ed. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Ver. México.

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 1262 pp., ISBN 0-231-038801

Gentry A. 1996. A Field guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). The University of Chicago Press. United States of America. 895p.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1983. "Carta de uso del suelo y vegetación. E15-10. Escala 1: 250 000.
- Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. Z (3): 97-104. Artículo.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29–179.
- Missouri Botanical Garden W3 TROPICOS. <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Mostacedo B, Fredericksen TS (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp
- Niembro Rocas, A. 1990. Árboles y Arbustos Útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo Departamento de Bosques. Ed. Limusa Noriega. México.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA, S.A. México. 431 p.
- Semarnat. 2010. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental- Especies de la flora y fauna silvestres de México- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Listas de especies en riesgo. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. D.F. 83 pp.
- Sosa, V. y Gómez-Pompa, A. 1994. Flora de Veracruz, Lista Florística, fascículo 82. Instituto de Ecología, A. C. y University of California. Xalapa, Veracruz, México.
- Standley, P. C. 1958. Flora of Guatemala. EE. UU. Chicago Natural Museum. Fieldiana botany 24 (1)11-63

## Fauna

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO. Xalapa, Ver., México. 212 pp.

- Arnett, E. B. (2007) Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. Annual report Prepared for the Bats and wind energy cooperative.
- AOU (American Ornithologists' Union). 2011. Checklist of North American birds. 9th ed. American Ornithologists' Union. Washington, D.C.
- Bernard, E. (2001), Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17:115-126.
- Binford, L. C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican State of Oaxaca. American Ornithologist Union, Ornithol. Monogr. No 43, Washington, D.C.
- Campbell, J. and W. Lamar. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*, Cornell University Press, Nueva York.
- Casas-Andreu G., F. Méndez-de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 69:1-35.
- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 pp.
- CITES 2011. Lista de las especies CITES. Secretaria de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Tomado de <http://www.cites.org>
- Cooper, B. A., R. H. Day, R. J. Ritchie & C. L. Cranor. 1991. An improved marine radar system for studies of bird migration. *Journal of Field Ornithology* 62:367-377.
- Dunn, J. L. & K. L. Garrett. 1997. *A field guide to warblers of North America*. Houghton Mifflin Co., Boston MA.
- EBIRD 2012. Checklist aves de La Ventosa. <http://ebird.org/ebird/map/>

Escalante, P. A., M. Sada y J. R. Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. CONABIO. Sierra Madre. 32 p.

EstimateS Statistical estimation of species richness and shared species from samples  
Version 8.0.0 2006 by Robert K. Colwell, University of Connecticut USA,  
Copyright 1994-2012

FURUNO. 2002. Operator's manual. 15" Multi-color high performance shipborne radar and ARPA. Model FR-1500 MARK-3 series. FURUNO Electric Co. Ltd., Nishinomiya, Japan.

Frost, D., T. Grant, J. Faivovich, , R. Bain, A. Haas, C. Haddad, R De Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S. Donnellan, C. Raxworthy, J. Campbell, B. Blotto, P. Moler, R. Drewes, R. Nussbaum, J. Lynch, D. Green & W. Wheeler. 2006. The Amphibian Tree of Life. Bulletin of the American National History Museum No. 297, Nueva York.

Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. Acta Zool. Mex. (n. s.) 73:57-74.

García A., A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Biología, UNAM, México D.F. 184 pp.

García-Mendoza, A. y R. Torres-Colín. 1999. Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca, México. In: Vásquez Dávila, M. A. (Ed.). Sociedad y naturaleza en Oaxaca 3. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca. pp. 50-86.

Guyer, C. & Savage, J. M. (1986). Cladistic relationships among anoles (Sauria: Iguanidae). *Systematic Zoology*, 35, 509-531.

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

INECOL. 2003. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, para el Proyecto P.E. La Venta II.

INECOL-CFE, 2007. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. del Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007.



INECOL–CFE. 2009. Plan de Vigilancia de la fauna (aves y murciélagos) dentro de la Central Eléctrica La Venta II, Municipio de Juchitán. Informe Final. Diciembre 2009.

INECOL. 2011. “Plan de vigilancia de la fauna (aves y murciélagos) en la central eólica la venta II, Oaxaca 2011.

INE-CONABIO 1997. Guías de aves canoras y de ornato.

Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Guía de Aves Canoras y de Ornato. INE, Conabio, México.

Kays, R. W. y D. E. Wilson. 2002. Mammals of North America. Princeton University Press. 240 p.

Kovach, W. 2010. Oriana version 2.0. Kovach Computing Services, Anglesey, Wales.

Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton. 367 pp.

Kunz, H.T. 2004. Wind power: bats and wind turbines. Pp. 50-56 In: The American wind energy Association and The American Bird Conservancy. Proceeding of the wind energy and birds/bats workshop: understanding and resolving bird and bat impacts. Washington, DC. May 18-19. 107 pp.

Kunz, H.T.E., B. Arnett, W. Cooper, R. Erickson, T. Larkin, M. Mabee, Morrison, M.D. and J. Szewczak. 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. The Journal of Wildlife Management 71(8): 2449-2486.

Lee, J. C. 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptile of the Maya World: the lowlands of Mexico, Northern Guatemala y Belize. Compstock/Cornell Paperbacks.Cornell University Press.

North American Mammals. 2012. <http://www.mnh.si.edu/mna>.

Medellín, R.A., Arita, H.T y Sánchez, O. 1997. Identificación de los murciélagos en México, clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozología, México. 83 pp.

Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo, Segunda Edición. Instituto de Ecología, UNAM-CONABIO, 89 pp

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SEA. 83 pp.

MultiVariate Statistical Package (MVSP) Version 3.21 Copyriht 1985-2012 Computing services.

National Geographic Society. 2000. Field guide to the birds of North America, 3th ed. National Geographic Society, Washington, D. C. 480 p.

Nieblas, E. 2011. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto eólico. Parque Eólico Bii Nee Stipa II.  
<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36777609>

Pelcastre V. L. y O. A. Flores-Villela. 1992. Lista de especies y localidades de recolecta de la herpetofauna de Veracruz, México. Publ. Esp. Mus. Zool.4:25-96.

Pérez-García 2006. Plan de manejo de las Áreas de protección ejidal certificadas en Mena-Nizanda, Asunción Ixtaltepec, Oaxaca. CONANP, UNAM, SERBO A.C

Pyle, P. 1997. Identification Guide to North American Birds. Part 1. Slate Creek Press, Bolinas, CA. 742 p.

Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología, UNAM. 127 pp.

Ramírez-Pulido J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s) 21(1): 21-82.

Reeder, T. W., C. J. Cole & H. C. Dessauer. 2002. Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): a test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution and review of hybrid origins. American Museum Novitates 3365:1–61.

Rincón, E. y Asesores A.C. 2005. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. “La Ventosa”. Noviembre de 2005.

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2005/200A2005E0011.pdf>

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

Sibley, D. 2000. The Sibley guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. 545 p.

SIGEA. 2007. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. Fuerza Eólica del Istmo. Enero de 2007.  
<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2007/200A2007E0001.pdf>

SIGEA. 2010. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. Central Eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec.  
<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2003/200A2003ED001.pdf>

Smith, H. H y E. H. Taylor. 1996. Herpetology of Mexico – Annotated checklist and key to the Amphibians and Reptiles: A reprint of bulletins 187, 194 and 199 of the US National Museum with a List of Subsequent 1st Ed. Ashton: Eric Lundberg. 639 pp.

Stattersfield, A. J., Crosby, M. J., Long, A. J & D. C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World. BirdLife Conservation Series no 7. BirdLife International, Cambridge, 846 p.

UICN 2011. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Zalles, J. I. & K. L. Bildstein (Eds). 2000. Raptor watch: a global directory of raptor migration sites. Birdlife International, Cambridge; Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.

### **Socioeconómico**

Bassols-Batalla, 1990. Atlas Nacional de México. Mapa VI.14.3. Regionalización Económica. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

CONAPO. 2009. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento  
[http://www.conapo.gob.mx/distribucion\\_tp/material/01\\_01.xls](http://www.conapo.gob.mx/distribucion_tp/material/01_01.xls)

[http://www.economia.com.mx/regiones\\_socioeconomicas\\_de\\_mexico.htm](http://www.economia.com.mx/regiones_socioeconomicas_de_mexico.htm)

INEGI. 2006. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2005.  
<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cepo2005/localidad/iter/default.asp>

INEGI. 2010. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2010  
<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cepo2005/localidad/iter/default.asp>

INECOL, 2003. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto Eólico La Venta II-Oaxaca.

INEGI. 2006. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2005.  
<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cepo2005/localidad/iter/default.asp>

Regiones económicas de México.  
[http://www.economia.com.mx/regiones\\_socioeconomicas\\_de\\_mexico.htm](http://www.economia.com.mx/regiones_socioeconomicas_de_mexico.htm)

SSA. 2009. Cédula de micro diagnóstico familiar. Unidad Médica Rural No. 12. Santo Domingo Ingenio. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Secretaría de Salud.  
2001. Manual para la Vigilancia Epidemiológica Simplificada. Instituto Mexicano del Seguro Social. 31 p.

WI/IIIE/FMDR 2003. Información sobre arrendamiento de tierras y potencial de generación de empleos relacionados con el desarrollo de proyectos eolieléctricos en México. Elaborado para USAID/México y Gobierno del Estado de Oaxaca. 67 p.

## Diagnóstico

Arizmendi, M. C. y L. M. Valdelamar (eds.). 1998. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D. F. 440 p. + 1 mapa.

Conesa, V. F. 2010. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa, España. 864 p.

Gómez, O. D. 2010. Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa, España. 749p

Goulder, L. H. & D. Kennedy. 1997. Valuing Ecosystem Services: Philosophical Bases and Empirical Methods. In: Daily, G. C (Ed.). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, D.C. pp 23-47.

INECOL, 2003. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del proyecto Eólico La Venta II-Oaxaca, Capítulos y Anexos.

INECOL-CFE, 2007. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007.

Pérez-Maqueo, O. 2003. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental: un análisis crítico. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 160 p + anexos.

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

Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A.J. Long. & D. C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife International. Cambridge, UK.

### **Impactos**

Canter, L. W. 1997. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2ª ed. McGraw Hill/Interamericana de España, S. A. U. Madrid, España, 84 p.

Conesa.-Fernández, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 412 pp.

Pérez-Maqueo, O. 2003. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental: un análisis crítico. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 160 pp + anexos.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Guía para la presentación de la manifestación ambiental del sector eléctrico, modalidad particular., México, D.F.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

INECOL. 2003. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, para el Proyecto P.E. La Venta II.

INECOL 2007. Monitoreo de murciélagos para el proyecto de Investigación Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE) para conocer el escenario previo a la instalación de tres aerogeneradores. Instituto de Ecología, A. C. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 33 pp.

INECOL. 2009. "Estudio prospectivo de fauna avifauna y quirópteros para las centrales eoloelectricas Oaxaca I,II,III y IV, Oaxaca. Informe Final.

INECOL. 2011. "Plan de vigilancia de la fauna (aves y murcielagos) en la central eólica la venta II, Oaxaca 2011.

INECOL-CFE, 2007. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Del Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007.

UICN 2011. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

### **Medidas de mitigación**

Gauthreaux, S. A. Jr. and C. G. Belser. 1999. The behavioural responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. *In Proceedings of Avian Mortality at Communications Towers Workshop* (A. Manville, editor), 11 August 1999.

Hodos, W., A. Potocki, T. Storm and M. Gaffney. 2001. Reduction of motion smear to reduce avian collisions with wind turbines. Pp. 88-105. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Proceedings. Prepared by Resolve, Inc., Washington DC.

Kingsley, A. and B. Whittam. 2001. Potential Impacts of Wind Turbines on Birds at North Cape, Prince Edward Island: A report for the Prince Edward Island Energy Corporation. Bird Studies Canada, Atlantic Region. 31 p.

Mossop, D.H. 1998. Five years of monitoring bird strike potential at a mountaintop wind turbine, Yukon Territory. CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa.

Sterner, D. 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Wind Turbines in California. California Energy Commission. 40 p.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1993, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995, Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos Diario Oficial de la Federación (dof-01-09-1996). México, D.F., México.

U.S. Fish & Wildlife Service. 2003. Service Interim Guidance on Avoiding and Minimizing Wildlife Impacts from Wind Turbines. Washington D.C.