

CAPÍTULO I

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

I.1 Datos generales del proyecto

El proyecto consta de la instalación de una central eólica a ubicarse en la región centro-este del estado de Puebla, en el municipio de Atzitzintla. Se instalarán 24 aerogeneradores serán Clase IIIA, conforme a la norma internacional de la IEC (International Electrotechnical Commission) IEC-61400 *Wind Turbine Generator Systems*, el equipo por instalar consiste en aerogeneradores, G126-2.5 de velocidad variable de tres palas a barlovento, eje horizontal, regulado por un sistema de cambio de paso y con sistema de orientación activo. La energía generada será conducida a la subestación de Esperanza ubicada a 15 km del proyecto.

Las características de los aerogeneradores, se indican en la siguiente tabla:

Tabla I.1.1. Características de los aerogeneradores tipo

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Potencia | 2.5 MW |
| Altura de torre | 125 m |
| Diámetro de rotor | 126 m |
| Altura total (Torre + aspa) | 180 m |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Peso torre | 209.4 toneladas |
| Peso góndola | 115.5 toneladas |
| Peso rotor | 80.3 toneladas |
| Peso total | 486.2 toneladas |

El sitio donde se pretende ubicar el proyecto, se ubica dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y a su vez dentro de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, y el SA delimitado para el proyecto presenta en su mayor superficie la topoforma de Meseta basáltica escalonada con lomerío. Predomina el clima tipo C(w1)(w), correspondiente a los templados subhúmedos y bajo estas condiciones se desarrolla dentro del área de influencia una vegetación de bosque de pino, pino-encino y encino-pino con vegetación primaria y secundaria, sin embargo esta vegetación ha sido desplazada actualmente por agricultura.

I.1.1 Nombre del proyecto

“Instalación de la Central Eólica México 2 (CEM-2)”.

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto se ubica dentro del municipio de Atzitzintla, estado de Puebla.

El polígono destinado al proyecto cuenta con una superficie 1,228.36 Ha y se ubica en la parte central del municipio, a aproximadamente 2 km de la cabecera municipal. En la tabla siguiente se presentan las coordenadas de los vértices de dicho polígono.

CAPÍTULO I

Tabla I.1.2.1. Coordenadas métricas de los vértices, proyección UTM 14Q datum WGS84

| Vértice | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|---------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 0 | 678,403.90 | 2,094,802.10 | 97° 30' 57.74" | 18° 93' 78.06" |
| 1 | 679,154.40 | 2,094,706.10 | 97° 29' 86.58" | 18° 93' 68.74" |
| 2 | 679,408.60 | 2,094,692.00 | 97° 29' 62.46" | 18° 93' 67.24" |
| 3 | 679,412.20 | 2,094,639.60 | 97° 29' 62.17" | 18° 93' 62.51" |
| 4 | 679,719.90 | 2,094,626.30 | 97° 29' 32.96" | 18° 93' 61.03" |
| 5 | 679,723.50 | 2,094,455.80 | 97° 29' 32.78" | 18° 93' 45.63" |
| 6 | 679,665.40 | 2,094,261.50 | 97° 29' 38.47" | 18° 93' 28.13" |
| 7 | 679,674.60 | 2,094,138.30 | 97° 29' 37.71" | 18° 93' 16.99" |
| 8 | 679,853.20 | 2,094,083.50 | 97° 29' 20.82" | 18° 93' 11.89" |
| 9 | 680,563.00 | 2,094,189.00 | 97° 28' 53.34" | 18° 93' 20.80" |
| 10 | 680,563.50 | 2,094,187.30 | 97° 28' 53.29" | 18° 93' 20.64" |
| 11 | 680,655.00 | 2,093,760.30 | 97° 28' 45.00" | 18° 92' 81.98" |
| 12 | 680,687.80 | 2,093,309.20 | 97° 28' 42.30" | 18° 92' 41.21" |
| 13 | 680,563.50 | 2,092,837.70 | 97° 28' 54.53" | 18° 91' 98.72" |
| 14 | 680,594.60 | 2,092,277.40 | 97° 28' 52.10" | 18° 91' 48.08" |
| 15 | 680,629.30 | 2,092,178.50 | 97° 28' 48.89" | 18° 91' 39.12" |
| 16 | 680,595.60 | 2,091,635.40 | 97° 28' 52.59" | 18° 90' 90.08" |
| 17 | 680,497.50 | 2,091,393.70 | 97° 28' 62.13" | 18° 90' 68.33" |
| 18 | 680,485.00 | 2,090,834.40 | 97° 28' 63.83" | 18° 90' 17.82" |
| 19 | 680,389.70 | 2,090,630.20 | 97° 28' 73.06" | 18° 89' 99.46" |
| 20 | 678,403.90 | 2,094,802.10 | 97° 30' 57.74" | 18° 93' 78.06" |
| 21 | 680,094.50 | 2,090,320.40 | 97° 29' 01.36" | 18° 89' 71.73" |
| 22 | 679,600.50 | 2,089,994.20 | 97° 29' 48.55" | 18° 89' 42.69" |
| 23 | 679,208.70 | 2,089,871.60 | 97° 29' 85.85" | 18° 89' 31.96" |
| 24 | 678,814.70 | 2,089,828.40 | 97° 30' 23.27" | 18° 89' 28.39" |
| 25 | 678,373.50 | 2,089,916.10 | 97° 30' 65.07" | 18° 89' 36.70" |
| 26 | 677,675.00 | 2,090,085.30 | 97° 31' 31.22" | 18° 89' 52.59" |
| 27 | 677,521.70 | 2,090,276.20 | 97° 31' 45.60" | 18° 89' 69.96" |
| 28 | 677,473.00 | 2,090,651.20 | 97° 31. 49.87" | 18° 90' 03.89" |
| 29 | 677,526.30 | 2,090,918.90 | 97° 31' 44.57" | 18° 90' 28.02" |
| 30 | 677,604.00 | 2,091,069.90 | 97° 31' 37.06" | 18° 90' 41.59" |
| 31 | 677,728.30 | 2,091,170.70 | 97° 31' 25.17" | 18° 90' 50.59" |
| 32 | 677,852.90 | 2,091,155.40 | 97° 31' 13.36" | 18° 90' 49.11" |
| 33 | 677,916.90 | 2,091,098.50 | 97° 31' 07.33" | 18° 90' 43.91" |
| 34 | 678,001.20 | 2,091,222.80 | 97° 30' 99.22" | 18° 90' 55.06" |
| 35 | 677,962.80 | 2,091,388.40 | 97° 31' 02.72" | 18° 90' 70.06" |
| 36 | 678,067.10 | 2,091,431.60 | 97° 30' 92.78" | 18° 90' 73.87" |

CAPÍTULO I

| Vértice | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|---------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 38 | 678,097.50 | 2,091,500.90 | 97° 30' 89.83" | 18° 90' 80.11" |
| 39 | 677,999.50 | 2,091,561.50 | 97° 30' 99.08" | 18° 90' 85.66" |
| 40 | 678,098.70 | 2,091,636.10 | 97° 30' 89.60" | 18° 90' 92.32" |
| 41 | 678,155.10 | 2,091,616.30 | 97° 30' 84.26" | 18° 90' 90.48" |
| 42 | 678,581.40 | 2,091,905.50 | 97° 30' 43.53" | 18° 91' 16.23" |
| 43 | 678,552.80 | 2,091,987.70 | 97° 30' 46.17" | 18° 91' 23.68" |
| 44 | 678,233.80 | 2,092,256.00 | 97° 30' 76.21" | 18° 91' 48.20" |
| 45 | 678,052.10 | 2,091,962.80 | 97° 30' 93.72" | 18° 91' 21.88" |
| 46 | 677,706.50 | 2,092,118.60 | 97° 31' 26.38" | 18° 91' 36.24" |
| 47 | 677,786.60 | 2,092,486.00 | 97° 31' 18.44" | 18° 91' 69.37" |
| 48 | 677,522.10 | 2,092,591.90 | 97° 31' 43.46" | 18° 91' 79.16" |
| 49 | 677,626.70 | 2,092,871.10 | 97° 31' 33.28" | 18° 92' 04.29" |
| 50 | 677,245.40 | 2,093,008.80 | 97° 31' 69.35" | 18° 92' 17.06" |
| 51 | 677,047.60 | 2,093,123.40 | 97° 31' 88.02" | 18° 92' 27.59" |
| 52 | 677,197.80 | 2,093,491.30 | 97° 31' 73.43" | 18° 92' 60.69" |
| 53 | 677,407.10 | 2,093,370.20 | 97° 31' 53.67" | 18° 92' 49.57" |
| 54 | 677,576.70 | 2,093,741.10 | 97° 31' 37.23" | 18° 92' 82.93" |
| 55 | 677,575.90 | 2,093,901.40 | 97° 31' 37.16" | 18° 92' 97.42" |
| 56 | 677,370.10 | 2,093,918.60 | 97° 31' 56.68" | 18° 92' 99.14" |
| 57 | 677,189.10 | 2,093,981.50 | 97° 31' 73.81" | 18° 93' 04.99" |
| 58 | 677,540.80 | 2,094,618.80 | 97° 31' 39.85" | 18° 93' 62.25" |
| 59 | 677,965.20 | 2,094,476.40 | 97° 30' 99.68" | 18° 93' 49.02" |
| 60 | 678,403.90 | 2,094,802.10 | 97° 30' 57.74" | 18° 93' 78.06" |

La tabla mostrada a continuación presenta las coordenadas de ubicación de los aerogeneradores.

CAPÍTULO I

Tabla I.1.2.2. Coordenadas métricas de los Aerogeneradores, proyección UTM 14Q datum WGS84

| Aerogenerador | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| G01 | 677900 | 2092336 | 97° 18' 38.8146" | 18° 54' 56.0582" |
| G02 | 677849 | 2092670 | 97° 18' 40.4483" | 18° 55' 6.9363" |
| G03 | 677781 | 2093095 | 97° 18' 42.6332" | 18° 55' 20.7792" |
| G04 | 678828 | 2093863 | 97° 18' 6.6012" | 18° 55' 45.4293" |
| G05 | 679568 | 2094427 | 97° 17' 41.1258" | 18° 56' 3.5395" |
| G06 | 678267 | 2090679 | 97° 18' 26.8156" | 18° 54' 2.0555" |
| G07 | 678505 | 2093175 | 97° 18' 17.8654" | 18° 55' 23.1554" |
| G08 | 678702 | 2092896 | 97° 18' 11.2248" | 18° 55' 14.0204" |
| G09 | 679310 | 2093362 | 97° 17' 50.2941" | 18° 55' 28.9851" |
| G10 | 680425 | 2093258 | 97° 17' 12.2249" | 18° 55' 25.2522" |
| G11 | 678021 | 2092048 | 97° 18' 34.7739" | 18° 54' 46.6543" |
| G12 | 678401 | 2094631 | 97° 18' 20.9420" | 18° 56' 10.5393" |
| G13 | 678044 | 2093477 | 97° 18' 33.5206" | 18° 55' 33.1206" |
| G14 | 678391 | 2091256 | 97° 18' 22.3898" | 18° 54' 20.7819" |
| G15 | 677709 | 2093722 | 97° 18' 44.8890" | 18° 55' 41.1927" |
| G16 | 680356 | 2092964 | 97° 17' 14.6803" | 18° 55' 15.7127" |
| G17 | 677875 | 2090263 | 97° 18' 40.3456" | 18° 53' 48.6483" |
| G18 | 679652 | 2092473 | 97° 17' 38.9000" | 18° 54' 59.9662" |
| G20 | 678072 | 2090908 | 97° 18' 33.4038" | 18° 54' 9.5636" |
| G21 | 678311 | 2091583 | 97° 18' 25.0164" | 18° 54' 31.4414" |
| G23 | 679029 | 2093561 | 97° 17' 59.8315" | 18° 55' 35.5449" |
| G19 | 677810 | 2094091 | 97° 18' 41.3167" | 18° 55' 53.1618" |
| G22 | 679316 | 2092004 | 97° 17' 50.5363" | 18° 54' 44.8190" |
| G24 | 678965 | 2094457 | 97° 18' 1.7239" | 18° 56' 4.7042" |

A continuación se presenta un croquis con la ubicación del proyecto.

CAPÍTULO I

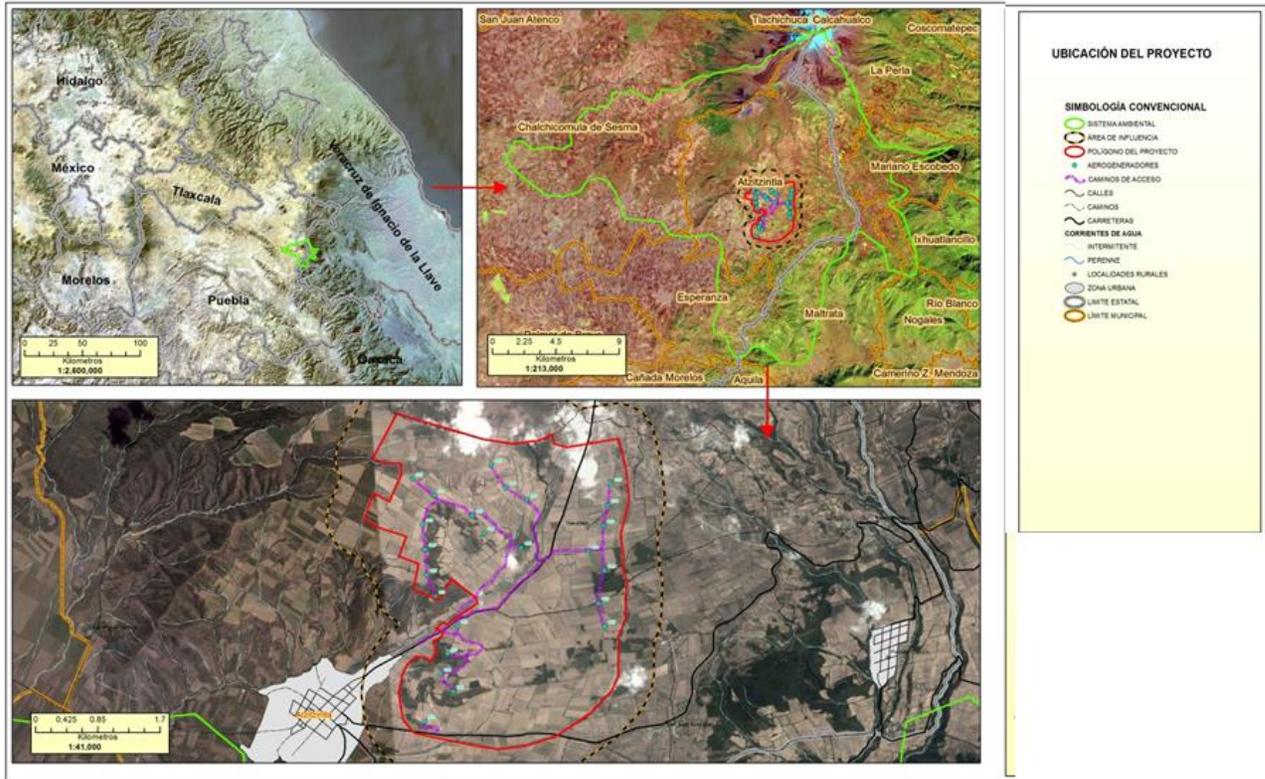


Figura I.1.2.1. Ubicación del proyecto a escala Nacional, Estatal y Municipal

1.1.3 Duración del proyecto

El proyecto tendrá una vida útil estimada en 30 años, durante este periodo la infraestructura recibirá mantenimiento preventivo y correctivo renovándose las estructuras de la obra en su caso.

CAPÍTULO I

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

CENTRAL EÓLICA DE MÉXICO 2, S.A.P.I. DE C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

CEM101210EI1.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente

Ralph Wegner. Representante legal.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio

Instituto de Asistencia en Investigaciones Ecológicas, A.C. INAINE.

Quím. Luis Manuel Guerra Garduño. Presidente y Director General.

Fís. León Pablo Hurtado Nava. Director Técnico.

Ing. Julio Antonio Flores Guevara. Especialista Ambiental

CAPÍTULO II

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, plan o programa

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto que se presenta a evaluación consiste en la instalación de 24 aerogeneradores clase IIIA de 125 m de alto y rotor de 126 m de diámetro, dos torres anemométricas, caminos interiores, cunetas, buses, cuarto de control, subestación eléctrica, oficinas de operación, fosa séptica y almacenes

II.1.2 Justificación

CEM2 contempla la ampliación en la capacidad de generación eléctrica del tipo eólico en la zona oriente Centro-Oriente del país, específicamente en el municipio de Atzitzintla, Estado de Puebla.

El Proyecto CEM2 se inscribe en el Sector Económico Secundario, dicho sector 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, electricidad, gas y agua.

El proyecto se realizará bajo el esquema de Generador bajo la Ley de la Industria Eléctrica. La Central será construida, financiada y operada por una empresa privada. Así mismo, otras empresas regionales firmarán con CEM2 un contrato para la compra de energía eléctrica.

II.1.3 Ubicación física

Las elevaciones del Eje Neovolcánico de Puebla en su interacción con la Sierra Madre Oriental Veracruzana aunado a la actividad de los vientos provenientes del Golfo de México constituyen una fuente potencial de energía eólica, ya que la velocidad y la dirección del viento que ahí se manifiestan durante todo el año permiten el establecimiento de aerogeneradores a escala comercial con niveles rentables. Dentro de las características que han sido estudiadas para la selección del sitio es la dirección del viento predominante que proviene del Este- Noreste. Esta particularidad del viento en la región, aunada a la presencia de lomeríos en las faldas del Volcán Pico de Orizaba, hace posible la ubicación de aerogeneradores haciendo un uso eficiente del terreno.

Esto ha sido validado con los resultados de la torre de medición instalada en el ejido de Atzitzintla y estudios de GL-GH (certificadores internacionales). El Proyecto tiene in situ una torre de medición de 60 mts. de altura monitoreando desde abril de 2011 la velocidad y tres torres de medición de 100 metros de altura instaladas entre agosto y noviembre de 2014, monitoreando la velocidad y dirección del viento, así como otras variables climáticas para establecer la capacidad de generación de la central eólica. El flujo del viento es muy laminar, es decir, no tiene ráfagas fuertes, lo cual es favorable para el desarrollo del Proyecto CEM2. El sitio para el Proyecto se ubica a 15 Km de la Subestación Esperanza, 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.

CAPÍTULO II

Criterios usados para determinar el sitio:

- Características de la ubicación indicando posibilidades de alta velocidad del viento, y por tanto alto recurso eólico.
- Mediciones preliminares a finales de 2010/Principios de 2011 tomadas en una antena de radio en Atzizintla a 30 metros de altura.
- Ubicación entre los Parques Nacionales de Pico de Orizaba y Cañón del Río Blanco, fuera de áreas naturales protegidas.

El proyecto se ubica dentro del municipio de Atzizintla, el cual se encuentra en la región centro-este del estado de Puebla. El municipio se ubica en las coordenadas geográficas 18° 54' 42" y 18° 58' 48" de latitud norte y los 97° 14' 36" y 97° 22' 36" de longitud oeste, colindando con los municipios de Chalchicomula de Sesma al norte, con los municipios veracruzanos de La Perla, Mariano Escobedo y Maltrata el este, al sur con Esperanza, y al oeste, con Chalchicomula de Sesma.

El polígono destinado al proyecto cuenta con una superficie 1,316.5 Ha se ubica en la parte central del municipio, a aproximadamente 2 km de la cabecera municipal. En la tabla siguiente se presentan las coordenadas de los vértices de dicho polígono

Tabla II.1.3.1. Coordenadas métricas de los vértices, proyección UTM 14Q datum WGS84

| Vértice | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|---------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 0 | 678,403.90 | 2,094,802.10 | 97° 30' 57.74" | 18° 93' 78.06" |
| 1 | 679,154.40 | 2,094,706.10 | 97° 29' 86.58" | 18° 93' 68.74" |
| 2 | 679,408.60 | 2,094,692.00 | 97° 29' 62.46" | 18° 93' 67.24" |
| 3 | 679,412.20 | 2,094,639.60 | 97° 29' 62.17" | 18° 93' 62.51" |
| 4 | 679,719.90 | 2,094,626.30 | 97° 29' 32.96" | 18° 93' 61.03" |
| 5 | 679,723.50 | 2,094,455.80 | 97° 29' 32.78" | 18° 93' 45.63" |
| 6 | 679,665.40 | 2,094,261.50 | 97° 29' 38.47" | 18° 93' 28.13" |
| 7 | 679,674.60 | 2,094,138.30 | 97° 29' 37.71" | 18° 93' 16.99" |
| 8 | 679,853.20 | 2,094,083.50 | 97° 29' 20.82" | 18° 93' 11.89" |
| 9 | 680,563.00 | 2,094,189.00 | 97° 28' 53.34" | 18° 93' 20.80" |
| 10 | 680,563.50 | 2,094,187.30 | 97° 28' 53.29" | 18° 93' 20.64" |
| 11 | 680,655.00 | 2,093,760.30 | 97° 28' 45.00" | 18° 92' 81.98" |
| 12 | 680,687.80 | 2,093,309.20 | 97° 28' 42.30" | 18° 92' 41.21" |
| 13 | 680,563.50 | 2,092,837.70 | 97° 28' 54.53" | 18° 91' 98.72" |
| 14 | 680,594.60 | 2,092,277.40 | 97° 28' 52.10" | 18° 91' 48.08" |
| 15 | 680,629.30 | 2,092,178.50 | 97° 28' 48.89" | 18° 91' 39.12" |
| 16 | 680,595.60 | 2,091,635.40 | 97° 28' 52.59" | 18° 90' 90.08" |
| 17 | 680,497.50 | 2,091,393.70 | 97° 28' 62.13" | 18° 90' 68.33" |
| 18 | 680,485.00 | 2,090,834.40 | 97° 28' 63.83" | 18° 90' 17.82" |
| 19 | 680,389.70 | 2,090,630.20 | 97° 28' 73.06" | 18° 89' 99.46" |
| 20 | 678,403.90 | 2,094,802.10 | 97° 30' 57.74" | 18° 93' 78.06" |

CAPÍTULO II

| Vértice | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|---------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 21 | 680,094.50 | 2,090,320.40 | 97° 29' 01.36" | 18° 89' 71.73" |
| 22 | 679,600.50 | 2,089,994.20 | 97° 29' 48.55" | 18° 89' 42.69" |
| 23 | 679,208.70 | 2,089,871.60 | 97° 29' 85.85" | 18° 89' 31.96" |
| 24 | 678,814.70 | 2,089,828.40 | 97° 30' 23.27" | 18° 89' 28.39" |
| 25 | 678,373.50 | 2,089,916.10 | 97° 30' 65.07" | 18° 89' 36.70" |
| 26 | 677,675.00 | 2,090,085.30 | 97° 31' 31.22" | 18° 89' 52.59" |
| 27 | 677,521.70 | 2,090,276.20 | 97° 31' 45.60" | 18° 89' 69.96" |
| 28 | 677,473.00 | 2,090,651.20 | 97° 31' 49.87" | 18° 90' 03.89" |
| 29 | 677,526.30 | 2,090,918.90 | 97° 31' 44.57" | 18° 90' 28.02" |
| 30 | 677,604.00 | 2,091,069.90 | 97° 31' 37.06" | 18° 90' 41.59" |
| 31 | 677,728.30 | 2,091,170.70 | 97° 31' 25.17" | 18° 90' 50.59" |
| 32 | 677,852.90 | 2,091,155.40 | 97° 31' 13.36" | 18° 90' 49.11" |
| 33 | 677,916.90 | 2,091,098.50 | 97° 31' 07.33" | 18° 90' 43.91" |
| 34 | 678,001.20 | 2,091,222.80 | 97° 30' 99.22" | 18° 90' 55.06" |
| 35 | 677,962.80 | 2,091,388.40 | 97° 31' 02.72" | 18° 90' 70.06" |
| 36 | 678,067.10 | 2,091,431.60 | 97° 30' 92.78" | 18° 90' 73.87" |
| 38 | 678,097.50 | 2,091,500.90 | 97° 30' 89.83" | 18° 90' 80.11" |
| 39 | 677,999.50 | 2,091,561.50 | 97° 30' 99.08" | 18° 90' 85.66" |
| 40 | 678,098.70 | 2,091,636.10 | 97° 30' 89.60" | 18° 90' 92.32" |
| 41 | 678,155.10 | 2,091,616.30 | 97° 30' 84.26" | 18° 90' 90.48" |
| 42 | 678,581.40 | 2,091,905.50 | 97° 30' 43.53" | 18° 91' 16.23" |
| 43 | 678,552.80 | 2,091,987.70 | 97° 30' 46.17" | 18° 91' 23.68" |
| 44 | 678,233.80 | 2,092,256.00 | 97° 30' 76.21" | 18° 91' 48.20" |
| 45 | 678,052.10 | 2,091,962.80 | 97° 30' 93.72" | 18° 91' 21.88" |
| 46 | 677,706.50 | 2,092,118.60 | 97° 31' 26.38" | 18° 91' 36.24" |
| 47 | 677,786.60 | 2,092,486.00 | 97° 31' 18.44" | 18° 91' 69.37" |
| 48 | 677,522.10 | 2,092,591.90 | 97° 31' 43.46" | 18° 91' 79.16" |
| 49 | 677,626.70 | 2,092,871.10 | 97° 31' 33.28" | 18° 92' 04.29" |
| 50 | 677,245.40 | 2,093,008.80 | 97° 31' 69.35" | 18° 92' 17.06" |
| 51 | 677,047.60 | 2,093,123.40 | 97° 31' 88.02" | 18° 92' 27.59" |
| 52 | 677,197.80 | 2,093,491.30 | 97° 31' 73.43" | 18° 92' 60.69" |
| 53 | 677,407.10 | 2,093,370.20 | 97° 31' 53.67" | 18° 92' 49.57" |
| 54 | 677,576.70 | 2,093,741.10 | 97° 31' 37.23" | 18° 92' 82.93" |
| 55 | 677,575.90 | 2,093,901.40 | 97° 31' 37.16" | 18° 92' 97.42" |
| 56 | 677,370.10 | 2,093,918.60 | 97° 31' 56.68" | 18° 92' 99.14" |
| 57 | 677,189.10 | 2,093,981.50 | 97° 31' 73.81" | 18° 93' 04.99" |
| 58 | 677,540.80 | 2,094,618.80 | 97° 31' 39.85" | 18° 93' 62.25" |
| 59 | 677,965.20 | 2,094,476.40 | 97° 30' 99.68" | 18° 93' 49.02" |

CAPÍTULO II

| Vértice | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 60 | 678,403.90 | 2,094,802.10 | 97° 30' 57.74" | 18° 93' 78.06" |

La tabla mostrada a continuación presenta las coordenadas de ubicación de los aerogeneradores.

Tabla II.1.3.2. Coordenadas métricas de los Aerogeneradores, proyección UTM 14Q datum WGS84

| Aerogenerador | Coordenadas en X | Coordenadas en Y | Longitud | Latitud |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| G01 | 677900 | 2092336 | 97° 18' 38.8146" | 18° 54' 56.0582" |
| G02 | 677849 | 2092670 | 97° 18' 40.4483" | 18° 55' 6.9363" |
| G03 | 677781 | 2093095 | 97° 18' 42.6332" | 18° 55' 20.7792" |
| G04 | 678828 | 2093863 | 97° 18' 6.6012" | 18° 55' 45.4293" |
| G05 | 679568 | 2094427 | 97° 17' 41.1258" | 18° 56' 3.5395" |
| G06 | 678267 | 2090679 | 97° 18' 26.8156" | 18° 54' 2.0555" |
| G07 | 678505 | 2093175 | 97° 18' 17.8654" | 18° 55' 23.1554" |
| G08 | 678702 | 2092896 | 97° 18' 11.2248" | 18° 55' 14.0204" |
| G09 | 679310 | 2093362 | 97° 17' 50.2941" | 18° 55' 28.9851" |
| G10 | 680425 | 2093258 | 97° 17' 12.2249" | 18° 55' 25.2522" |
| G11 | 678021 | 2092048 | 97° 18' 34.7739" | 18° 54' 46.6543" |
| G12 | 678401 | 2094631 | 97° 18' 20.9420" | 18° 56' 10.5393" |
| G13 | 678044 | 2093477 | 97° 18' 33.5206" | 18° 55' 33.1206" |
| G14 | 678391 | 2091256 | 97° 18' 22.3898" | 18° 54' 20.7819" |
| G15 | 677709 | 2093722 | 97° 18' 44.8890" | 18° 55' 41.1927" |
| G16 | 680356 | 2092964 | 97° 17' 14.6803" | 18° 55' 15.7127" |
| G17 | 677875 | 2090263 | 97° 18' 40.3456" | 18° 53' 48.6483" |
| G18 | 679652 | 2092473 | 97° 17' 38.9000" | 18° 54' 59.9662" |
| G20 | 678072 | 2090908 | 97° 18' 33.4038" | 18° 54' 9.5636" |
| G21 | 678311 | 2091583 | 97° 18' 25.0164" | 18° 54' 31.4414" |
| G23 | 679029 | 2093561 | 97° 17' 59.8315" | 18° 55' 35.5449" |
| G19 | 677810 | 2094091 | 97° 18' 41.3167" | 18° 55' 53.1618" |
| G22 | 679316 | 2092004 | 97° 17' 50.5363" | 18° 54' 44.8190" |
| G24 | 678965 | 2094457 | 97° 18' 1.7239" | 18° 56' 4.7042" |

A continuación se presenta un croquis con la ubicación del proyecto.

CAPÍTULO II

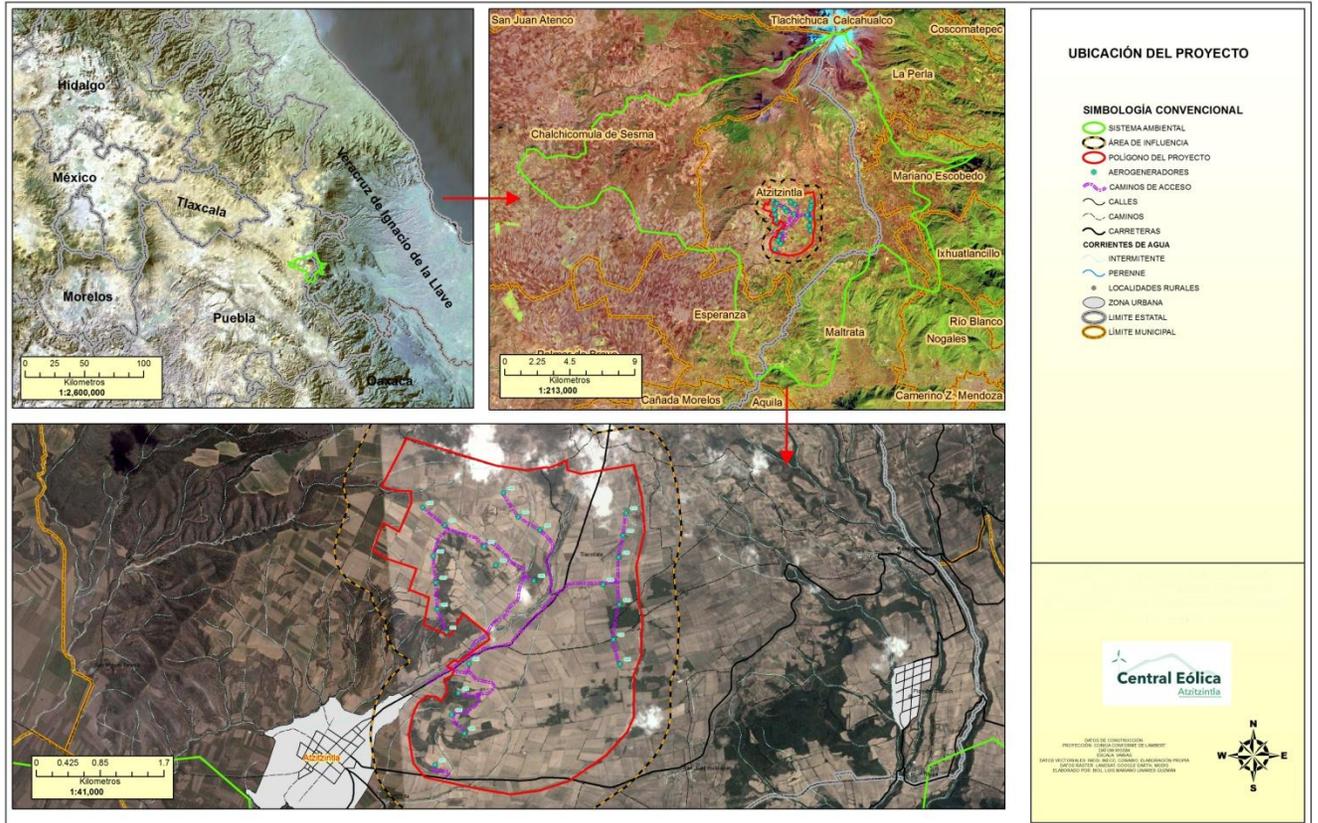


Figura II.1.3.1. Ubicación del proyecto a escala Nacional, Estatal y Municipal

CAPÍTULO II

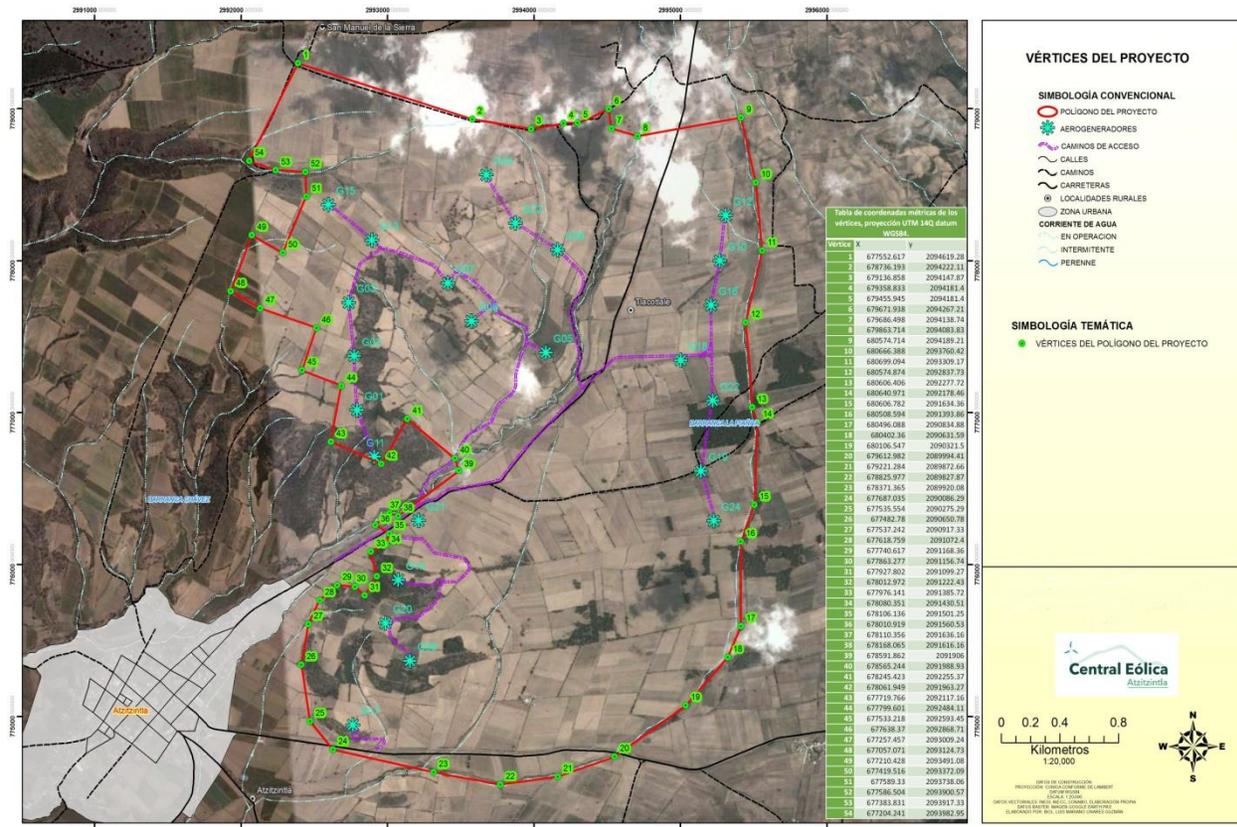


Figura II.1.3.2. Ubicación del proyecto, resaltando los vértices del polígono y la ubicación de los 24 Aerogeneradores

II.1.4 Inversión requerida

El proyecto se realizará bajo el esquema de Generador quién está desarrollando una Planta de generación eólica en Atzitzintla, Puebla la cual también será operada por el Generador.

La inversión total estimada para el proyecto es \$ 1, 748 millones de pesos, aproximadamente \$ 107.50 millones de dólares si se toma en cuenta un tipo de cambio de \$16.25 ‰. El presupuesto de construcción estimado es de \$ 1, 255 millones de pesos.

Los costos proyectados para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación serán de \$ 52 millones de pesos durante la etapa de construcción y \$ 126,042 millones de pesos para Gastos de Administración para la fase de construcción y operación.

Se tiene proyectado un Monto Total Gastos Operativos y de Reemplazo/Mantenimiento Mayor para la fase de Operación de \$ 1, 828 millones de pesos en donde vienen incluidos los costos por arrendamiento de las tierras.

La Planta será construida y operada por la empresa CEM2 y la inversión total tendrá una estructura de capital del 70% crédito/30% capital de riesgo.

CAPÍTULO II

A continuación se presenta un resumen financiero:

Tabla II.1.4.1. Resumen financiero del proyecto

| Miles de pesos | AIMES 10 | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Crédito construcción | 988,573 | 56.5 % |
| Crédito IVA | 169,720 | 9.7 % |
| Aportaciones capital en efectivo | 444,890 | 25.4 % |
| Aportaciones capital en especie | 0 | 0.0 % |
| IVA Recuperado | 145,160 | 8.3 % |
| Intereses recibidos por dinero en caja | 450 | 0.0 % |
| Origen de recursos | 1,748,792 | 100.0 % |
| Costo construcción | -1,255,889 | 71.8 % |
| Total otros gastos | -55,244 | 3.2 % |
| EBITDA generado | -2,500 | 0.1 % |
| IVA pagado | -209,781 | 12.0 % |
| Pago crédito | -210,379 | 12.0 % |
| Crear fondo de reserva durante construcción | -15,000 | 0.9 % |
| Uso de recursos | -1,748,792 | 100.0 % |

CAPÍTULO II

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

II.2.1 Programa de trabajo

Par la instalación de la central eólica se considera 19 meses para la preparación del sitio, construcción y pruebas de operación. En la tabla siguiente, se representan también los primero seis meses de la etapa de operación.

Tabla II.2.1.1. Programa general de trabajo del proyecto

| Actividades de instalación | Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|---|---|---|---|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Preparación del sitio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Canales para control de escurrimientos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de obras provisionales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subestación e instalaciones técnico-administrativas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte y despalme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alineaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caminos interiores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte y despalme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alineaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerogeneradores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte y despalme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subestación e instalaciones técnico-administrativas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones para cimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimentaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Armado de acero para castillos, columnas y trabes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción e instalaciones para suministro de servicios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acabados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caminos interiores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones para OD menor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inst. de OD menor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acarreos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terracerías | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accesos a áreas parceladas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revestimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerogeneradores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones para cepa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nivelación y colado de base de concreto simple | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colocación de cimbra y armado de varillas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colocación del sistema a tierra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colado de zapatas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CAPÍTULO II

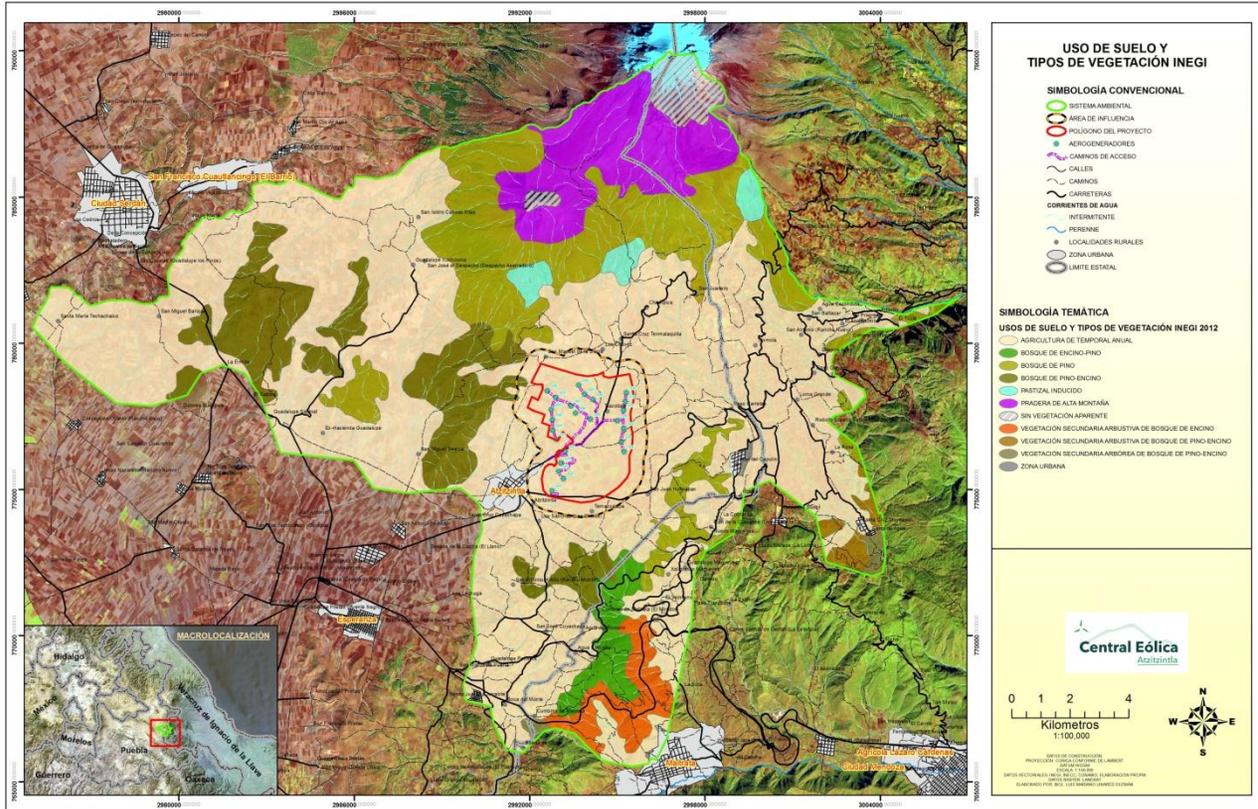


Figura II.2.2.1. Uso de Suelo y Tipos de Vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional

Es importante aclarar que las superficies que reportan ambas cartas, no concuerdan del todo con lo observado en campo. La aparente complejidad de esta representación cartográfica de ninguna manera puede interpretarse como medida de su precisión, pues la ubicación de los límites entre las comunidades vegetales se desconoce aún en muchas partes del país que no se han estudiado en forma fragmentaria (Rzedowski, 1978). Esto ha obligado a menudo a recurrir a generalizaciones en cuanto a las coberturas; en este caso, dentro del área del proyecto (AP), de algunos manchones cubiertos por vegetación, distribuidos en medio de terrenos agrícolas y viceversa.

Para INEGI y el INF algunas zonas asignadas a un USVEG de hecho correspondían a otra cobertura, tal es el caso de lo reportado como agrícola en la superficie total del AP, donde la dominancia a nivel de especies es muy clara partiendo de los estratos a la composición. La escala del mapa (1:100,000), por otra parte, ha impedido que se represente un gran número de pequeños manchones de vegetación con diferentes coberturas, que presentan una distribución muy marcada dentro del AP. Para ello, se consideró importante tomar fotografías en campo que fueron georeferenciadas en puntos específicos con el fin de brindar un mayor conocimiento en cuanto a las diferentes coberturas y categorías asignadas en determinadas superficies del AP.

CAPÍTULO II



Figura II.2.2.2. Coberturas de vegetación en superficies asignadas por INEGI y el INF con uso agrícola dentro del AP; sin embargo, lo observado en campo refleja que aun entre los campos agrícolas se encuentran fragmentos de los siguientes tipos de vegetación. A) Bosque de pino, B) Bosque de pino-encino, encino-pino, C) Bosque de encino-juniperus-izotal de alta montaña de Nolina, D) Bosque de encino. Las comunidades vegetales mencionadas presentan diferentes categorías de vegetación tanto primaria como secundaria



Figura II.2.2.3. La matriz de paisaje que se observa en la zona de estudio muestra un intenso cambio de uso del suelo para dar paso a la actividad agrícola, pero aun así dentro del AP se observan manchones de vegetación. A) Bosque de pino-encino con elementos arbóreos aislados y dispersos entre los terrenos agrícolas, B) Bosque cultivado (sitios reforestados con pino), C) Bosque cultivado (plantación forestal), D) Bosque de encino-juniperus-izotal de alta montaña de Nolina

CAPÍTULO II

El reemplazo de miles de hectáreas de coberturas vegetales nativas por sistemas de producción ha originado mosaicos donde convergen procesos ecológicos y culturales para el mantenimiento de la biodiversidad (Mendoza et al., 2006). Este proceso de transformación ha dado origen a los paisajes rurales que son porciones de la superficie terrestre donde la matriz del paisaje la constituye un tipo particular de cobertura antrópica o un mosaico de sistemas productivos con características socioeconómicas y biológicas propias. La transformación de los paisajes naturales en paisajes rurales ha causado que muchos ecosistemas estratégicos sólo pervivan como fragmentos aislados y dispersos con diferentes tamaños y formas, inmersos en matrices culturales y principalmente presentes en tierras ejidales, como el caso de la zona de estudio.

Las imágenes muestran que de cualquier modo, no se puede asignar una cobertura de lo reportado por ambas cartas, cuando la existente es otra, específicamente en el AP. Por ello, la situación y extensión se conoció con exactitud debido a la metodología empleada en este proyecto para evaluar la vegetación de la zona, utilizando procedimientos de fotointerpretación a partir de una imagen satelital de Google Earth y caracterización de la vegetación en campo. Por medio de la selección de áreas preestablecidas se definieron dos criterios utilizados: “Forestal” (fragmentos de bosque), diferenciándolas de aquellas que no presentan fragmentos de bosque “No Forestal” (agrícola, cercos vivos, carretera, caminos y brechas).

En este sentido, el mapa mostrado anteriormente parte de la integración de una gama de información que permitió tener una base sólida como unidad de investigación a nivel de (SAR)¹. Pero no significa que todos los USVEG serán directamente intervenidos con el proyecto; por ello, se creyó conveniente llevar a cabo la fotointerpretación únicamente dentro del AP, donde posiblemente serán mayores los impactos ambientales y así lograr acotar la información obtenida. Esta información permitió ajustar lo observado en campo a diferencia de las coberturas reportadas por INEGI y el INF. De este modo se logró obtener una valoración de las actuales coberturas y poder tener un panorama más claro de los impactos ambientales que han sido generados con antelación y que se manifiestan en la actualidad, así como aquellos que probablemente genere el proyecto en determinadas coberturas. Basándose en el trabajo de gabinete y la tarea de verificación en el terreno, se confeccionó un mapa definitivo.

¹ Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

CAPÍTULO II

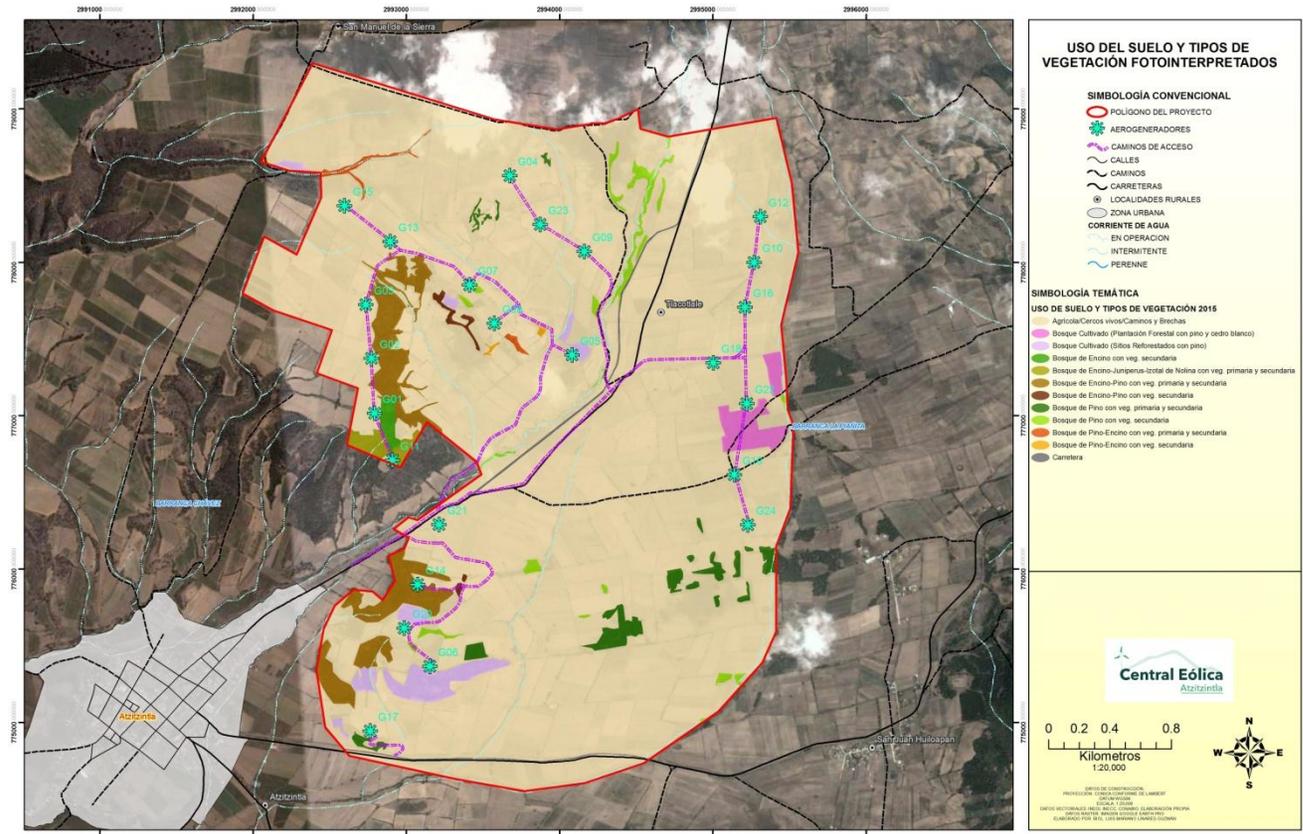


Figura II.2.2.4. Procedimiento de fotointerpretación para el USVEG dentro del AP a partir de una imagen satelital de Google Earth.

El mapa anterior permitió identificar que en general los bosques en la zona han sufrido pérdidas de cobertura, a través de los últimos años. Donde la fragmentación ha sido consecuencia de la deforestación y consiste en la formación de porciones o fragmentos de bosque que quedan aislados y rodeados de una matriz de paisajes transformados a otros tipos de cobertura, perdiendo conectividad entre ellos (De Lucio et al., 2003). La combinación de la reducción de la superficie de los fragmentos de bosque, la pérdida de conectividad entre estos y el efecto de borde implica cambios críticos para la composición de especies y las funciones ecológicas de los fragmentos de bosques remanentes (Lindenmeyer y Franklin 2002). Cabe destacar, que la presencia humana se ha convertido en un factor destructivo de la ecología local, fungiendo como el principal motor de cambio en la deforestación, transformación y modificación de los bosques.

El uso del suelo está inherentemente ligado con la sustentabilidad del uso de los recursos naturales, la forma e intensidad en que se modifica la cubierta vegetal determina la persistencia de los ecosistemas y, por ende, de los recursos y servicios que éstos proporcionan (Rzedowski, 1978; Gómez-Pompa, 1994). Es fundamental, por tanto, entender en detalle los procesos de cambio de uso del suelo y sus efectos. La degradación como concepto implica la pérdida de las capacidades productivas del ambiente debido a procesos de erosión, salinización, pérdida de nutrientes y modificación de la estructura del suelo (Landa et al., 1997). Con el fin de precisar el término deterioro ambiental, Landa et al., (1997) lo definen como una modificación del ambiente que implica una reducción o pérdida de sus cualidades físicas y biológicas, causadas por fenómenos

CAPÍTULO II

naturales o por actividades humanas, representando finalmente una disminución de la disponibilidad de los bienes y servicios del ecosistema para las poblaciones humanas”.



Figura II.2.2.5. La presencia humana ha contribuido notablemente en la deforestación del bosque, A) Asentamientos humanos, B) Tala selectiva de árboles, C) Extracción de leña, D) Fragmentación del bosque

De hecho, lo que a distancia parece ser bosques intactos de coníferas y latifoliadas suelen ser en realidad, ecosistemas muy degradados, particularmente donde la tala selectiva de árboles, la obtención de leña, carbón y madera para construcción, además de la extracción de ocote (trozos de madera de pino, impregnados de resina, que se usan para prender los fogones y que se obtienen de la parte inferior del tronco de ciertas especies), etc., suele ser muy intensa (Rzedowski, 1978; Toledo et al., 1989; González-Espinoza et al., 1991).

Todas estas actividades muestran una cobertura vegetal que presenta un mosaico complejo compuesto por rodales fragmentados con distintas condiciones de composición, estructura de edades y tamaños que representan diferentes etapas de la sucesión y comunidades secundarias de arbustos y herbáceas que ocupan los terrenos agrícolas abandonados y gran parte del sotobosque; lamentablemente la quema de este último con el fin de estimular el predominio de los pastos y otras herbáceas comestibles para el ganado (lo cual destruyen las semillas, plántulas e individuos juveniles), extensas áreas de bosque han sido reemplazadas por bosques secundarios, por pastizales y terrenos agrícolas como clímax desviado. Rzedowski (1978) considera que, esta práctica puede ser una causa de destrucción de los bosques de pino y encino mucho más importante que la suma de las demás formas de uso del suelo, lo que se nota por la chamuscada corteza de la mitad inferior de algunos troncos.

A todo esto se agrega el pastoreo de ganado en el sotobosque, ya que en esas condiciones la regeneración natural de las especies del dosel y el subdosel del bosque primario es muy difícil o nula (Ángeles et al., 1990). En suma, el deterioro ecológico actual dentro del SA y AP ha tenido como principales manifestaciones la deforestación y la erosión del suelo a una escala sin precedentes; además, de que algunas veces no se ha permitido que los ecosistemas se

CAPÍTULO II

recuperen. Si bien, la zona ecológica templada se caracteriza por la deforestación y la erosión del suelo en varios grados de severidad (Gómez-Pompa, 1985; Pineda Velázquez, 1990), en la zona de estudio estas causas ha generado la formación de grandes cárcavas con largos surcos que son producidas en rocas y suelos en lugares con pendientes muy inclinadas a causa de las avenidas de agua de lluvia, producto de la falta de una cobertura vegetal suficiente.



Figura II.2.2.6. Diferentes actividades y condiciones que presenta la vegetación y los suelos A) Quemas provocadas B) Rodales que presentan vegetación secundaria, C) Cárcavas generadas por la intensa erosión, D) Ganadería extensiva



Figura II.2.2.7. A causa de la intensa transformación y desplazamiento del bosque se manifiesta en mayor medida la erosión hídrica, formando profundas cárcavas que recorren amplias distancias hacia las partes bajas

CAPÍTULO II

En ese mismo contexto, cabe destacar, que lo que está ocurriendo en la zona de estudio, debido a su clima benéfico, tanto para la comodidad y bienestar humano como para la producción agrícola, la zona ha sido habitada y cultivada durante milenios y en ellas se domesticaron varios cultivos importantes que se extienden a la visibilidad desde cualquier punto alto dentro del AP. Por otro lado, con la conquista española llegaron del viejo mundo varios cultivos e implementos agrícolas que no solo estaban mejor adaptados a ciertos subtipos climáticos de esta zona ecológica que los cultivos y las tecnologías agrícolas locales, sino que se convirtieron, por derecho propio, en importantes cultivos alimenticios y comerciales (Zamudio et al., 1992).



Figura II.2.2.8. La agricultura en el AP ocupa amplias superficies que han modificado la dinámica, estructura y composición de los bosques que actualmente se desarrollan como parte de relictos estructurales

CAPÍTULO II



Figura II.2.2.9. La principal actividad en la zona de estudio es la agricultura de temporal anual, donde se siembran diferentes cultivos dependiendo de los periodos del año. A) Terrenos agrícolas con presencia de cercos vivos que delimitan las parcelas, B) Cultivo de maíz, C) Cultivo de papa, D) Cultivo de haba

Por lo tanto, se puede decir que la agricultura está ganando fuerza como principal actividad productiva hacia las zonas forestales. Esa ganancia de superficie no ha significado una recuperación sustancial del bosque, sino que ha favorecido la apertura y extensión de la frontera agrícola. Todo parece indicar que se trata de una transición hacia el desarrollo de actividades agrícolas extensivas.

No obstante, en algunos manchones observados a lo largo y ancho del AP los bosques, en general, han mostrado una importante recuperación (en muy baja escala). Dentro de las explicaciones tentativas a este fenómeno se encuentran: terrenos agrícolas que han sido abandonados en donde se observa una regeneración natural al ya no existir influencia antrópica y al valor que actualmente los ejidatarios le dan al bosque, así mismo, al ya no permitir que se lleve a cabo el desmonte y la tala ilegal por medio de la extracción selectiva de árboles.

CAPÍTULO II



Figura II.2.2.10. Campos agrícolas que fueron abandonados, donde han llegado algunas especies pioneras del disturbio formando parte de la sucesión secundaria del bosque

Los pinos no sólo son una de las principales especies dominantes de los bosques primarios y secundarios, sino que también representan la especie pionera predominante tras las perturbaciones naturales y antropogénicas, los bosques de pino en la zona de estudio se regeneran con relativa rapidez, de modo que estos ecosistemas se consideran comparativamente resistentes a la influencia humana, siempre y cuando ésta no sea tan intensa o prolongada que altere radicalmente las características del suelo o destruya las fuentes locales de semillas, indispensables para la regeneración del bosque (Rzedowski, 1978).

La adopción de la agricultura moderna mecanizada, el drástico incremento de la población, la explotación forestal, la expansión de la agricultura y ganadería, se han sumado provocando la degradación o destrucción de enormes extensiones de bosque que se reflejan dentro del SA y AP; sin embargo, las áreas reservadas para la conservación como el Parque Nacional Pico de Orizaba y la cuenca del río Blanco han funcionado, hasta la fecha, apenas como áreas recreativas para los habitantes urbanos, por lo que en muchos casos dentro de las áreas naturales protegidas, los ecosistemas para los cuales se crearon esas áreas ya se han degradado hasta el punto de que, en cuanto a conservación se refiere, tiene poco o ningún valor.

Cuerpos de agua

Dentro del (AP) no se presentan cuerpos de agua que pudieran verse afectados por las distintas actividades del proyecto; sin embargo, durante los recorridos realizados dentro del SA pero fuera del AP, aproximadamente a 1.00 km en línea recta con orientación Norte del polígono determinado como AP (ver siguiente imagen), se encuentra un nacimiento de agua.

CAPÍTULO II



Figura II.2.2.11. Ubicación espacial del nacimiento de agua que se encuentra fuera del AP

El agua es un recurso que tiene bastante valor para los habitantes de comunidades cercanas como Atzitzintla y Tesmalaquilla, que a través de los años los pobladores han aprovechado el abastecimiento del manantial por medio de tubos que se dirigen a distintos sitios en ambos poblados, dándole un actual uso; sin embargo, en muchos casos no se llevan a cabo programas ambientales que informen a los pobladores de los riesgos causados por actividades no sustentables, entre ellas la deforestación, lo que aumenta la desaparición del bosque y con ello la suma de factores que desencadenan un desequilibrio ambiental reduciendo los servicios ambientales. Prueba de ello, es que algunos pobladores comentan que cada vez es menor el agua en el manantial, esto muestra la intensa deforestación que ha sido causada a través de los últimos años y la disminución de recarga de mantos acuíferos por factores antropogénicos, hecho que justifica las imágenes mostradas anteriormente donde se ha expuesto evidencia fotográfica-descriptiva de las condiciones actuales donde se pretende llevar a cabo el proyecto para la instalación de la Central Eólica México 2 (CEM-2).

Cálculo del porcentaje de superficies de uso de suelo y vegetación

Es importante mencionar que este apartado se aborda discutiendo las superficies obtenidas por INEGI, 2012 y la fotointerpretación obtenida. El área que se requiere únicamente para llevar a cabo la afectación de la vegetación por las distintas obras y actividades corresponde a (1.567 Ha) que representa tan solo el (0.005%) del SAR y la superficie requerida para llevar a cabo el desmonte tan solo ocupa (0.06%), en donde gran parte de estas últimas superficies corresponden a terrenos agrícolas, cercos vivos, carretera, caminos y brechas. En ese mismo sentido, el AI ocupa el (6.49%) y para el caso de la superficie correspondiente al AP solo el (3.71%) con relación

CAPÍTULO II

al SA. Por ello, cabe aclarar que la superficie de afectación a la vegetación no resulta ser significativa en comparación con la superficie referida para el SAR.

Es importante mencionar que las superficies y usos de suelo obtenido de la base de datos de INEGI para el SAR, reporta un porcentaje del (65%) para superficie catalogada como “No Forestal” por presentar un uso de suelo con coberturas agrícolas de temporal anual, pastizal inducido, sin vegetación aparente y zona urbana. Mientras que reporta un (35%) de superficie catalogada como “Forestal” que la conforma el bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino, pradera de alta montaña, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino. En base a este análisis, es evidente que en las distintas escalas (SA, AI y AP) el patrón de dominancia antropogénica es muy similar con respecto a los tipos de vegetación, lo cual indica que en la zona de estudio las actividades antropogénicas han rebasado y afectado drásticamente a los ecosistemas originales.

Los diferentes USVEG reportados por (INEGI, 2012) dentro del SA, se describe brevemente a continuación:

1. **ASENTAMIENTOS HUMANOS:** Población de Atzizintla, Maltrata y pequeñas localidades dentro del SA como San José Cuyachapa, Xuchi, Texmola, Paso Carretas y Guadalupe Xochimola.
2. **SIN VEGETACIÓN APARENTE:** Áreas de suelos arenosos con escasa cobertura de vegetación y herbáceas anuales.
3. **PASTIZAL INDUCIDO:** Se presenta como pastizales con especies como *Aristida adscensionis*, *Bromus carinatus*, *Bromus dolichocarpus*, *Festuca tolucensis*, *Peyritschia koelerioides*, entre otras.
4. **AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL:** Áreas con riego de temporal de acuerdo a la época del año y cultivos anuales, presentan degradación del suelo por químicos y sobreexplotación de acuíferos.
5. **BOSQUE DE PINO-ENCINO:** Se desarrolla a altitudes entre los 1600 y 3000 msnm, donde el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 16 y 20°C y son propicias a descender y con precipitaciones que varían entre 700 y 1500 mm.
6. **BOSQUE DE ENCINO-PINO:** Los bosques de encino - pino son bosques mixtos de montaña con predominio de encinos sobre los pinos. Se localizan en el sistema montañoso de la Sierra Madre especialmente en México, extendiéndose desde el Suroeste de Estados Unidos hasta Nicaragua en Centroamérica.
7. **BOSQUE DE PINO:** Este ecosistema se distribuye principalmente en las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre del Sur, las sierras de Chiapas, Oaxaca y Baja California. México posee el record mundial en diversidad de pinos ya que más del 50% de las especies de pinos que existen en el mundo habitan en la República Mexicana.
8. **VEGETACION SECUNDARIA ARBOREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO:** Fase sucesional secundaria de la vegetación de Pino-Encino, con predominancia de árboles. Es una fase

CAPÍTULO II

relativamente madura. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

9. VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO: Fase sucesional secundaria de la vegetación de Bosque de Encino con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.
10. VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO: Se considera una fase sucesional secundaria de la vegetación de Bosque de Pino - Encino con predominancia de especies arbustivas. Existe la posibilidad de ser sustituida o no por una fase arbórea a mediano o largo plazo. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la que se tenía de forma inicial.

Después de presentar una breve descripción de cada uno de los USVEG, toma relevancia los bosques templados que se encuentran dentro del SA. En este sentido, México por su extensión y características geográficas alberga el (1.3%) de los recursos forestales mundiales (Guevara, 1999). Sus bosques templados, incluyen entre otros a las coníferas, que ocupan un área de 21 millones de hectáreas (CONAF, 1998) en las que se encuentra el 40% del total de las especies de pinos (Dvorak et al., 1996), donde el 85% de las cuales son endémicas (Segura, 1997).

Al respecto Solís (1994) ha indicado que como las poblaciones de este género se desarrollan a las mayores elevaciones sobre el nivel del mar, cumplen funciones de protección a otros recursos y amortigua los efectos de contaminación ambiental, además de contribuir como regulador del ciclo hidrológico como sucede en el área del proyecto ubicado en la región del Pico de Orizaba. Se estima que anualmente se deforestan alrededor de 212 mil hectáreas por diversas causas, entre ellas por desmonte, incendios forestales, cambios de uso de suelo, plagas, enfermedades y aprovechamiento ilegal (Hernández, 1997). Todo ello, ha conllevado a un gran deterioro, particularmente de los ecosistemas forestales mexicanos, que ha traído como consecuencia especialmente en el estado de Veracruz y Puebla, la pérdida o transformación del 70% de la vegetación original (Dorantes, 1996). Está situación es evidente en los bosques presentes en el SA delimitado para el proyecto CEM-2.

Los distintos USVEG obtenidos de (INEGI, 2012) se muestran en la siguiente tabla, mediante un comparativo entre el SAR y AI delimitado para el proyecto.

Tabla II.2.2.1. USVEG dentro del SAR y AI (INEGI, 2012)

| USVEG | Sistema ambiental (Ha) | Área de influencia (Ha) |
|---|------------------------|-------------------------|
| Agricultura de temporal anual | 20.508 | 2,134.2 |
| Bosque de encino-pino | 628 | 0.0 |
| Bosque de pino | 4.581 | 0.0 |
| Bosque de pino-encino | 2.957 | 12.7 |
| Pastizal inducido | 410 | 0.0 |
| Pradera de alta montaña | 2.256 | 0.0 |
| Sin vegetación aparente | 515 | 0.0 |
| Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino | 141 | 0.0 |
| Vegetación secundaria arbustiva de bosque de | 729 | 0.0 |

CAPÍTULO II

| | | |
|---|------------------|-----------------|
| encino | | |
| Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino | 230 | 0.0 |
| Zona urbana | 148 | 1.4 |
| AREA TOTAL | 33,102.62 | 2,148.29 |

Como resultado de las áreas mostradas en la tabla anterior, es importante mencionar que actividades antropogénicas, tanto poblacional como de tipo agropecuarias, ocupan un gran porcentaje a nivel del SAR y AI. Espacialmente es un impacto muy fuerte sobre los tipos de vegetación originales, sumando la presencia de vegetación secundaria y la condición por disturbio antropogénico; en este sentido, se tiene que el SAR se encuentra alterado en un 65.2% de acuerdo a los datos de INEGI del 2012. Las actividades antropogénicas con mayor cambio en sus coberturas forestales dentro del SAR se muestran de manera interpretativa en la siguiente imagen.

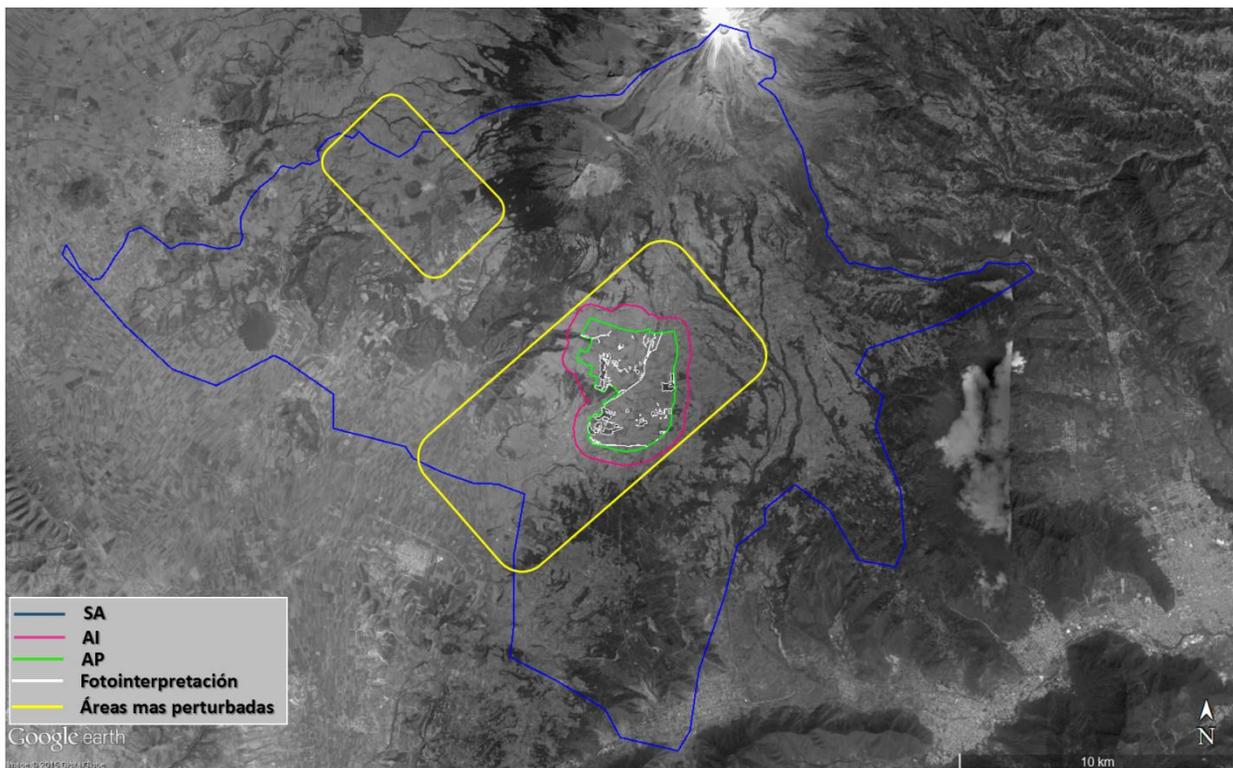


Figura II.2.2.12. Interpretación de zonas (Polígonos amarillos) con mayor grado de perturbación dentro del SAR

Como se puede observar en la imagen anterior para el SAR y de acuerdo a (INEGI, 2012), la agricultura de temporal ocupa una superficie de (20.508 ha) equivalente al (62%), sin vegetación aparente (1.6%) y pastizal inducido con el (1.2%), los cuales son los usos de suelos antrópicos dominantes que marcan claramente el paisaje a este nivel de escala. Con respecto al pastizal inducido cabe mencionar que es indicador de actividad pecuaria en toda la región, la cual es otra de las principales causas de impacto ambiental y degradación en la zona. Referente al AI y considerando información de (INEGI, 2012) los usos de suelos antrópicos dominan ampliamente con un (99%), zona urbana y agricultura de temporal y solo el (1%) es reportado como parte del bosque de pino-encino.

CAPÍTULO II

En este mismo sentido, cabe aclarar que dentro del AP, para (INEGI, 2012) se reporta un tipo de uso de suelo totalmente agrícola; por este motivo fue necesario realizar la fotointerpretación descrita en párrafos anteriores para conocer a detalle y con mayor precisión los diferentes USVEG observados dentro del AP. En ese sentido, se encontró que un (91.54%) de superficie es de tipo “No Forestal” ya que actualmente tiene uso agrícola, cercos vivos, carretera, caminos y brechas. Mientras que el (8.46%) actualmente ostentan vegetación con diferentes coberturas “Forestales”, entre los que destacan: Bosque cultivado (plantación forestal con pino y cedro blanco), bosque cultivado (sitios reforestados con pino), bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria, bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria, bosque de encino-pino con veg. secundaria, bosque de encino con veg. secundaria, bosque de pino-encino con veg. secundaria, bosque de pino con veg. primaria y secundaria y bosque de pino con veg. secundaria.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del USVEG correspondiente a la fotointerpretación realizada para el AP, donde se muestra un análisis más fino de lo observado directamente en campo.

Tabla II.2.2.2. USVEG dentro del AP

| USVEG | Superficie (Ha) | Porcentaje (%) |
|---|-----------------|----------------|
| Agrícola/cercos vivos/caminos y brechas | 16.823 | 90.80 |
| Bosque cultivado (plantación forestal con pino y cedro blanco) | 0.325 | 1.75 |
| Bosque cultivado (sitios reforestados con pino) | 0.084 | 0.45 |
| Bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria | 0.292 | 1.58 |
| Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | 0.438 | 2.36 |
| Bosque de encino-pino con veg. secundaria | 0.076 | 0.41 |
| Bosque de encino con veg. secundaria | 0.069 | 0.37 |
| Bosque de pino-encino con veg. secundaria | 0.006 | 0.03 |
| Bosque de pino con veg. primaria y secundaria | 0.105 | 0.57 |
| Bosque de pino con veg. secundaria | 0.172 | 0.93 |
| Carretera | 0.137 | 0.74 |
| TOTAL | 18.527 | 100 |

De manera general y basado en la fotointerpretación existe una dominancia muy marcada dentro del AP de coberturas “No Forestales” con ocupación de 16.960 Ha y en el caso de los manchones “Forestales” solo el 8.46% que corresponde a 1.567 Ha. La tendencia existente a este nivel de escala sigue evidenciando que las actividades antropogénicas se encuentran muy marcadas de manera puntual en la superficie de interés para el proyecto CEM-2.

El SAR del proyecto se presenta como un área donde la vegetación ha sufrido fuerte impacto por disturbio antropogénico, con la modificación de más de la mitad del territorio y dentro del AI se muestra una zona con fuerte disturbio por actividades agrícolas y pecuarias, donde la mayoría del territorio está destinado para estas actividades. El tipo de vegetación mayormente impactado en los últimos años han sido los bosques templados, provocando que hoy en día se mantengan solo algunos manchones de vegetación en condiciones primaria y secundaria, ambas en proceso de degradación.

Debido al tipo de obra, el impacto se puntualizará mayormente en los caminos de acceso y en menor medida en las plataformas de maniobra donde se colocarán los aerogeneradores. Cabe

CAPÍTULO II

aclarar, que la mayor cantidad de aerogeneradores serán colocados sobre superficies agrícolas. En este sentido, el área requerida para desmonte contempla una superficie de 18.527 Ha de las cuales considerando las coberturas forestales que ahí se desarrollan, únicamente se tendrá una afectación puntual de la vegetación de tan solo 1.567 Ha; sin embargo, vale la pena mencionar que con la aplicación de las medidas de mitigación mencionadas en su apartado correspondiente, algunos impactos a la vegetación podrán ser prevenidos y en su caso compensados; para ello, será importante llevar a cabo algunas acciones de plantación, rescate y reubicación de flora, para lograr disminuir o en su caso atenuar posibles impactos ambientales, esto dependerá del éxito de la aplicación de las medidas y la correcta ejecución de las mismas.

II.2.3 Representación gráfica local

El municipio de Atzitzintla cuenta con servicios urbanos como agua entubada, energía eléctrica y drenaje sanitario en la mayor parte de las viviendas y principalmente en la cabecera municipal. También cuenta con vías de comunicación como la carretera estatal que lo comunica con Esperanza y Veracruz, además de caminos rurales.

Por otra parte en cuanto a servicios públicos, el proyecto cuenta con comunidades cercanas donde se puede abastecer algunos servicios básicos; sin embargo dentro del predio para el proyecto será necesario contar con el abastecimiento de servicios básicos en el los frentes de trabajo como sanitarios móviles, agua potable y energía eléctrica a través de plantas móviles. Todo lo anterior será coordinado por el contratista.

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.

a) Superficie total del predio o de la trayectoria (m²)

El predio para la instalación de la Central Eólica México 2 cuenta con una superficie total de 1,316.5 Ha.

b) Superficie a afectar (m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio o en la trayectoria. Indicar para cada caso su relación (en porcentaje) respecto a la superficie total del predio.

Para poder determinar las afectaciones a la vegetación sobre los caminos de acceso, instalaciones técnico-administrativas y las plataformas de maniobra donde serán colocados los aerogeneradores, fue necesario realizar un análisis de las superficies del proyecto y determinar las áreas requeridas por los elementos para ubicar espacialmente las áreas de vegetación a afectar. El proyecto contempla los siguientes elementos.

Tabla II.2.3.1. Características del proyecto

| Elementos del proyecto | Ancho requerido |
|---------------------------------------|-----------------|
| Caminos de acceso | 12 m |
| Plataformas de maniobra | 40 x 25 m |
| Instalaciones técnico-administrativas | 200 x 200 m |

CAPÍTULO II

Mediante el software de información geográfica ArcGis 10.1 utilizando superposición de mapas, herramientas de extracción y proximidad, se determinaron espacialmente las superficies referidas para los elementos del proyecto y las áreas de afectación.

Tabla II.2.3.2. Superficie de afectación

| Elemento del proyecto | Áreas requeridas para desmonte (Ha) |
|--|-------------------------------------|
| Caminos de acceso | 16.127 |
| Plataformas maniobra | 2.4 |
| Instalaciones técnico-administrativas | 4.0 |
| Área total requerida | 22.527 |

Para poder obtener las superficies de afectación a la vegetación se tomaron en cuenta aquellas coberturas forestales por donde cruzan los caminos de acceso y en plataformas de maniobra, donde serán colocados los aerogeneradores, así como las instalaciones técnico-administrativas. La siguiente tabla muestra el uso del suelo y tipos de vegetación (USVEG) y las superficies correspondientes requeridas para el desmonte.

Tabla II.2.3.3. USVEG y superficies requeridas para desmonte

| Elementos del proyecto | USVEG | Áreas requeridas para desmonte (Ha) |
|--|--|-------------------------------------|
| Caminos de acceso y plataformas de maniobra | Agrícola/Cercos vivos/Caminos y Brechas | 20.823 |
| | Bosque cultivado (plantación forestal con pino y cedro blanco) | 0.325 |
| | Bosque cultivado (sitios reforestados con pino) | 0.084 |
| | Bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria | 0.292 |
| | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | 0.438 |
| | Bosque de encino-pino con veg. secundaria | 0.076 |
| | Bosque de encino con veg. secundaria | 0.069 |
| | Bosque de pino-encino con veg. secundaria | 0.006 |
| | Bosque de pino con veg. primaria y secundaria | 0.105 |
| | Bosque de pino con veg. secundaria | 0.172 |
| | Carretera | 0.137 |
| | ÁREA TOTAL REQUERIDA PARA EL DESMONTE | 22.527 |

Las áreas requeridas en caminos de acceso y plataformas de maniobra requieren 22.527 Ha que suman una superficie de 225,270 m², de las cuales el 92.0% (20.960 Ha) corresponden a superficies “No Forestales” entre las que destacan las siguientes coberturas (Agrícola/Cercos vivos/Carretera, Caminos y Brechas); sin embargo, las áreas que presentan únicamente cobertura “Forestal” donde se llevará a cabo el desmonte permanente representan el 8.46% por lo que únicamente se requieren 1.567 Ha que corresponden a una superficie de 15,676,597 m².

Entre la vegetación forestal que presenta mayor superficie de ocupación se encuentra: Bosque de encino-pino con vegetación primaria y secundaria (2.36%), le continua el bosque cultivado (plantación forestal con pino y cedro blanco) con 1.75%, bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con vegetación primaria y secundaria (1.58%), bosque de pino con vegetación secundaria (0.93%), bosque de pino con vegetación primaria y secundaria (0.57%), bosque cultivado (sitios reforestados con pino) con el 0.45%, bosque de encino-pino con vegetación secundaria (0.41%),

CAPÍTULO II

bosque de encino con vegetación secundaria (0.37%) y finalmente con la menor superficie se encuentra el bosque de pino-encino con vegetación secundaria ocupando tan solo el (0.03%).

Resumiendo la información anteriormente mencionada y de acuerdo a la condición de la vegetación, se determinaron dos tipos definidos por el USVEG, de la siguiente manera:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria y secundaria, definiéndose como el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan de manera natural, formando por los fragmentos de bosque observados en la zona de estudio.
- **No forestal.** Áreas agrícolas, cercos vivos, carretera, caminos y brechas. Se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de vegetación forestal. Así mismo, se considera como no forestal aquellas zonas sin vegetación aparente (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural).

En este sentido, la superficie total de USVEG para las dos categorías asignadas que corresponde a las superficies que serán desmontadas permanentemente ocupan una superficie total de 22.527 Ha, de las cuales se tienen que la vegetación forestal presenta una superficie de ocupación de 1.567 Ha, resultando ser la menormente afectada con el (8.0%), y para el caso de la vegetación no forestal ocupa la mayor superficie con 20.960 Ha, presentado el (92.0%).

Vale la pena mencionar que los distintos tipos de vegetación forestal en la zona de estudio están fuertemente amenazados por el impacto derivado de las actividades humanas. Los principales agentes directos de cambio han sido principalmente la agricultura y la deforestación, estas actividades en corto tiempo han generado una matriz de paisaje altamente fragmentada, lo que ha alterado considerablemente la estructura, composición y dinámica funcional del ecosistema, y con ello en gran medida la erosión de suelos y la disminución de recarga de acuíferos. Desafortunadamente, las actividades de deforestación y el cambio de uso de suelo en la región no han sido contrarrestados con suficientes acciones efectivas de protección ambiental, ni con medidas de apoyo permanente a programas para mejorar el manejo de superficies y evitar mayores pérdidas.

No obstante, los impactos que podrían generarse por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser compensados a través de diversas estrategias y acciones para rehabilitar zonas dañadas que incrementen la calidad y funcionalidad ecológica de sitios bien seleccionados, además de algunas acciones encaminadas a la protección y conservación de especies por medio del rescate y reubicación de flora silvestre de aquellas familias de interés que pudieran verse afectadas por la implementación del proyecto y con especial énfasis en las especies enlistadas en NOM-O59-SEMARNAT-2010. Por ello, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen dentro de su apartado correspondiente de la MIA-R.

c) **Superficie (en m²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje) respecto a la superficie total.**

La instalación del proyecto requiere que se ocupen superficies de forma temporal y de forma permanente. Las obras permanentes comprenden las áreas para el desplante de las torres (zapatas), que se insertan en el área de la plataforma de maniobra; los caminos de acceso y las áreas para la subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas.

A continuación se muestra la superficie a ocupar por tipo de obra.

CAPÍTULO II

Tabla II.2.3.4. Superficie de zapatas

| Obra | Dimensiones | Unidades | Superficie (m ²) |
|----------------|---------------|----------|------------------------------|
| Zapatas | 16.6 x 16.6 m | 24 | 24,000 |

Tabla II.2.3.5. Superficie para caminos de acceso

| Obra | Ancho de LC | Longitud | Superficie (m ²) |
|--------------------------|-------------|--------------|------------------------------|
| Caminos de acceso | 12 m | 12, 019.11 m | 144,229.39 |

Tabla II.2.3.5. Superficie para instalaciones técnico-administrativas

| Obra | Dimensiones | Superficie (m ²) |
|--|-------------|------------------------------|
| Instalaciones técnico-administrativas | 200 x 200 m | 40,000 |

De los datos anteriores se obtiene la superficie a ocupar de forma permanente y su proporción en relación a la superficie total del predio.

Tabla II.2.3.5. Porcentaje de superficie ocupada para obras permanentes

| Obra | Superficie (m ²) | Porcentaje del predio |
|--|------------------------------|-----------------------|
| Zapatas | 24,000 | 0.19 % |
| Caminos de acceso | 144,229.39 | 1.17 % |
| Instalaciones técnico-administrativas | 40,000 | 0.32 % |
| Total | 208,229.39 | 1.69 % |

II.2.4 Preparación del sitio y construcción

Preparación del sitio

- *Desmote y despalme (Instalaciones operativas, aerogeneradores, caminos):* La realización del desmote 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 desmote 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.
- *Instalación de obras provisionales:* se instalarán sanitarios portátiles, oficinas de campo, almacenes y bodegas, etc.
- *Instalación de obras de desvío de agua de lluvia:* 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.

Para realizar este proyecto se requerirán las siguientes obras o actividades provisionales.

CAPÍTULO II

Tabla II.2.4.1. Descripción de Obras provisionales

| Tipo de infraestructura | Descripción |
|---|--|
| 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 cercanas |
| Almacenes, bodegas y talleres | 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. 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. |
| Oficinas | Se instalarán oficinas provisionales o se usarán casetas móviles, que se retirarán al concluir esta etapa. |
| 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. |
| 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 50 m ² 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. |
| 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. |

Construcción

- Alineaciones (Instalaciones operativas, caminos): se realizaran las alineaciones del terreno necesarias conforme a diseño para la construcción de las áreas administrativas y para la construcción de los caminos de acceso.
- Excavaciones para cimentación (Instalaciones operativas, aerogeneradores): Se realizarán las excavaciones conforme a diseño para la cimentación de las áreas técnico-administrativas, así como para las torres troncocónicas.
- Excavaciones para obras de drenaje menor (caminos): Por su parte se deberán realizar las excavaciones conforme a diseño para la instalación de las obras de drenaje menor requeridas para el buen funcionamiento de los caminos de acceso.

CAPÍTULO II

- Acarreos para relleno de excavaciones: Se realizará el movimiento de material proveniente de las excavaciones a los sitios donde pueda ser aprovechado como relleno o en su caso a un sitio de tiro autorizado.
- Formación de terracerías y revestimiento de 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.
- Construcción de oficinas y almacenes permanentes: 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
- Construcción de zapatas para 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 16.6m 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. 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.
- Instalación de torres troncocónicas: 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.
- Instalación de góndolas y palas del rotor: 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.
- Conexión con fibra óptica de las partes del sistema de control, góndola y piso: 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
- Instalación de ductos eléctricos: Instalación del bus ducto a lo largo de los caminos interiores, en la margen contigua de las filas de los aerogeneradores (interconexión).

CAPÍTULO II

II.2.5 Operación y mantenimiento

Generalidades

Los aerogeneradores serán Clase IIIA, conforme a la norma internacional de la IEC (International Electrotechnical Commission) IEC-61400 Wind turbine Generator Systems. Estos se distribuirán, a lo largo del predio, en las cimas y crestas de los lomeríos y perpendiculares a la dirección predominante del viento; es importante considerar que la ubicación de los aerogeneradores se determinará optimizando su ubicación en función de la calidad del viento, cada aerogenerador cuenta con un camino de acceso y mantenimiento, los cuales se enlazarán con un camino de interconexión que enlazará los caminos a la subestación del proyecto; el camino principal de interconexión se construirá a partir del acondicionamiento de un camino interior existente.

La separación mínima recomendada entre aerogeneradores es de 10 veces el diámetro del rotor (1,140 m) en la dirección predominante del viento y 3 veces el diámetro del rotor (342 m) en cualquier otra dirección. En algunos puntos las restricciones de espacio harán quedar más cerca que estas distancias sin embargo la ubicación de cada torre se ha ajustado lo más posible a estas restricciones de seguridad.

El equipo por instalar consiste en aerogeneradores, G126-2.5 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 126 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 125 m; lo que con el radio de pala tiene una altura total de 145 m. Los aerogeneradores serán Clase IIIA conforme a la norma IEC-61400-1 (International Electrotechnical Commission, 3ª edición 2005-08) y estarán distribuidos en las cimas y crestas de los lomeríos, en forma escalonada, con una orientación SE-NO, perpendiculares a la dirección predominante del viento. Cada aerogenerador 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, y en la orientación que sea necesaria y 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).

En la siguiente figura se observa un prototipo de Generador G126-2.5.

CAPÍTULO II



Figura II.2.5.1. Aerogeneradores tipo G126-2.5

Cada aerogenerador contará con un transformador para elevar de 690 V a 34 kV el voltaje, mediante buses colectores, 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 115 kV.

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.

Tabla II.2.5.1. Características de los aerogeneradores tipo.

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Potencia | 2.5 MW |
| Altura de torre | 125 m |
| Diámetro de rotor | 126 m |
| Altura total (Torre + aspa) | 180 m |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Peso torre | 209.4 toneladas |
| Peso góndola | 115.5 toneladas |
| Peso rotor | 80.3 toneladas |
| Peso total | 486.2 toneladas |

CAPÍTULO II

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 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 56 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 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.

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.

Para el presente estudio, se considera como base el escenario compuesto por 24 aerogeneradores con capacidad individual de 2.5 MW.

Operación

El Proyecto Central Eólica Atzitzintla, 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 3 turnos de 8 horas. El número total de personas para la operación y mantenimiento del proyecto, se estima en 15 aproximadamente, divididos en los 3 turnos, entre técnicos y administrativos.

Las Centrales Eolo eléctricas 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 115 kV, después, se conducirá de ésta a la Subestación Esperanza que es hasta donde está considerado el alcance de este estudio.

CAPÍTULO II

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 orientarlas para disminuir el esfuerzo que el viento en velocidades excesivas puede ejercer en la pala.

Mantenimiento

Durante la etapa de operación del Proyecto, se programarán mantenimientos a los aerogeneradores acorde a lo indicado en la tabla siguiente. 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 Central Eólica Atzitzintla, es necesario contar con un programa de mantenimiento. En la tabla siguiente se enlistan las actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Tabla II.2.5.2. Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

| Actividad | Periodicidad |
|--|--------------|
| Mantenimiento preventivo | 3 meses |
| Mantenimiento correctivo | 12 meses |
| Mantenimiento predictivo | 6 meses |
| Inspección mayor | 12 meses |
| Inspección menor | 1 mes |
| Verificación de estado físico de aerogeneradores | 1 mes |
| Revisión de veleta | 6 meses |
| Revisión de anemómetro | 3 meses |
| Revisión de torre tubular | 12 meses |
| Revisión de sistema de tierras | 24 meses |
| Revisión de tablero de control inferior | 12 meses |
| Revisión de caja de engranes | 4 meses |
| Revisión de cables de fuerza | 12 meses |
| Revisión de barras de conexión transversal | 12 meses |

CAPÍTULO II

| | |
|-------------------|---------|
| Revisión de aspas | 6 meses |
|-------------------|---------|

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.

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.

Obras asociadas

Caminos internos: Para el desarrollo del Proyecto, con base en la disposición de los aerogeneradores, se pretenden construir 12.01 km de caminos para el acceso a la central, a la subestación eléctrica y a la supervisión de los aerogeneradores.

Instalaciones: En el arreglo de la central, se tiene estimada una superficie de 200 x 200 m en la que se ubicará: una Subestación Eléctrica e instalaciones técnico-administrativas; para la descarga de aguas residuales sanitarias y de servicios se construirá una fosa séptica.

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.

CAPÍTULO II

- 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.

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

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; se calcula que el proyecto tendrá una vida útil de 30 años.

II.2.7 Residuos

Generación de residuos

Residuos sólidos 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.

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.

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción para el proyecto, se muestran en la tabla siguiente.

CAPÍTULO II

Tabla II.2.7.1. 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 |
| <i>C = corrosividad, R = reactividad, E = explosividad, T = Toxicidad al ambiente, I = inflamabilidad. 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</i> | | | | |

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 Central Eólica Atzitzintla se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II.2.7.2. 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 m3 | Tambos etiquetados | Confinamiento autorizado |
| Baterías | C, T | 120 kg | No aplica | Venta para reciclamiento |
| <i>Características CRETI: C = corrosividad, R = reactividad, E = explosividad, T = Toxicidad al ambiente, I = inflamabilidad</i> | | | | |

- Las cantidades indicadas corresponden a la generación esperada durante un año de operación del Proyecto.
- 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
- 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 calculada en base a la operación de este tipo de centrales en México se muestra en la tabla siguiente.

CAPÍTULO II

Tabla II.2.7.3. Generación de residuos sólidos no peligrosos: durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

| Nombre del residuo | Cantidad generada |
|---|---------------------------------|
| Residuos de construcción | 540 m ³ |
| Residuos del despalle | 60, 319 m ³ |
| Residuos urbanos | 15 ton |
| Reciclables: cartón, madera, aluminio, 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: 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.

Tabla II.2.7.4. Generación de residuos sólidos durante la etapa de operación de la Central Eólica Atzitzintla

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

Manejo y disposición adecuada de los residuos

Aguas residuales sanitarias

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se contará con sanitarios portátiles para lo cual se contratará a una empresa autorizada para su recolección y disposición final. Durante la etapa de operación, 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.

Emisiones a la atmósfera

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Central Eólica, 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.. 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.

Durante las pruebas y puesta en servicio del Proyecto Central Eólica 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 la tabla siguiente 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.

CAPÍTULO II

Tabla II.2.7.5. Emisiones a la atmósfera, por fuentes móviles durante la etapa de operación del Proyecto

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

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 Central Eólica Atzitzintla.

Residuos sólidos no peligrosos y peligrosos

Para residuos urbanos durante la etapa de preparación del sitio y construcción se contará con tambos rotulados para su disposición de manera separada; podrán ser almacenados de forma temporal para ser llevados de forma periódica a el sitio de disposición final autorizado por el municipio. Así mismo durante la etapa de operación se contará con un sistema de colecta interno y una posterior disposición final en el sitio autorizado.

En el caso de los residuos peligrosos se contará con tambos con tapa para su disposición, así como un almacén temporal. Se contratará a una empresa autorizada para su colecta y transporte. 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.

CAPÍTULO III

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1 Instrumentos de política en materia ambiental

III.1.1 Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece que los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la República y que sean aprobados por el Senado, serán considerados Ley Suprema de la Unión. En este sentido la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmada por el ejecutivo federal en el año 1992, ratificada por el senado en 1993 y en vigor desde 1994, se considera Ley Suprema de la Unión.

El proyecto motivo de esta manifestación se vincula con los siguientes artículos de dicho Tratado.

Tabla III.1.1.1. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| <p>Artículo 3. Principios Las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente</p> <p>1. Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos.</p> <p>3. Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prevenir, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos</p> <p>4. Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberían promoverlo</p> | <p>Considerando que el proyecto motivo de la presente manifestación de impacto ambiental implica el aprovechamiento del viento para la generación de energía eléctrica, fuente que no genera emisiones de gases contaminantes o de efecto invernadero; el mismo se vincula positivamente con los principios citados de éste Tratado, ya que en función de sus características representa una medida de reducción de las causas del cambio climático, promoviendo el desarrollo sostenible en beneficio de las generaciones futuras y presentes.</p> |
| <p>Artículo 4. Compromisos</p> <p>1. Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:</p> <p>c) Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos</p> <p>f) Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él</p> | <p>El proyecto en comento, también se vincula positivamente con los compromisos establecidos en los incisos C y F del Tratado, en los cuales se menciona que las Partes, promoverán y apoyarán la aplicación y el desarrollo de tecnologías y prácticas que reduzcan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero (no controlados por el Protocolo de Montreal), y la consideración política del cambio climático.</p> |

CAPÍTULO III

III.1.2 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), es la guía que orienta las políticas y programas del Gobierno de la República, trazando sus objetivos y delineando las acciones específicas para alcanzarlos. Al mismo tiempo constituye el marco para definir los programas sectoriales que especificarán los objetivos, prioridades y políticas que deberán regir el desempeño de los diferentes sectores administrativos.

El Plan Nacional de Desarrollo se articula sobre cuatro Metas Nacionales: un México en Paz, un México incluyente, un México con Educación de Calidad, un México Próspero y un México con Responsabilidad Global. Al mismo tiempo, se presentan estrategias transversales para democratizar la productividad, para alcanzar un gobierno cercano y moderno, y para tener una perspectiva de género en todos los programas de la administración pública federal.

Resultado del análisis del Plan Nacional de Desarrollo, se encontró vinculación con el proyecto motivo de este estudio, con la meta **IV México Próspero**. La cual incluye el diagnóstico que abarca los temas de Desarrollo Sustentable y Energía. En éste diagnóstico se menciona lo siguiente:

IV.1. Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos.

Desarrollo Sustentable

“El mundo comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, lo que ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población”.

“Ello implica retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos, a la vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar”.

El proyecto en comento se vincula con el Diagnóstico sobre Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo al contribuir a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, concretamente en cuanto a la generación de energía eléctrica, lo que contribuye a lograr un desarrollo económico y social con responsabilidad ambiental.

Energía

“El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía”.

“En este contexto, tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética”.

CAPÍTULO III

Por otro lado, el presente proyecto se vincula con el Plan Nacional de Desarrollo en la sección de Diagnóstico del rubro de Energía, ya que coadyuvaría a satisfacer las necesidades energéticas del país a través de una tecnología de generación que utiliza una fuente renovable de energía, que es la eólica.

IV.2 Plan de acción: Eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país.

“Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de las fuentes renovables”.

VI.4. México Próspero

Tabla III.1.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

| Objetivo | Estrategia | Línea de Acción |
|---|---|--|
| Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo. | Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad. Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono. | Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero |
| Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva | Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país. | Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazos. Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas. |

Derivado del análisis del PND se encontró vinculación positiva del proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2), con las líneas de acción de las respectivas estrategias y objetivos, citadas en la tabla anterior. En función de que el mismo, representa la puesta en marcha una tecnología de nula generación de contaminantes de efecto invernadero, al tiempo de contribuir a la diversificación de la composición del parque de generación de electricidad y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.

III.1.3 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte

Los gobiernos de los tres países firmantes de este acuerdo, se declararon convencidos de: “la importancia de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente en sus territorios y de que la cooperación en estos terrenos es un elemento esencial para alcanzar el desarrollo sustentable, en beneficio de las generaciones presentes y futuras”

CAPÍTULO III

Artículo 1: Objetivos

Alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

El proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2) coincide con el objetivo arriba citado del artículo 1 del Acuerdo.

III.1.4 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Se integra por tres temas: Pilares de Política Nacional de cambio climático, Adaptación a los efectos del cambio climático y Desarrollo bajo en emisiones/ Mitigación. Cada uno de estos temas contiene ejes estratégicos y líneas de acción, los cuales definen los objetivos deseados.

La ENCC se utiliza una ruta de 10, 20 y 40 años en donde se definen los pilares de la política nacional en materia de cambio climático que sustentan los ejes estratégicos en materia de adaptación, a cada uno de estos ejes le corresponden líneas de acción en donde la continuidad y la integración son fundamentales, muchas veces requiriendo la conjunción de los esfuerzos y participación de los tres niveles de gobierno, y de todos los sectores de la sociedad.

Hitos en los próximos 10, 20 y 40 años que nos permitirían llegar a la visión planteada, y que presentan vinculación coincidente con el proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2).

Tabla III.1.4.1. Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)

| 10 Años | 20 Años | 40 Años |
|---|---|---|
| <p>Tecnologías limpias integradas al desarrollo productivo nacional Cerca de alcanzar el 35% de la generación eléctrica proveniente de fuentes limpias</p> | <p>Al menos 40% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias. La generación de electricidad mediante fuentes limpias crea empleos, incluyendo en sectores vulnerables. Crecimiento económico desacoplado de la dependencia a combustibles fósiles y sus impactos ambientales</p> | <p>La generación de energía limpia soporta el desarrollo económico de todos los sectores productivos de forma equitativa y sustentable Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.</p> |

En la ENCC se definen seis pilares de política nacional de cambio climático, tres ejes estratégicos en materia de adaptación y cinco ejes estratégicos en el tema de mitigación, de los cuales se encontró que el proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2) se vincula con los Ejes y Líneas de Acción respectivas siguientes. En todos los casos la vinculación resultó coincidente.

CAPÍTULO III

Tabla III.1.4.2. Ejes y Líneas de Acción, Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)

| Eje Estratégico | Línea de Acción |
|---|---|
| Adaptación | |
| A2 Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático. | A2.11 Fortalecer la infraestructura estratégica existente (comunicaciones, transportes, energía , entre otras) considerando escenarios climáticos. |
| A3 Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen. | A3.11 Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio. |
| Mitigación | |
| M1: Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia | M1.2 Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social. M1.5 Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente. Eólico M1.7 Fomentar la generación de energía eoloelectrónica y aprovechar su potencial terrestre y marino para asegurar la compatibilidad tecnológica, social y ambiental. |

III.1.5 Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018

En el año 2012, México publicó la Ley General de Cambio Climático, la cual prevé dos instrumentos fundamentales para orientar e instrumentar la política pública en la materia. En este sentido, la ENCC abarca el mediano y largo plazo, y el PECC el corto plazo. En este programa, se establecen los objetivos, estrategias, acciones y metas para hacer frente al cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación e investigación.

A continuación se presenta el objetivo del PECC que se encontró vinculante con el proyecto, así como las respectivas estrategias y líneas de acción. La vinculación resultó ser concordante.

Tabla III.1.5.1. Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018

| Objetivo | Estrategia | Línea de Acción |
|---|---|--|
| Objetivo 3. Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones. Este objetivo se articula con la meta nacional del PND México Próspero, particularmente con el Objetivo 4.4, cuya Estrategia 4.4.3., busca fortalecer la política nacional de cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono. Además, se sustenta en los artículos 31 a 37 de la LGCC y en los ejes estratégicos M1, M2 y M3 de la ENCC. El objetivo pretende detonar acciones costo | Estrategia 3.1. Ejecutar proyectos y acciones de eficiencia energética | 3.1.6 Establecer programas que incrementen la eficiencia energética de los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. |
| | Estrategia 3.2. Acelerar la transición energética a fuentes de energía menos intensivas en carbono | 3.2.1 Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias |

CAPÍTULO III

efectivas, con cobeneficios ambientales y de impacto significativo en mitigación de GEI. Se centra en la implementación de acciones de impacto directo como aquellas de eficiencia energética, cogeneración, uso de fuentes de energía limpia, y esquemas de movilidad sustentable.

III.1.6 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

Este programa, contiene los objetivos, estrategias y líneas de acción que definen las actividades prioritarias y concretas en materia de infraestructura impulsadas por el Gobierno de la República.

La visión del programa en comento es la siguiente, “La inversión en infraestructura es un tema estratégico y prioritario para México porque representa el medio para generar desarrollo y crecimiento económico y es la pieza clave para incrementar la competitividad. Por esta razón, y con el objeto de elevar el nivel de bienestar de la sociedad, se deben crear las condiciones necesarias que hagan posible el desarrollo integral de todas las regiones y sectores del país, a fin de que todos los mexicanos puedan desarrollar su potencial productivo conforme a las metas que se hayan propuesto”

Derivado del análisis de éste Programa, se encontró vinculación coincidente con el siguiente objetivo, estrategia y línea de acción respectiva

Tabla III.1.6.1. Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

| Objetivo | Estrategia | Línea de Acción |
|--|---|---|
| Objetivo 2. Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos. | Estrategia 2.5 Desarrollar infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor costo y con bajo impacto ambiental. | Línea de acción 2.5.3 Desarrollar proyectos de generación que permitan el aprovechamiento de recursos renovables hídricos, eólicos y solares. |

III.1.7 Programa Sectorial de Energía 2013-2018

Este programa contiene los objetivos y prioridades políticas que definirán el desarrollo de las actividades del sector energético del país. Por otro lado, obedece a lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo como eje rector de las políticas públicas y como director del rumbo de las actividades del Gobierno Federal, alineándose con las metas nacionales y las estrategias transversales que el mismo contiene.

En palabras del propio Programa Sectorial de Energía en vigor, se considera lo siguiente:

“El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de cualquier sociedad; su escasez se convierte en un obstáculo para el crecimiento y desarrollo económico. Por ello, es imperativo que el sector sea capaz de satisfacer las necesidades energéticas, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y promoviendo el uso eficiente de la energía”.

CAPÍTULO III

“El país dispone de un potencial de fuentes de energía indiscutible, tanto fósiles como limpias, con un amplio portafolio de recursos renovables (eólico, solar, geotérmico, biomasa e hídrico). Por ello, aun cuando se prevé que durante las próximas décadas los hidrocarburos continúen representando el principal energético primario, es indispensable reforzar y continuar impulsando acciones concretas para el logro de una mayor diversificación de la matriz energética. En este sentido, deben impulsarse tecnologías que permitan un mayor aprovechamiento de los recursos en sus diferentes etapas de desarrollo y que permitan capturar importantes beneficios económicos, sociales y medio ambientales”.

Debe considerarse que, según lo establece la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, en el año 2024 la generación a partir de fuentes fósiles no deberá rebasar el 65% del total, lo que representa un desafío significativo para el sector eléctrico, en el que se requerirá la incorporación de tecnologías de generación que utilizan fuentes renovables de energía.

En términos de diversificación y transición energética, este programa menciona que la generación de electricidad a partir de fuentes renovables y la diversificación de la matriz energética representan una prioridad para la presente administración.

Se realizó un análisis de los objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Energía vigente, encontrando vinculación con los siguientes:

Tabla III.1.7.1. Programa Sectorial de Energía 2013-2018

| Objetivo | Estrategia | Línea de Acción |
|---|---|--|
| Objetivo 2. Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional | Estrategia 2.1 Desarrollar la infraestructura eléctrica nacional, con criterios de economía, seguridad, sustentabilidad y viabilidad económica. | Línea de acción 2.1.1 Planear la expansión de la infraestructura eléctrica nacional conforme al incremento de la demanda, incorporando energías limpias, externalidades y diversificación energética. Línea de acción 2.1.2 Expandir la infraestructura, cumpliendo con las metas de energía limpia del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables. |
| Objetivo 5. Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental. | Estrategia 5.1 Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad. | |

III.1.8 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

México tiene importantes oportunidades para mitigar sus emisiones de GEI, entre ellas, reducir las del sector energético a través del impulso a las energías renovables. Este programa establece que la SEMARNAT “buscará que los incrementos en productividad y el crecimiento de la economía estén vinculados con una menor emisión de Gases de Efecto Invernadero”

Una vez realizado el análisis del presente instrumento de política ambiental, se encontró la siguiente vinculación con el proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2)

CAPÍTULO III

Tabla III.1.8.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

| Objetivo | Estrategia | Línea de Acción |
|--|---|---|
| Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente. | Estrategia 1.2 Propiciar una gestión ambiental integral para promover el desarrollo de proyectos de inversión que cumplan con criterios de sustentabilidad. | Línea de Acción 1.2.1 Normar, regular y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al país como una economía de bajo carbono. |

III.1.9 Programa Especial para el Aprovechamiento de energías renovables

Este programa tiene por objetivo guiar a México hacia el cumplimiento de las metas establecidas en la legislación sobre el aprovechamiento de energías no fósiles y limpias.

Del análisis del presente programa, se encontró la vinculación siguiente, que resulto en concordante.

Tabla III.1.9.1. Programa Especial para el Aprovechamiento de energías renovables

| Objetivo | Estrategia | Línea de Acción |
|---|---|--|
| Objetivo 1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía. | Estrategia 1.3. Desarrollar proyectos de energía renovable y cogeneración eficiente. Estrategia 1.1. Promover el manejo eficiente y sustentable del capital natural y reforzar el cuidado del medio ambiente del país. | Línea de acción 1.4.6 Promover el mayor uso de energías limpias. |

III.1.10 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental que regula e induce 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.

De acuerdo con el Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Al mismo tiempo, establece los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras cosas, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En función de la escala del POEGT, se establece que el mismo no tiene como objeto la prohibición o autorización del uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, no obstante los diferentes sectores adquieren el compromiso de orientar tanto sus programas y proyectos como sus acciones hacia el desarrollo sustentable de cada región, coincidiendo con las prioridades que éste programa establece, y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico regionales y locales vigentes.

El proyecto que nos ocupa, se ubica en la **Región Ecológica 17.32** y en la **Unidad Ambiental Biofísica 122 denominada Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote.**

CAPÍTULO III

El estado del medio ambiente en 2008 fue determinado como inestable y con conflicto sectorial bajo, el escenario al año 2033 fue establecido como inestable a crítico para la UAB 122, con una política ambiental de restauración y aprovechamiento sustentable y prioridad de atención media.

A Continuación se enlistan las características de dicho estado del medio ambiente según el POEGT:

- No presenta superficie de Áreas Naturales Protegidas
- Baja degradación de los suelos
- Muy alta degradación de la vegetación
- Sin degradación por desertificación
- Modificación antropogénica baja
- Longitud de carreteras: Media
- Porcentaje de zonas urbanas: Muy bajo
- Porcentaje de cuerpos de agua: Muy bajo
- Densidad poblacional: Muy baja
- Alta marginación social
- Índice medio de educación: Bajo
- Índice medio de salud: Bajo
- Hacinamiento en vivienda: Alto
- Indicador de consolidación de la vivienda: Bajo
- Indicador de capitalización industrial: Muy bajo
- Porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal: Medio
- Porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios: Bajo
- Actividad agrícola: Sin información
- Importancia de la actividad minera: Media
- Importancia de la actividad ganadera: Alta

CAPÍTULO III

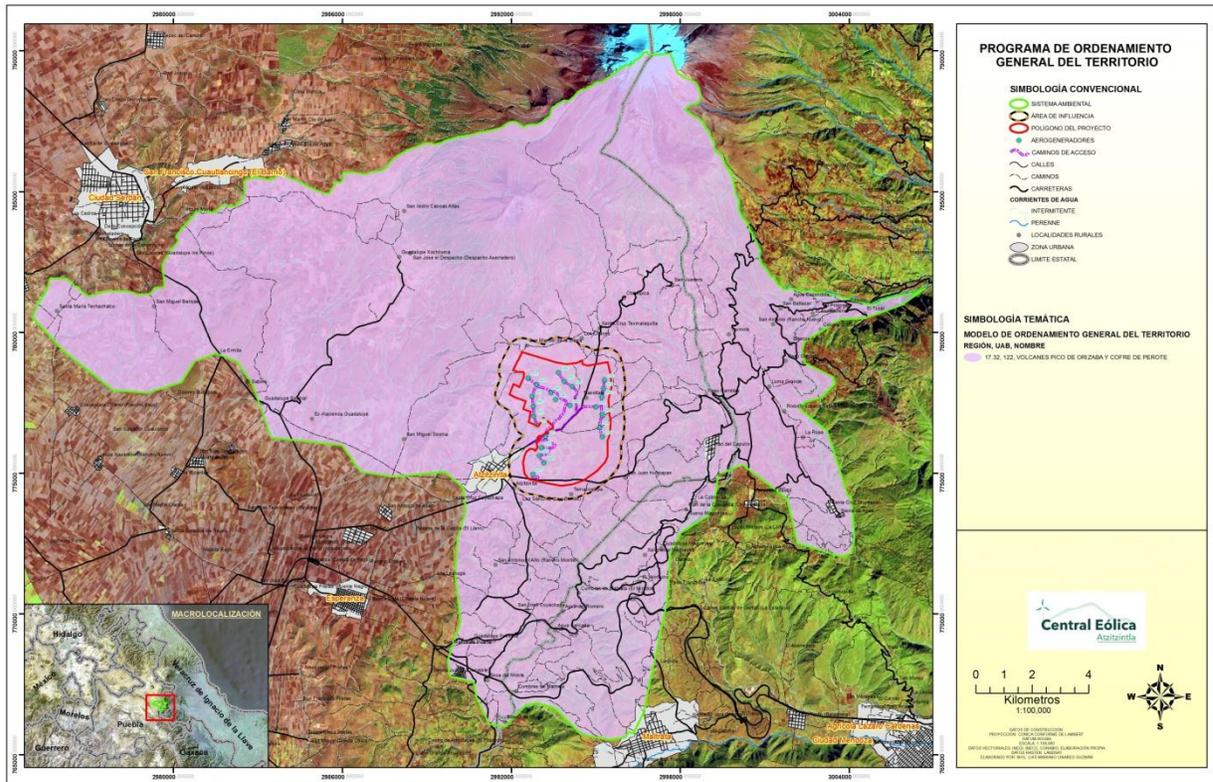


Figura III.1.10.1. Ubicación del proyecto en la Región Ecológica 17.32 y Unidad Ambiental Biofísica 122 Volcanes de Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

En la siguiente tabla se pueden observar los lineamientos para la UAB 122 y las estrategias sectoriales que aplican en la misma.

Tabla III.1.10.1. Lineamientos para la UAB 122 y las estrategias sectoriales

| UAB | Rectores del desarrollo | Coadyuvantes del desarrollo | Asociados del desarrollo | Otros sectores de interés | Estrategias sectoriales |
|-----|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| 122 | Preservación De Flora Y Fauna | Desarrollo Social -Forestal | Agricultura - Ganadería | Minería - Pueblos Indígenas | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 |

En la siguiente tabla se describen las estrategias sectoriales de la UAB 122, y su vinculación con el proyecto.

CAPÍTULO III

Tabla III.1.10.2. Estrategias sectoriales de la UAB 122, y su vinculación con el proyecto

| <i>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</i> | | <i>Vinculación</i> |
|--|--|---|
| A) Preservación | 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. | En función de las características del proyecto, y el estado de los ecosistemas de la zona, el mismo no atenta contra las estrategias de preservación aquí mencionadas. Por otro lado las acciones de mitigación y compensación propuestas representarían si, una contribución al logro de dichas estrategias. |
| B) Aprovechamiento sustentable | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales. | Toda vez que el proyecto no implica algún tipo de aprovechamiento, únicamente se relaciona con la estrategia 8 de este grupo, y respecto a la misma, el proyecto no significa una afectación a los servicios ambientales que prestan los ecosistemas de la zona. Por otro lado, las medidas de mitigación y compensación propuestas contribuirían a sostener y mejorar los servicios ambientales de los ecosistemas de la zona. |
| C) Protección de los recurso naturales | 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | El proyecto en comento no implica afectación alguna a los recursos hídricos de la zona, tampoco tiene relación alguna con el uso de agroquímicos o fertilizantes. Al mismo tiempo y en relación al punto 12 de protección a los ecosistemas, se estima que los impactos ambientales del proyecto no perjudican del forma alguna el equilibrio y funcionalidad de los mismos (que por otro lado se encuentran actualmente en un estado de degradación alto), Aunado a ello, se estima que las medidas de mitigación y compensación propuestas apoyarían la protección de los ecosistemas de la zona. |
| D) Restauración | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | Las acciones de despalme y desmote que se consideran aplicar para el establecimiento de las plataformas de los aerogeneradores y para la apertura de caminos, no representan un impacto significativo sobre el ecosistema forestal y el suelo agrícola. Por otro lado, se deberá presentar en tiempo y forma el estudio técnico justificativo respectivo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |

CAPÍTULO III

| | | |
|--|---|--|
| <p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales renovables actividades económicas producción servicios.</p> | <p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> | <p>De acuerdo al tipo de proyecto, el mismo no tiene relación alguna con el punto 15 bis. Respecto al punto 15, siempre que sea factible se deberán aplicar los productos del Servicio Geológico Mexicano en lo conducente.</p> |
| <p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</p> | | <p>Vinculación</p> |
| <p>A) Suelo urbano y vivienda</p> | <p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p> | <p>El proyecto en comento, en función de sus características no tiene relación alguna con este punto.</p> |
| <p>B) Zonas de riesgo y prevención contingencias</p> | <p>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.</p> | <p>Se deberán considerar en todo lo conducente, las acciones y precauciones necesarias para evitar los riesgos ambientales y reducir la vulnerabilidad física</p> |
| <p>C) Agua y saneamiento</p> | <p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> | <p>El proyecto en comento no presenta relación alguna con este rubro.</p> |
| <p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</p> | <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p> | <p>En función de la ubicación del proyecto, el mismo no presenta relación alguna con los puntos aquí referidos.</p> |
| <p>E) Desarrollo social</p> | <p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de</p> | <p>En función de las características del proyecto, el mismo no presenta relación alguna con las estrategias de este inciso.</p> |

CAPÍTULO III

| <p>capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p> | | |
|--|---|--|
| Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional | | Vinculación |
| A) Marco jurídico | 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | En todo lo conducente a los derechos de la propiedad rural y siempre que se tenga interacción con ella, se deberá respetar cabalmente dicho derecho. |
| B) Planeación del ordenamiento territorial | 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. | El proyecto en comento no presenta relación alguna con las estrategias sectoriales de este inciso. |

En función tanto de las características del proyecto como del estado en que se encuentran los ecosistemas del Sistema Ambiental, se determina que el proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2) no contraviene en alguna de sus fases, las estrategias sectoriales que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio establece para la Unidad Ambiental Biofísica 122 denominada Volcanes de Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

III.1.11 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México

III.1.11.1 Región Terrestre Prioritaria 122 Pico de Orizaba - Cofre de Perote

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias tiene como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que contengan una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales.

CAPÍTULO III

El proyecto en comento incide en la Región Terrestre Prioritaria 122 denominada “Pico de Orizaba-Cofre de Perote”.

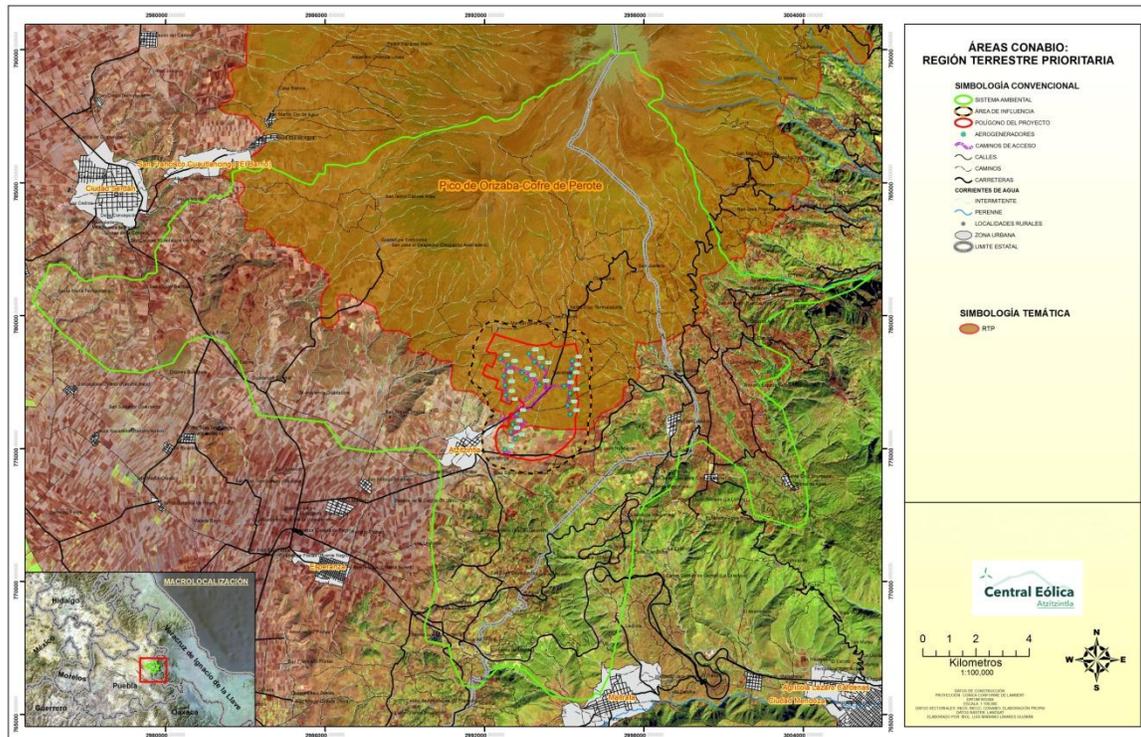


Figura III.1.11.1.1. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 122 Pico de Orizaba-Cofre de Perote.

En esta región se encuentra el macizo montañoso más grande del país, fue considerada como prioritaria debido al contacto que se genera entre las zonas tropicales húmedas del este, templadas al norte y semiáridas al oeste, junto con su gran diversidad ecosistémica que incluye ambientes semidesérticos y montañosos que van desde el límite altitudinal del bosque, al este y la zona semiárida poblano-veracruzana, al oeste, hasta las cimas del Cofre de Perote y el Pico de Orizaba. La siguiente tabla muestra el valor para la conservación de los aspectos bióticos de esta RTP.

Tabla III.1.11.1.1. Valor para la conservación de los aspectos bióticos de esta RTP

| Aspectos bióticos | Valor para la conservación |
|--|----------------------------|
| Diversidad ecosistémica | 3 - Alto |
| Integridad ecológica funcional. En las partes altas aún se conservan áreas con una integridad ecológica alta, | 3 - Medio |
| Función como corredor biológico. Zona de contacto entre la Sierra Madre Oriental, las zonas tropicales húmedas del este y las semiáridas del oeste | 3 - Alto |
| Fenómenos naturales extraordinarios | 0 – No se conoce |
| Presencia de endemismos. Principalmente para las especies que componen las comunidades de matorrales y para los reptiles y anfibios. | 3 - Alto |
| Riqueza específica. Principalmente para plantas vasculares y vertebrados | 2 Medio |
| Función como centro de origen y diversificación natural | 2 Importante |

CAPÍTULO III

Aspectos antropogénicos.

Entre los principales problemas en la región cabe mencionar el incremento de la frontera agrícola, la deforestación, el pastoreo y la quema. Dada esta situación la región actualmente está prácticamente aislada. La siguiente tabla muestra la problemática ambiental detectada en la zona según la ficha técnica de esta RTP, publicada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Tabla III.1.11.1.2. Problemática ambiental detectada en la zona

| Problemática ambiental | Valor para la conservación: |
|---|-----------------------------|
| Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: Información no disponible. | 0 (no se conoce) |
| Pérdida de superficie original: En general cerca de 50%, pero especialmente para las zonas bajas | 2 (medio) |
| Nivel de fragmentación de la región: Debido principalmente a las prácticas productivas inadecuadas. | 3 (alto) |
| Cambios en la densidad poblacional: Principalmente para los centros urbanos como Perote, Orizaba, Xalapa. | 3 (alto) |
| Presión sobre especies clave: Principalmente para las especies de pinos. | 3 (alto) |
| Concentración de especies en riesgo: Principalmente para los vertebrados. | 3 (alto) |
| Prácticas de manejo inadecuado: Destacan las actividades de ganadería y deforestación. | 3 (alto) |

Tabla III.1.11.1.3. Valores para la conservación

| Conservación | Valor para la conservación |
|---|----------------------------|
| Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado. Principalmente ejercido por algunas ONG. | 1 (bajo) |
| Importancia de los servicios ambientales. En cuanto a la captura de agua para zonas agrícolas de las planicies. | 3 (alto) |
| Presencia de grupos organizados. Caracterizados principalmente por comunidades campesinas y el gobierno federal. | 3 (alto) |

Habiendo analizado los valores para la conservación tanto de los aspectos bióticos, como de la problemática ambiental y de conservación de ésta Región Terrestre Prioritaria, y considerando las características del proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2), se encontró que la ejecución del mismo no representa detrimento alguno de los valores mencionados y por lo tanto no existe controversia entre el proyecto y lo estipulado por esta Región Terrestre Prioritaria.

CAPÍTULO III

III.1.11.2 Región Hidrológica Prioritaria

En el año 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, tomando en consideración las características de biodiversidad así como los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, estableciendo entonces un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de los planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

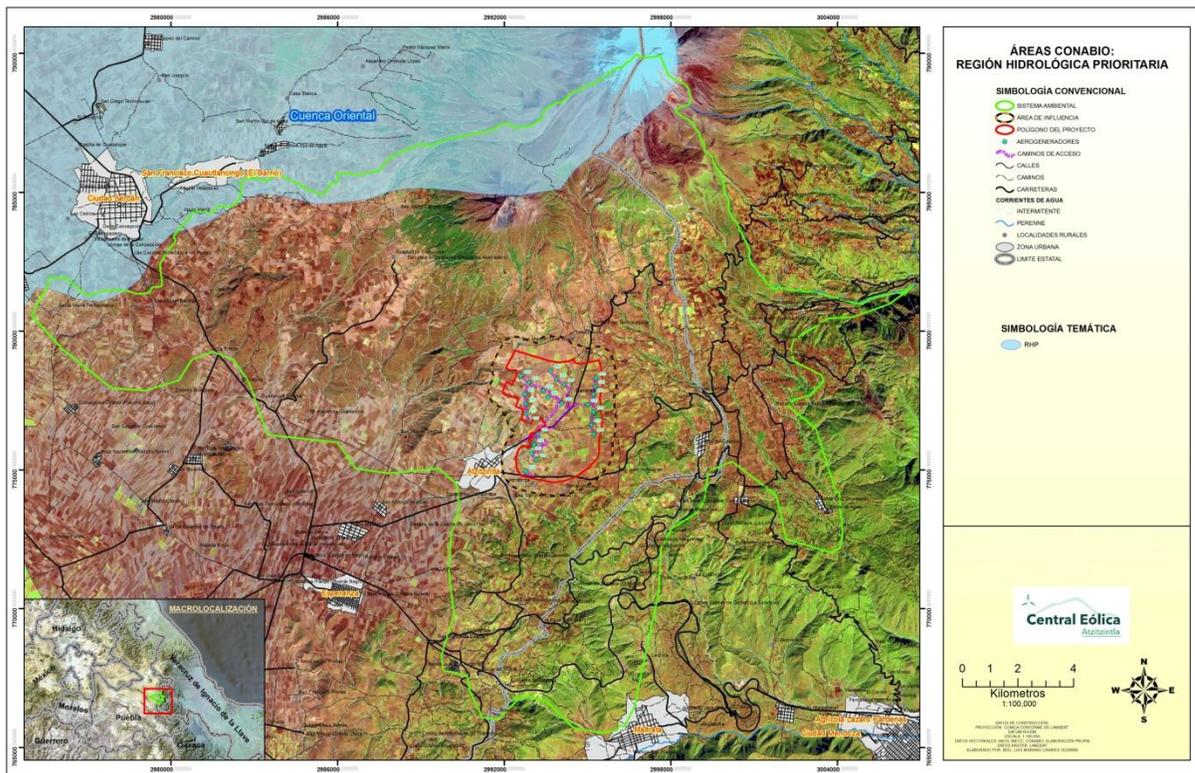


Figura III.1.11.2.1. Ubicación del proyecto “Central Eólica México 2 (CEM-2)” respecto a la Región Hidrológica Prioritaria más cercana, que es la número 70 denominada Cuenca Oriental

Como se puede observar en la figura III.1.11.2.1, tanto el polígono como el área de influencia del proyecto Central Eólica México 2 (CEM-2) no interactúan con la delimitación de la más cercana RTP denominada Cuenca Oriental. Al mismo tiempo, la delimitación del sistema ambiental si traslapa con la delimitación de dicha RHP, no obstante y en función de las características del proyecto, no se considera que el mismo, a través de su área de influencia intervenga de forma alguna en la RHP Cuenca Oriental.

CAPÍTULO III

III.1.11.3 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad

La delimitación de este tipo de sitios prioritarios, constituye un avance respecto a las RTP's ya que estos sitios presentan una mayor resolución. La identificación de los sitios se hizo con base en variables biológicas, usando metas de conservación y factores de presión que amenacen su biodiversidad. Las metas de conservación deseada se expresan en un porcentaje de la superficie del objeto de conservación, respecto al territorio nacional.

Los valores de metas de especies (vertebrados terrestres y plantas) y tipos de vegetación, se asignaron utilizando criterios de rareza, endemismo, estados de riesgo de extinción y presión por comercio internacional. Así mismo, se tomaron en cuenta tipos de vegetación en estado crítico, áreas con alta riqueza de especies y concentración de especies endémicas. En cuanto a las presiones o amenazas, se seleccionaron factores principalmente antropogénicos. Respecto al cambio de uso de suelo, se le reconoció como la causa principal de pérdida de biodiversidad y se le otorgó una ponderación mayor¹.

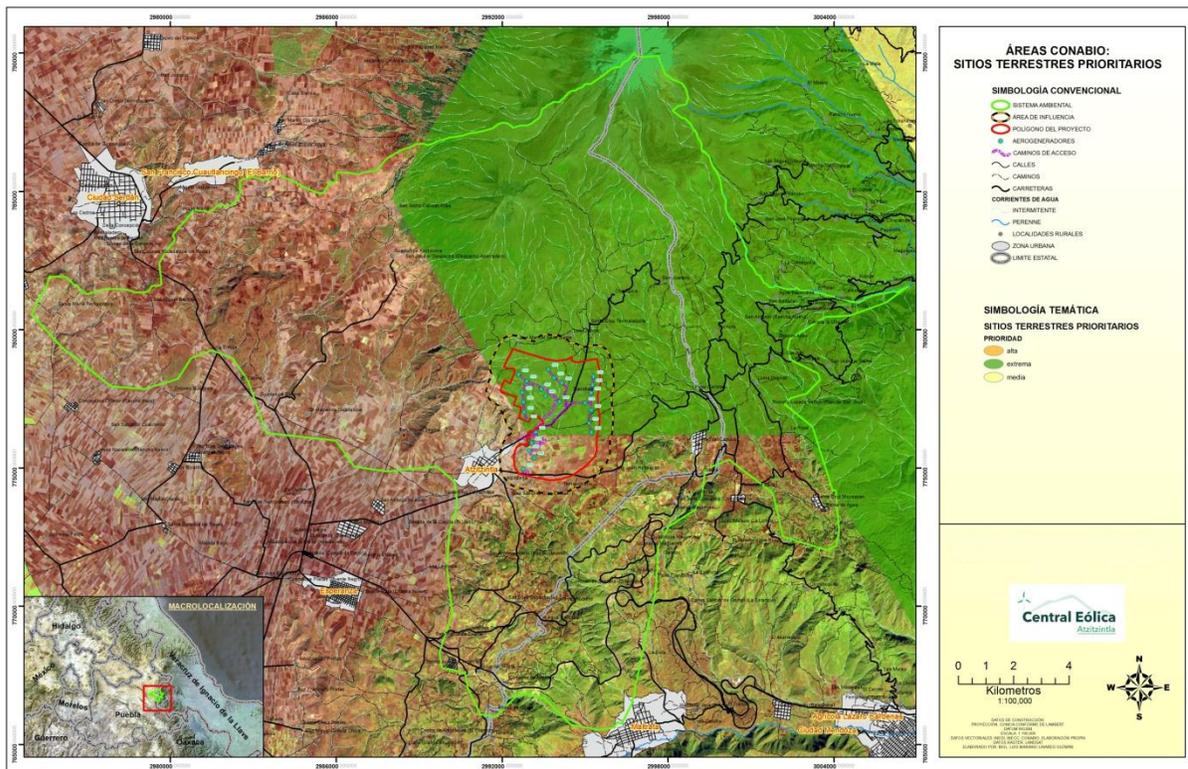


Figura III.1.11.3.1. Ubicación del proyecto respecto al polígono más cercano de los Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.

¹ Fuente: <http://www.smaas.campeche.gob.mx/siseia/wp-content/uploads/metadatos/sitios-prioritarios-terrestres-conservacion-biodiversidad.html> Consultado 20/06/2015

CAPÍTULO III

Más allá de la clasificación de los Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad en categorías de prioridad, no están aún establecidas políticas o criterios de conservación para cada una de las categorías, no obstante y tomando en cuenta los criterios de conservación que motivan la creación de estos sitios, y contrastando las características del proyecto con dichos criterios, se observa que el mismo, no atenta contra la conservación de la biodiversidad que los mismos establecen.

III.1.11.4 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad

La identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales es una herramienta que se utiliza para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable de estos recursos.

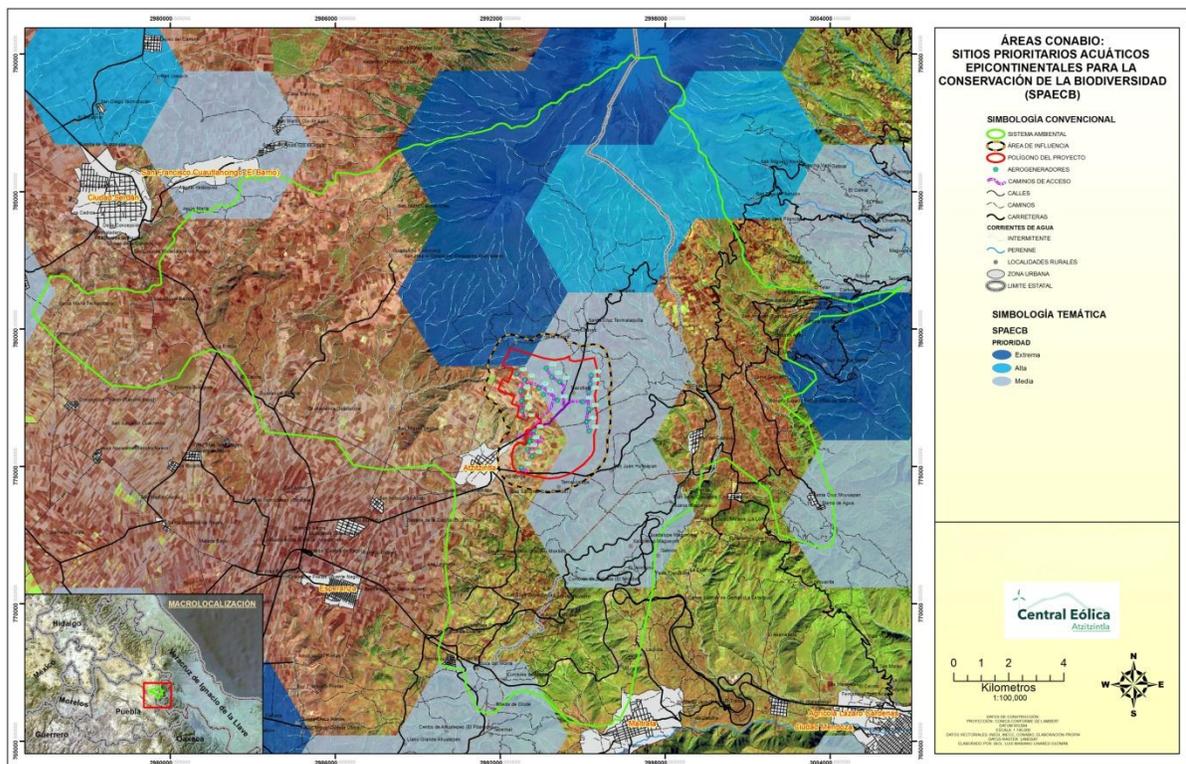


Figura III.1.11.4.1. Ubicación del proyecto respecto a los polígonos coincidentes de los Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad.

Como se puede observar en la figura III.1.11.4.1, el polígono del proyecto incide en dos hexágonos considerados de prioridad media y en un hexágono de prioridad extrema. Es importante mencionar que fuera de la clasificación de estos hexágonos en categorías de prioridad, no está aún disponible información sobre los mismos, respecto a criterios o estrategias aplicables a los mismos, que pueda ser vinculada. Al mismo tiempo, debido al tipo de proyecto y las características de sus impactos ambientales, el mismo no tendrá efectos sobre la calidad del agua, ni sobre las corrientes intermitentes y escurrimientos en la zona, por lo cual no existe controversia alguna entre el mismo y los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable que representan los Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad con los que incide el polígono del proyecto.

CAPÍTULO III

III.1.11.5 Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Las AICA surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

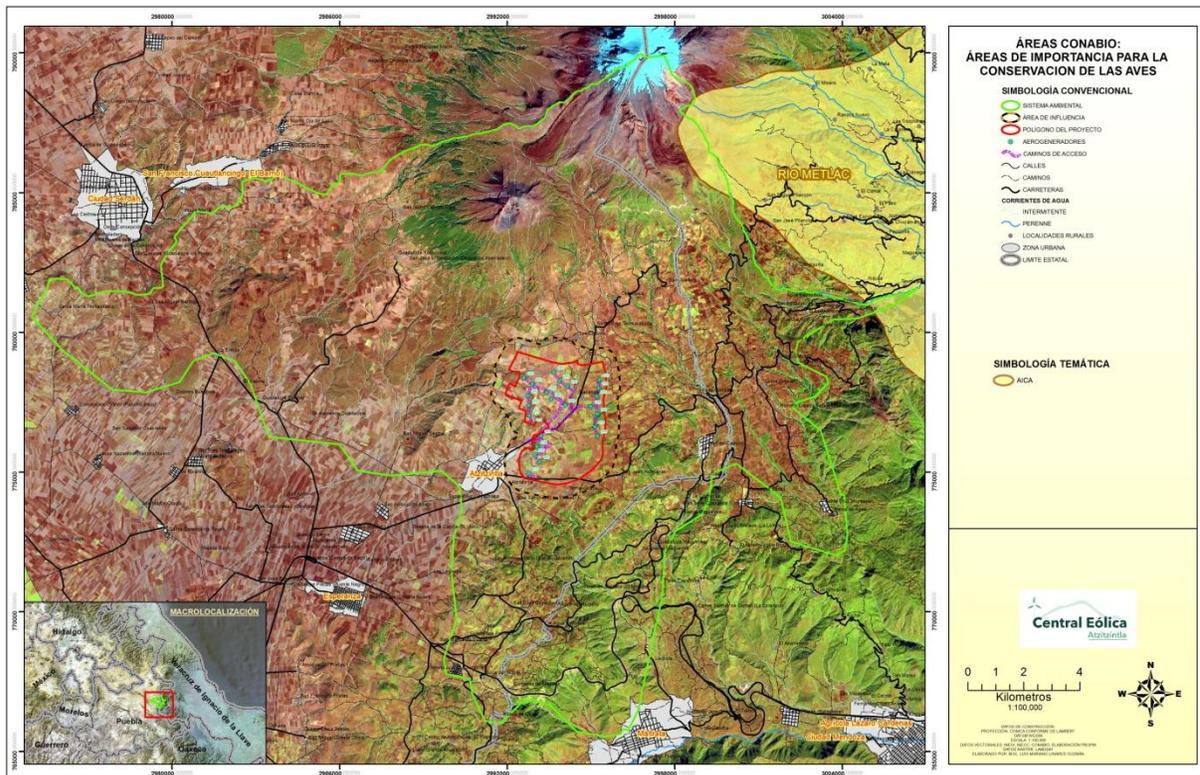


Figura III.1.11.5.1. Ubicación del proyecto respecto al AICA SE-01 denominada Río Metlac

Como se puede observar en la figura III.1.11.5.1, únicamente el sistema ambiental del proyecto coincide con un segmento del polígono del AICA SE-01 Río Metlac. Por lo tanto y considerando las características del proyecto, se estima que no existe influencia alguna por parte del mismo respecto a las consideraciones del AICA coincidente.

III.1.11.6 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) más cercanas al proyecto y su área de influencia son el Parque Nacional Pico de Orizaba, al norte y el Parque Nacional Cañón del Río Blanco, al sur. Situación que se puede observar en la figura III.1.11.6.1.

CAPÍTULO III

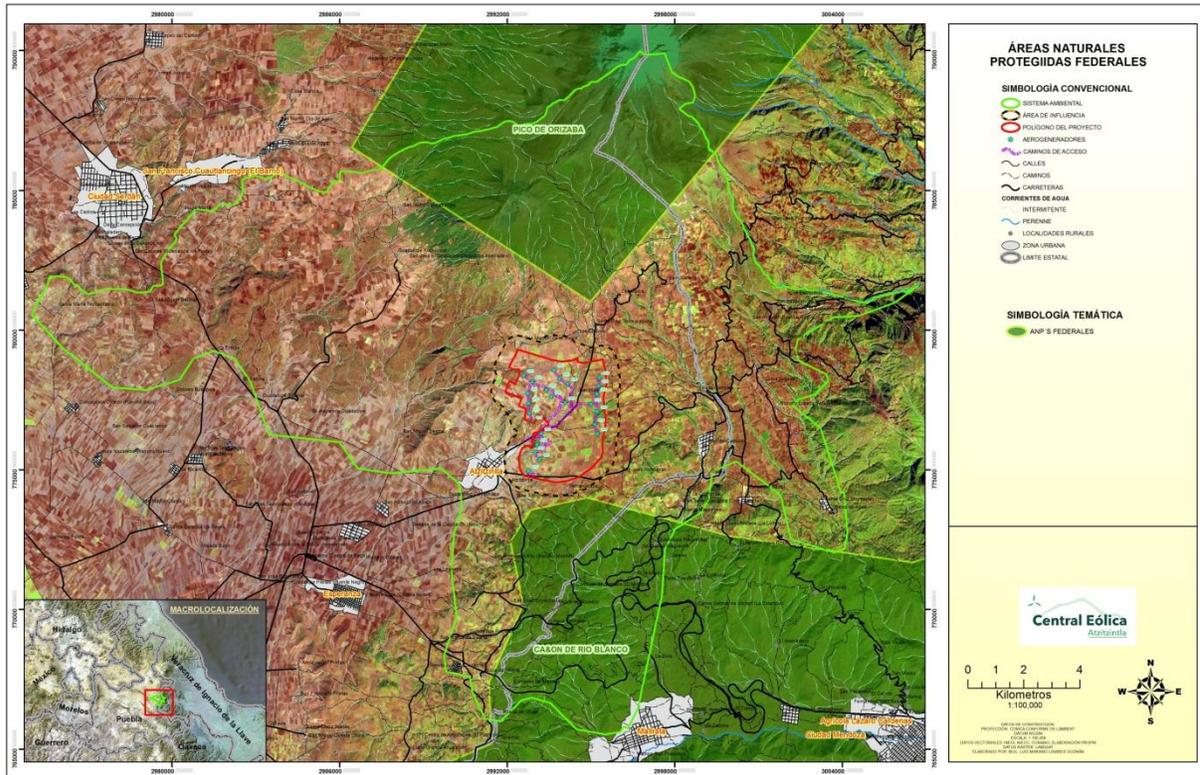


Figura III.1.11.6.1. Ubicación del proyecto, su área de influencia y sistema ambiental, en relación a las Áreas Naturales Protegidas de carácter federal más cercanas.

Tomando en consideración el área de influencia del proyecto y sus características, se considera que el mismo no presenta influencia o interacción con alguna de las ANP cercanas.

III.1.12 Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 Puebla

Éste instrumento de política pública, está basado en una estrategia de transformación que se sustenta en cuatro ejes fundamentales: 1. Más empleos y mayor inversión, 2. Igualdad de oportunidades para todos, 3. Gobierno honesto y al servicio de la gente y 4. Política interior, justicia y sociedad.

Este plan, menciona en su apartado 1.6 Responsabilidad para preservar los recursos naturales. Lo siguiente: “Para garantizar el desarrollo armónico de la sociedad, es necesario mantener un equilibrio entre el desarrollo económico, el social y la conservación ambiental, de forma tal que no comprometamos la viabilidad de las generaciones futuras”.

De acuerdo con el programa en comento, en el Estado de Puebla, tan solo el 7.7% del territorio se encuentra bajo alguna modalidad de protección ambiental. Por lo que se establece como uno de los retos “atenuar el impacto hacia el ambiente derivado de las actividades humanas las cuales generan contaminación y degradación”, así mismo mencionar que este es el caso de la calidad del aire la cual “es afectada por la concentración de contaminantes atmosféricos emitidos principalmente por los vehículos automotores y la industria”.

CAPÍTULO III

Por otro lado se menciona lo siguiente: “Es importante enfatizar que la actividad humana tiene como resultado un impacto ambiental; sin embargo, cuando se transforma significativamente el entorno es necesario realizar una evaluación de de dicho impacto, lo anterior para establecer las medidas compensatorias y de mitigación que reduzcan al mínimo posible estas afectaciones”.

En relación con lo arriba mencionado, el proyecto en comento, a través de las medidas de mitigación y compensación propuestas en esta manifestación de impacto ambiental, coincide con los criterios que establece el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 del Estado de Puebla respecto al reto de atenuar el impacto hacia el ambiente derivado de las actividades humanas y mantener el equilibrio entre el desarrollo económico, el social y la conservación ambiental.

III.1.13 Plan de Desarrollo Municipal de Atzitzintla, Puebla 2014-2018

Este plan, tiene como objetivo guiar el rumbo de la administración municipal para optimizar los recursos materiales y humanos y brindar mejores oportunidades de vida para sus habitantes y visitantes, se sustenta en cuatro ejes que son: 1. Seguridad Pública y Protección Civil, 2. Desarrollo Social Incluyente, 3. Sustentabilidad Ambiental y Economía Sostenible, y 4. Desarrollo Institucional para un Gobierno Honesto.

Se revisó el presente Plan de Desarrollo, sin que se encontrara vinculación alguna con el proyecto en comento.

III.2 Ordenamientos Jurídicos Aplicables

III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ésta Ley, es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Lo dispuesto por esta Ley es de orden público e interés social.

Tabla III.2.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

| Artículo | Vinculación |
|---|--|
| Artículo 28.- Fracciones VII y XII | En cumplimiento de lo establecido en las citadas fracciones de éste artículo, se presenta ésta manifestación de impacto ambiental bajo la modalidad particular, sin actividades altamente riesgosas, trámite COFEMER: SEMARNAT 04-002-A |
| Artículo 30 | La presente manifestación de impacto ambiental se elaboró de acuerdo a lo que estipula este artículo. |
| Artículo 37 TER | Durante el desarrollo de este proyecto se deberá observar cabalmente lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. |
| Artículo 110.- Fracción II | Se observará lo dispuesto por este artículo respecto a las medidas de protección a la atmósfera, reduciendo y controlando las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usaren durante el la ejecución del proyecto en comento. |
| Artículo 113 | En todo momento se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que esta Ley establece, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas que expide la Secretaría. |
| Artículo 134.- Fracciones II y III | Se deberá prevenir, reducir y controlar la contaminación del suelo por residuos sólidos municipales e industriales, incorporando técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje así como manejarlos y disponerlos de forma eficiente. |
| Artículo 150 | Siempre que se generen residuos peligrosos, éstos deberán ser manejados de acuerdo a lo que establece la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales |

CAPÍTULO III

| | |
|---------------------|---|
| | Mexicanas que al respecto expide la Secretaría. |
| Artículo 151 | Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá dar aviso a la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento respectivo. En el caso de contratar los servicios de terceros para el manejo y disposición final, se deberá asegurar que dichas empresas estén debidamente autorizadas por la Secretaría para tal efecto. |
| Artículo 155 | Toda emisión de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como contaminación visual, deberá ajustarse a los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que para cada efecto expida la Secretaría. Llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas que fueren necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente. |

III.2.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El presente Reglamento, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Tabla III.2.1.2.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

| Artículo | Vinculación |
|----------------------------------|---|
| Artículo 13.- fracción II | Se deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera que se generasen por efecto de la ejecución del proyecto. |
| Artículo 28 | Siempre que se emitieren olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se deberá atender a los límites máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que la Secretaría expide a tal efecto, en coordinación con las secretarías de Economía y Energía. |

III.2.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Tabla III.2.1.3.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Artículo 5.- Incisos K, Fracción I y O, Fracción I | Se presenta ésta manifestación de impacto ambiental para solicitar la autorización respectiva por parte de la Secretaría, en observancia de lo establecido por éste artículo en los incisos y fracciones citados. |
| Artículo 9 | A través de la presentación de esta manifestación de impacto ambiental en modalidad particular sin incluir actividades altamente riesgosas, se da cumplimiento a lo establecido por este artículo. |
| Artículo 12 | El contenido de la presente manifestación de impacto ambiental se ajusta lo que establece este artículo. |
| Artículo 36 | En la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental se observa cabalmente lo establecido por este artículo. |

CAPÍTULO III

III.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley es reglamentaria de lo que dispone la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos en el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social.

Tabla III.2.2.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

| Artículo(s) | Vinculación |
|----------------------------------|--|
| Artículos 16, 18, 19 y 22 | Los residuos que se generen durante todas las fases del proyecto motivo de esta manifestación de impacto ambiental, se identificarán y clasificarán de acuerdo a lo establecido por estos artículos. |
| Artículos 40 y 41 | Siempre que se generen residuos peligrosos, éstos deberán manejarse de acuerdo a lo establecido en estos artículos. |
| Artículo 42 | Siempre que se contraten los servicios de empresas o gestores para el manejo de residuos peligrosos, se deberá cerciorar que dichas empresas cuentan con la debida autorización vigente expedida por la Secretaría, para llevar a cabo ese servicio. |
| Artículo 43 | Se deberá notificar a la Secretaría o a las autoridades estatales correspondientes cuando se generen o manejen residuos peligrosos. |
| Artículos 44 y 48 | De acuerdo con estos artículos y en relación a las características del proyecto, dentro del cual se podrán generar residuos considerados como peligrosos durante el proceso constructivo y mantenimiento en el rango de volumen que corresponde a un microgenerador. Se deberá atender a las obligaciones que a esta clasificación corresponden. |
| Artículos 45 y 54 | En lo que respecta a la identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos que se generasen se atenderá a estos artículos. Así mismo se deberá dejar, al término de la actividad generadora de residuos peligrosos, libres de residuos peligrosos y contaminación aquellas instalaciones en donde se hubieren generado dichos residuos. |
| Artículo 55 | En cuanto al manejo de aquellos envases o embalajes que hayan contenido residuos peligrosos, se atenderá a lo establecido por este artículo. |
| Artículo 56 y 67 | Respecto al manejo y almacenamiento temporal de residuos peligrosos cuando éste fuere necesario, se atenderá a lo dispuesto por estos artículos. |
| Artículo 95 | En relación a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que dispone este artículo respecto a la atención de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales. |

III.2.2.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Este ordenamiento es reglamentario de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

CAPÍTULO III

Tabla III.2.2.1.1. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

| Artículo (s) | Vinculación |
|-------------------------|---|
| Artículo 35 | Se deberán identificar los residuos peligrosos de acuerdo a lo que establece el presente artículo. |
| Artículo 42 | Cuando se generen residuos peligrosos, se deberá atender a las categorías que establece este artículo y las disposiciones que resulten aplicables. |
| Artículo 68 | Cuando se dejen de generar residuos peligrosos se deberá presentar ante la Secretaría el aviso correspondiente. |
| Artículo 83 y 84 | Cuando se generen residuos peligrosos y deban ser almacenados temporalmente, se deberá atender a los tiempos máximos y condiciones de almacenamiento que establece estos artículos. |
| Artículo 85 | Siempre que se contrate un servicio de recolección y transporte de residuos peligrosos, se deberá asegurar que el proveedor de dicho servicio cumpla con lo establecido por este artículo. Si como generador de residuos peligrosos se categoriza como microgenerador y como tal se transportan los residuos peligrosos en vehículos propios hacia un centro de acopio autorizado, se deberá atender a lo que establece este artículo para dicho transporte. |
| Artículo 87 | En relación al uso de envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos, se deberá atender a lo dispuesto por este artículo. |

III.2.3 Ley General de Vida Silvestre

Esta Ley es de orden público e interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en relación a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Tabla III.2.3.1. Ley General de Vida Silvestre

| Artículo | Vinculación |
|--|--|
| Artículo 4 | Todo el personal involucrado en el proyecto en cualquiera de sus fases, deberá observar lo que establece este artículo. |
| Artículo 5 | El personal involucrado en las distintas fases del proyecto deberá conducirse de forma acorde con los objetivos de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat. |
| Artículo 76 | Se deberá atender a las medidas de mitigación establecidas en el capítulo VI del presente estudio, para atender a lo que establece este artículo respecto a la conservación de especies migratorias. |
| Artículo 106 | Si se actualizare este supuesto durante alguna de las fases del proyecto y la causa fuera imputable a personal involucrado en el mismo, se estará obligado en términos de las normas aplicables a la reparación y compensación resultante. |
| Artículo 122.- Fracciones I y XXIII | Se deberá evitar en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo. |

CAPÍTULO III

III.2.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Tabla III.2.4.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Artículo 3. Fracciones VIII y XXII | Si bien el proyecto en comento no representa un impacto significativo sobre la escasa vegetación presente en el área de influencia del proyecto, las medidas de compensación propuestas contribuirían a cumplir los objetivos específicos de las fracciones citadas, respecto a la recuperación de bosques y la conservación y restauración de suelos. |
| Artículo 4. Fracciones I y II | En el mismo sentido que la vinculación del artículo precedente, se menciona que el proyecto no impacta de forma significativa a los remanentes de los ecosistemas forestales de la zona, aunado a lo cual, las medidas de compensación propuestas en este estudio coadyuvarían a la restauración de dicho ecosistema y a la conservación de los servicios ambientales que genera. |

En todo lo relacionado con el Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales, se deberá atender a lo que establece esta Ley en el artículo 58 fracción I, así como en el Título Quinto en su Capítulo I. Y presentar en tiempo y forma el respectivo Estudio Técnico Justificativo.

III.2.4.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Este ordenamiento, tiene por objeto, reglamentar la LGDFS, en el ámbito de competencia federal, en relación a los instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y los recursos del mismo, así como su conservación, protección y restauración.

Se revisó el presente ordenamiento sin que se encontrara vinculación con el proyecto en comento. Por otro lado, en todo lo conducente al Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales, se deberá presentar el Estudio Técnico Justificativo respectivo el cual deberá atender a lo que establece el Capítulo Segundo de este Reglamento.

III.2.5 Ley General de Cambio Climático

Esta Ley, es el principal instrumento de política en el país, para enfrentar el cambio climático. Tiene por objetivo regular, fomentar y hacer posible la instrumentación de la política nacional de cambio climático, con acciones de adaptación y mitigación enfocadas al largo plazo.

CAPÍTULO III

Tabla III.2.5.1. Ley General de Cambio Climático

| Artículo | Vinculación |
|--|--|
| Artículo 26. Fracciones V y VIII | El proyecto coincide con los principios que establece este artículo en función de la adopción de un patrón de producción que contribuye al tránsito hacia una economía de bajas emisiones de carbono. Al mismo tiempo, las medidas de mitigación y compensación propuestas en esta manifestación de impacto ambiental dan cumplimiento a la responsabilidad de prevenir, minimizar, mitigar y restaurar los daños que pudieran afectar el medio ambiente debido a la realización de la obra objeto de este proyecto. |
| Artículo 29. Fracciones VI y XVIII | En función de las características del proyecto, éste coincide con lo que se considera en las fracciones citadas como acciones de adaptación al cambio climático. |
| Artículo 33. Fracciones I y III | Toda vez que el proyecto en comento, contribuye a la mitigación de emisiones a través de la generación de energía eléctrica usando una fuente renovable, el mismo coincide con los objetivos de las políticas públicas para la mitigación, referidas en las fracciones citadas. |
| Artículo 34. Fracción I incisos a y e | Considerando que el proyecto en comento reduciría las emisiones dentro del sector generador de energía eléctrica y que utiliza una fuente renovable de energía, el mismo se vincula positivamente con lo establecido en los incisos citados como disposiciones a promover pro parte de la administración pública federal, las entidades federativas y los municipios. |

III.2.6 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Este ordenamiento es de orden público y observancia general en toda la República mexicana. Su objeto es 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.

Tabla III.2.6.1. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

| Artículo | Vinculación |
|---------------------|---|
| Artículo 2. | De acuerdo con este artículo, el Estado Mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética y la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía, así mismo se considera que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables es de utilidad pública. |
| Artículo 3. | De acuerdo a la definición de “energías renovables” que establece este artículo, el viento es una de ellas, tal como se menciona en el inciso a) de éste artículo. |
| Artículo 4. | Toda vez que el presente proyecto implica el aprovechamiento del viento para la producción de energía, se deberá sujetar, tal como lo establece este artículo, a las disposiciones jurídicas aplicables en la materia. |
| Artículo 21. | Tal como lo establece el presente artículo, y considerando la capacidad estimada de producción de energía eléctrica, el proyecto deberá ajustarse a los lineamientos que establece el presente artículo, en cuanto a la participación de las comunidades locales y regionales, las consultas públicas, el arrendamiento de los terrenos ocupados y la promoción del desarrollo social en las comunidades en donde se ejecuten los proyectos, de acuerdo con las mejores prácticas internacionales y la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable protección del medio ambiente y derechos agrarios. |

CAPÍTULO III

III.2.6.1 Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Tabla III.2.6.1. Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

| Artículo | Vinculación |
|--------------------|--|
| Artículo 4. | El proyecto en comento, se vincula con este artículo a través de participar en el fortalecimiento de la seguridad energética del país generando electricidad mediante el uso de una energía renovable, contribuyendo a la reducción de emisiones en este sector energético. Al mismo tiempo se deberá atender a lo que el éste artículo establece en función de la participación social e impulso al desarrollo regional. |

III.2.7 Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, expedidas por las dependencias facultadas para ello y que establecen entre otras cosas lo siguiente:

- I. Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales.
- II. Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor.
- III. Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente.
- IV. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.
- V. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales.
- VI. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radiactivas.

A continuación se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que tienen vinculación con el proyecto.

CAPÍTULO III

Tabla III.2.7.1. Normas Oficiales Mexicanas

| Norma | Vinculación |
|--|--|
| NOM-080-SEMARNAT-1994 Norma Oficial Mexicana que 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 | Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y correctivo necesario a los vehículos que se utilicen para el desarrollo del proyecto, con el fin de cumplir con los límites máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma. |
| NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. | Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y correctivo necesario a los vehículos que se utilicen, para cumplir lo establecido en esta norma. |
| NOM-045-SEMARNAT-2006 Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. | Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, a todos los vehículos que utilicen diésel como combustible, para cumplir establecido en esta norma. |
| NOM-050SEMARNAT-1993 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. | Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a los vehículos que utilicen gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustible, para que las emisiones de gases contaminantes que emitan se encuentren por debajo de los límites máximos permitidos por esta norma. |
| NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. | Siempre que se generen residuos peligrosos, se atenderá en todo momento al manejo, transporte y disposición que marca esta norma. |
| NOM-054- SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. | Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá atender a las determinaciones de incompatibilidad entre dichos residuos, establecidas en la presente norma, para un correcto manejo, transporte y almacenamiento. |

En el caso particular de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, relativa a la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo. Se realiza la vinculación respectiva en el siguiente apartado.

Del total de especies reportadas dentro del área de influencia del proyecto, 5 especies de reptiles y 2 especies de aves se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la presente norma. Las siguientes tablas resumen dicha información.

CAPÍTULO III

Tabla III.2.7.2. Especies de reptiles reportadas dentro del área de influencia

| Reptiles | | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| Especie | Familia | Nombre común | Categoría |
| <i>Barisia imbricata</i> | Anguidae | Alicante | Sujeta a protección especial |
| <i>Phrynosoma orbiculare</i> | Phrynosomatidae | Camaleón | Amenazada |
| <i>Sceloporus grammicus</i> | Phrynosomatidae | Lagartija de mezquite | Sujeta a protección especial |
| <i>Crotalus ravus</i> | Viperidae | Víbora de cascabel | Amenazada |
| <i>Crotalus intermedius</i> | Viperidae | Víbora de cascabel | Amenazada |

Tabla III.2.7.3. Especies de aves encontradas dentro del área de influencia

| Aves | | | |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|
| Especie | Familia | Nombre común | Categoría |
| <i>Cyrtonyx montezumae</i> | Phasianidae | Codorniz de Moctezuma | Sujeta a protección especial |
| <i>Myadestes occidentalis</i> | Turdidae | Clarín jilguero | Sujeta a protección especial |

Cabe destacar que en función de las características del proyecto, el mismo no afectará de forma alguna a las especies de reptiles y mamíferos durante la fase de operación. Respecto a la fase de construcción, se puede evitar perturbar a las especies de reptiles y mamíferos siempre que se lleven a cabo las medidas particulares de mitigación propuestas para la protección de esta clase de fauna silvestre.

Por otro lado, la clase taxonómica de las aves es susceptible de ser perturbada por el proyecto en su fase de operación, en este sentido es importante considerar lo siguiente:

- 1.- Que en la zona del proyecto no existe un macizo forestal con las condiciones necesarias para que las especies de aves que se distribuyen en la región conformen poblaciones numerosas.
- 2.- El grado de perturbación de los ecosistemas en el área de influencia del proyecto es alto, lo cual resulta en que las posibles zonas de percha y anidamiento para aves se reducen a los cercos vivos que limitan las parcelas y a los escasos manchones de vegetación remanente.

Tomando en consideración estas circunstancias y el hecho de que ningún aerogenerador será colocado dentro o cerca de un área con vegetación, los impactos del proyecto sobre las especies de aves que habitan la zona se reducen a las eventuales y poco probables colisiones con las aspas de los aerogeneradores (En función de las alturas comunes de vuelo de las especies registradas), las cuales serán monitoreadas durante el periodo de operación del proyecto para consolidar el conocimiento sobre este supuesto, toda vez que actualmente no existen datos suficientes para establecer anticipadamente este tipo de daño. No obstante se consideran en este estudio varias medidas de mitigación al respecto mencionadas en el capítulo V, incluyendo de ser necesaria, la restricción de horarios de operación.

CAPÍTULO III

En relación a la vegetación, dentro del área de influencia del proyecto se encontraron 2 especies listadas en esta norma dentro de la categoría de Protección Especial. Dichas especies son *Cupressus lusitánica*, de nombre común “cedro blanco” y la orquídea terrestre *Corallorhiza macrantha*. De estas dos especies, únicamente la de *C. lusitánica* será afectada por el proyecto en función de que para el establecimiento de las plataformas G12, G13 y G14 se requerirá de remover 10 ejemplares. Cabe destacar que ésta especie ha sido sembrada en la zona mediante acciones de reforestación, para producción de madera y con fines de establecer cortinas rompevientos en los cercos vivos. Considerando por un lado que esta especie no forma parte de la vegetación primaria de la zona, y que el número de ejemplares a remover (por los cuales se plantea una reforestación 3:1 como medida de compensación) es bajo, es evidente que la integridad del ecosistema no se pondrá en riesgo.

En el caso de la orquídea terrestre *Corallorhiza macrantha*, únicamente se registró un individuo dentro de una plantación forestal que si bien se encuentra dentro del área del proyecto, está fuera de la superficie referida de 18.527 ha a desmontar para la apertura de los caminos de acceso y plataformas de maniobra, en función de lo cual, esta planta no será afectada a causa de obra o actividad alguna derivada del proyecto. Sin embargo es importante mencionar que como medida de mitigación se realizará el correspondiente rescate y reubicación de los ejemplares que se llegasen a encontrar.

Finalmente y como medida complementaria para la ejecución ambientalmente responsable del proyecto, se plantea el rescate y reubicación de los ejemplares que se encuentren de especies que si bien no están listadas en esta norma, son de interés ecológico en el área, tal es el caso de *Nolina parviflora*, *Tillandsia erubescens* y *Echeveria mucronata*.

III.2.8 Ley Para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla

Esta ley es de orden público e interés social, lo que ella dispone es de observancia obligatoria en el Estado de Puebla. Tiene por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Tabla III.2.8.1. Ley Para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla

| Artículo | Vinculación |
|--------------------------------|--|
| Artículo 16. Fracción V | De acuerdo a la fracción citada de este artículo, quienes realicen obras o actividades que afecten o puedan afectar directa o indirectamente el ambiente o a la salud de la población, están obligados a evitar, prevenir, minimizar y reparar los daños que causen y garantizar y asumir los costos en que resultase dicha afectación. |
| Artículo 108. | Se deberán cumplir con los requisitos y límites de emisiones de contaminantes a la atmosfera, agua, suelo, redes de drenaje y alcantarillado, así como cuerpos receptores de aguas estatales y municipales, que están establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas y en la demás normatividad aplicable. Se deberá atender a la regulación que haga la Secretaría de Desarrollo Rural Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial sobre las fuentes móviles de jurisdicción estatal que originen gases, ruido, olores, vibraciones, residuos líquidos y sólidos, energía térmica y lumínica. |
| Artículo 110 | Toda fuente móvil de contaminantes deberá someterse a la verificación y control por parte de las autoridades estatales competentes en los términos |

CAPÍTULO III

| | |
|---|---|
| | que establecen las Normas Oficiales Mexicanas, ésta Ley y sus Reglamentos. |
| Artículo 122. Fracciones I y III | Deberán considerarse los criterios que se mencionan en las fracciones de este artículo para la protección de la atmósfera, reduciendo y controlando dichas emisiones para asegurar una calidad del aire adecuada para el bienestar de los humanos y de los ecosistemas del estado. |
| Artículo 119 | Los vehículos automotores que se utilicen para la ejecución del proyecto deberán contar con los dispositivos a que hace referencia este artículo para el control de emisiones de contaminantes y observar los límites de emisión que para los mismos establecen las Normas Oficiales Mexicanas. |
| Artículo 120. | Los vehículos automotores que se utilicen para la ejecución del proyecto, deberán ser sometidos al proceso de verificación vehicular conforme esta Ley y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica así como los programas que a tal efecto formule la Secretaría de Desarrollo Rural Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial. |
| Artículo 132. | Se deberá contribuir a la protección ambiental del suelo, previniendo la misma, controlando los materiales y residuos no peligrosos que se generasen así como previniendo y reduciendo la generación de residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos. |
| Artículo 140. | Se deberá atender a lo que disponga la Secretaria de Desarrollo Rural Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial para la correcta disposición de los residuos sólidos no peligrosos de origen industrial. |
| Artículo 142. | Deberán evitarse las emisiones de ruido, vibraciones, olores, energía térmica y lumínica que rebasen los límites máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas. |

III.2.8.1 Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Provocada por la Emisión de Ruido

Este ordenamiento es de interés público y observancia obligatoria en todo el territorio del Estado de Puebla, y tiene por objeto proveer en el ámbito administrativo el exacto cumplimiento de las disposiciones de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la contaminación provocada por emisiones de ruido.

Tabla III.2.8.1. Reglamento de la LPANDSEP, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Provocada por la Emisión de Ruido.

| Artículo | Vinculación |
|---------------------|--|
| Artículo 6. | Deberán observarse durante las distintas fases del proyecto, los niveles máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas respecto a la emisión de ruido. |
| Artículo 10. | Deberá considerarse la ubicación de las edificaciones de forma que la dispersión acústica que generen, no rebase los niveles máximos permitidos en las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto apliquen. |
| Artículo 13. | Los vehículos automotores y motocicletas que su utilizaran en la ejecución del proyecto, deberán contar con sistemas de escape en buen estado de operación y libre de fugas. |
| Artículo 14. | Se deberán observar los límites que establece la Norma Oficial Mexicana 080-SEMARNAT-1994, respecto a la emisión de ruido ocasionado por vehículos automotores que se usen para la ejecución del proyecto. |

CAPÍTULO III

III.2.8.2 Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica

Las disposiciones de este ordenamiento son de observancia general en todo el territorio del Estado y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

Tabla III.2.8.2.1. Reglamento de la LPANDSEP, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica

| Artículo | Vinculación |
|---------------------|---|
| Artículo 6. | De acuerdo con lo que establece este artículo, los responsables del proyecto son a su vez responsables del cumplimiento de las disposiciones de éste Reglamento en relación a la emisión a la atmósfera de humos, gases, polvos, vapores, olores, partículas sólidas y otros. |
| Artículo 7. | Las emisiones de los contaminantes mencionadas en el artículo anterior no deberán exceder los niveles máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas expedidas para tal efecto. |
| Artículo 21. | Como propietarios y conductores de fuentes móviles directas registradas en el Estado, y que sean destinadas al servicio particular, se deberá cumplir con la verificación vehicular, conforme a los que establece el presente Reglamento. |

III.2.9 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla

La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto entre otros: prevenir la contaminación de sitios por residuos sólidos urbanos y de manejo especial, fomentar la prevención de su generación y su manejo integral.

Tabla III.2.9.1. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla

| Artículo | Vinculación |
|---------------------|--|
| Artículo 39 | Se deberá cumplir con la prohibición de depositar o verter residuos de cualquier tipo o especie en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, y en todo lugar no autorizado para tales fines. Al mismo tiempo se deberá evitar en todo momento la incineración de residuos. |
| Artículo 60. | Cuando se generen residuos, se deberá atender a la obligación de prevenir y en su caso remediar la contaminación de los sitios. |

CAPÍTULO III

III.2.10 Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla

Esta Ley es de orden público e interés general y sus disposiciones son de observancia en el territorio del Estado de Puebla.

Tabla III.2.10.1. Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla

| Artículo | Vinculación |
|---------------------|---|
| Artículo 15 | De acuerdo con lo que establece, este artículo, las autoridades estatales y municipales deberán ejecutar acciones de adaptación al cambio climático entre otros en los ámbitos de la energía, la industria y los servicios. |
| Artículo 16 | Este artículo estipula que la construcción y el mantenimiento de infraestructura estratégica en materia de producción y abasto de energéticos es una acción de adaptación al cambio climático. |
| Artículo 18. | Este artículo establece que la promoción de la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano, a través de la mitigación de emisiones; la sustitución gradual del uso y consumo de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad usando fuentes renovables de energía son objetivos de la política estatal para la mitigación. |
| Artículo 19. | Este artículo menciona que las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán implementar acciones específicas para reducir emisiones en la generación y uso de energía eléctrica. |

CAPÍTULO IV

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

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

a) Metodología

Para la delimitación del sistema ambiental regional (SAR) se optó por seguir las siguientes directrices dadas en la guía para la elaboración de la MIA-R (SEMARNAT).

a) Para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.

b) Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se aplicarán por lo menos los siguientes criterios (para alguno de los cuales ya se dispone de información presentada en los capítulos anteriores), justificando las razones de su elección, para delimitar el área de estudio:

Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos b) factores sociales (poblados cercanos) c) rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros d) tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas) y e) usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existieran).

Una vez que se realizó la revisión de los ordenamientos ecológicos se pudo observar que existe el ordenamiento general del territorio del cual el proyecto se encuentra inmerso en una unidad (REG.17.32 [UAB 122]) la cual se muestra a continuación respecto al proyecto.

CAPÍTULO IV

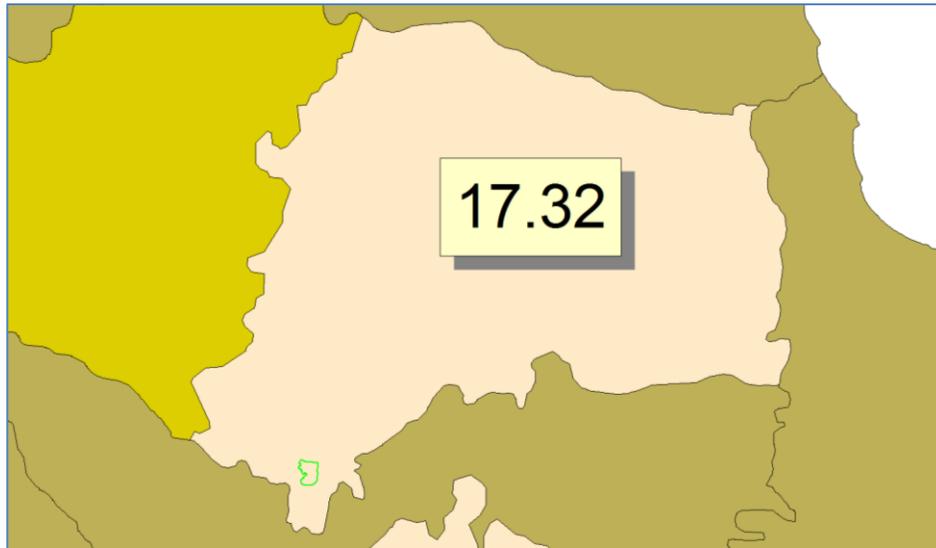


Figura IV.1.1. Política Ambiental Ordenamiento del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

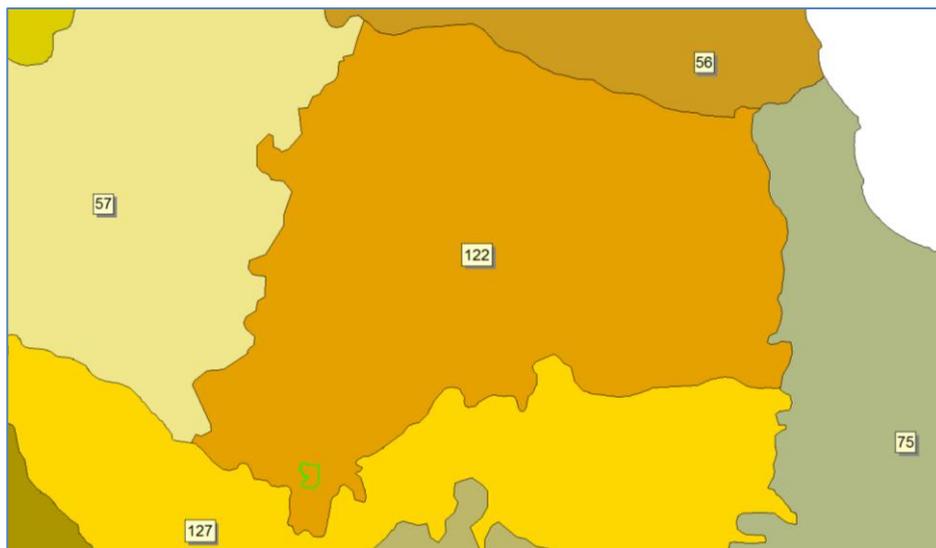


Figura IV.1.2. Unidades Biofísicas Ordenamiento del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Dado que la magnitud del proyecto es mucho menor a la unidad del ordenamiento general del territorio se requirió de buscar límites que acoten el área de estudio para lo cual se consultó las capas de hidrología superficial, donde las subcuencas hidrológicas funcionan como unidades, y se encontró que el proyecto se encuentra inmerso en la subcuenca Río Salado y colinda con la subcuenca Río Blanco.

CAPÍTULO IV



Figura IV.1.3. Subcuencas Hidrológicas INEGI

Dado que esta nueva delimitación presenta áreas fuera de la unidad de ordenamiento territorial, es posible acotar esa zonas y excluirlas por lo que se realizó sobreponiendo ambos polígonos de delimitación.

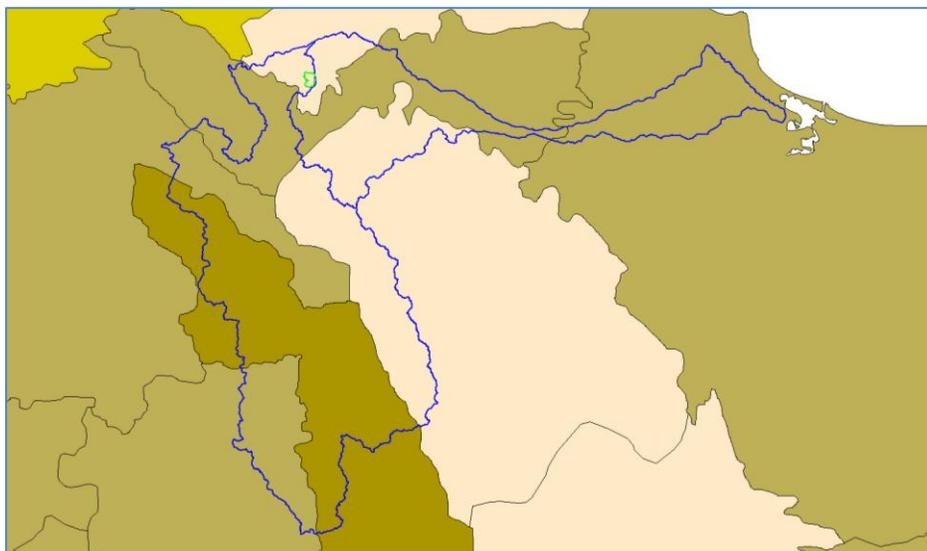


Figura IV.1.4. Sobre posición de polígonos limitantes, Unidad ambiental, y delimitación de subcuencas hidrológicas

Continuando con el análisis, se pudo observar que al oeste del proyecto se encuentra un grupo de corrientes de agua que sirven como limitante de los usos de suelo y tipos de vegetación, por lo que se decidió acotar el sistema ambiental por medio de una corriente de agua de esa zona.

CAPÍTULO IV

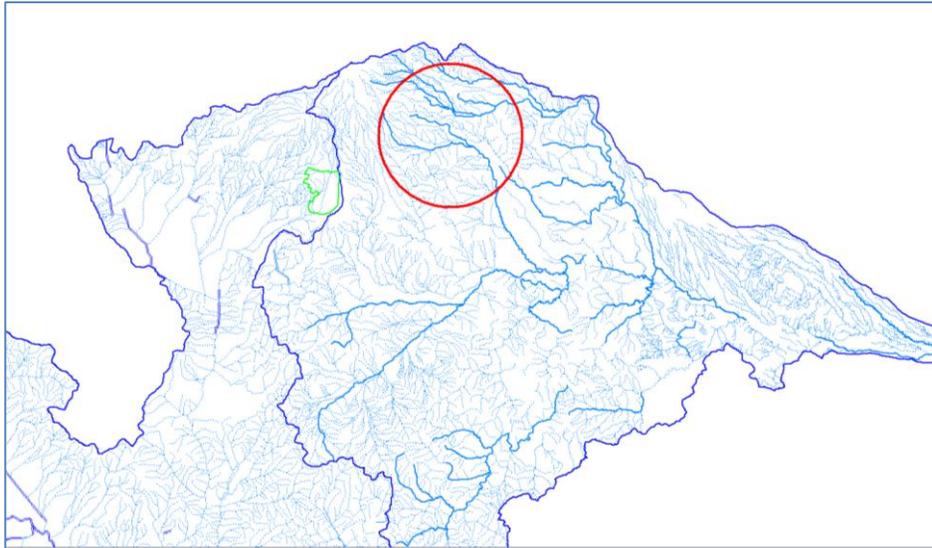


Figura IV.1.5. Corrientes de agua utilizadas como límite

Finalmente cabe mencionar que el SAR se delimito por una metodología multicriterio dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG), misma que se encuentra en concordancia con lo sugerido en la guía para el proyecto de Manifestación de impacto ambiental. Así mismo el SA cuenta con las características de concordancia con las dimensiones del proyecto y las actividades del mismo manteniendo los procesos en una continuidad ecológica.

b) Resultados

El polígono final del SAR tiene como superficie **33,102.615 ha** y se muestra en la siguiente imagen.

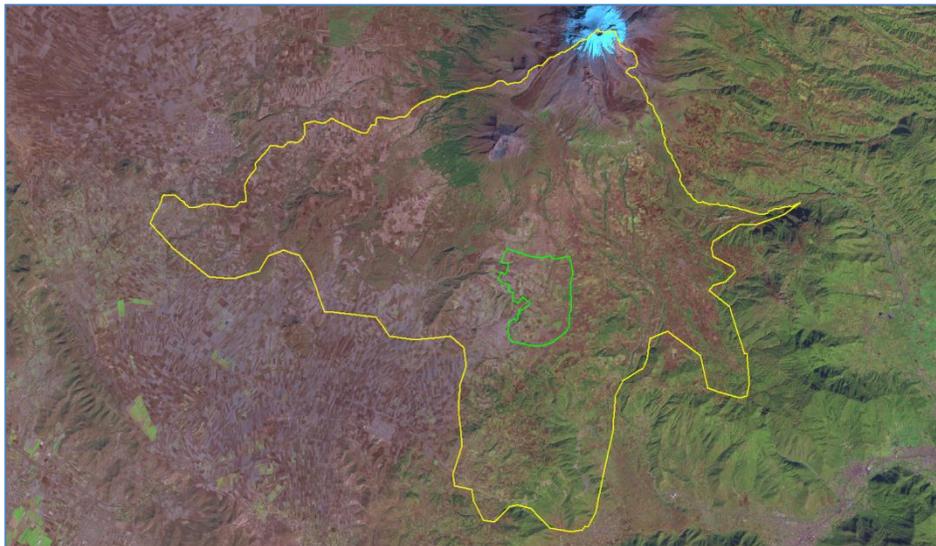


Figura IV.1.6. Polígono final del Sistema Ambiental Regional con fondo de imagen Landsat

CAPÍTULO IV

Delimitación del área de influencia

a) *Introducción*

Rango de afectación de la infraestructura.

El rango de afectación de la infraestructura a realizar depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Típicamente los efectos de una actuación puntual o lineal sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

Por otro lado todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de *coronas, corredores o áreas próximas*, por ejemplo para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de generación de energía.

Generación de áreas de influencia geográfica.

La representación de áreas de influencia en torno a un evento también recibe el nombre de operaciones de generación de *buffers*.

Cuando se generan *buffers* en torno a un objeto debe considerarse una métrica que sirva de base para trazar la amplitud de la zona o zonas de influencia del mismo, siendo uno de los criterios más comunes la distancia geométrica simple desde o hasta la localización analizada.

Este tipo de aplicaciones son especialmente adecuadas para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno geográfico tomando en cuenta criterios de proximidad, ya que denota el impacto o la influencia del mismo sobre el territorio en función de la distancia.

b) *Metodología*

La metodología utilizada se encuentra basada de los trabajos de Forman and Alexander (1998) publicada en el artículo *ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS (LOS CAMINOS Y SUS PRINCIPALES EFECTOS ECOLÓGICOS)* como sigue:

1. El área de influencia se comenzó a delimitar en base a las características de nuestro proyecto siendo este la instalación de 24 turbinas para la generación de energía, la instalación de obras permanentes, así como las obras asociadas al proyecto, y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto a realizar siendo este la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.
2. El Polígono preliminar del área de influencia fue procesado en el programa ArcView 3.2, por medio de la generación de polígonos búfer¹, de 1000m y 500 (siendo estas las distancias máxima y la media arbitraria definidas por los estudios de Forman *et al*).

¹ Búfer entendido como una zona de proximidad al proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables.

CAPÍTULO IV

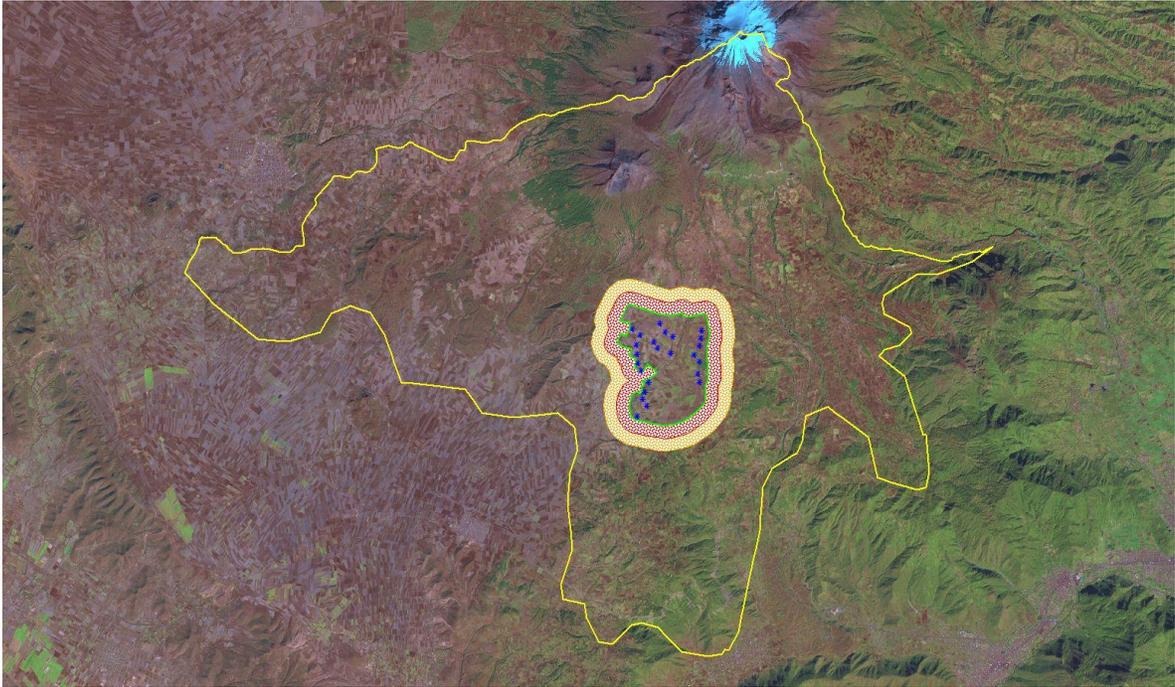


Figura IV.1.7. Polígonos buffer de 1000m en color naranja y 500 en color rojo así como las turbinas en color AZUL y el polígono del proyecto en color verde, el polígono del SAR se representa en amarillo.

Posteriormente para definir el área de afectación tomando en consideración la experiencia de la investigación es necesario primero definir las zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considere la posibilidad de fauna por la afinidad al hábitat que vayan a ser fragmentados o ecosistemas frágiles (Bosque mesófilo, *manglar*, matorral crasicaule, bosque de niebla, etc.) que vayan a ser perturbados por el proyecto. Dentro de estas áreas se deben identificar los posibles corredores y zonas de tránsito de la fauna. En las zonas donde se tiene un impacto humano previo de consideración como son amplias áreas agrícolas o ganaderas se considera la extensión de afectación posible de acuerdo a la siguiente figura.

CAPÍTULO IV

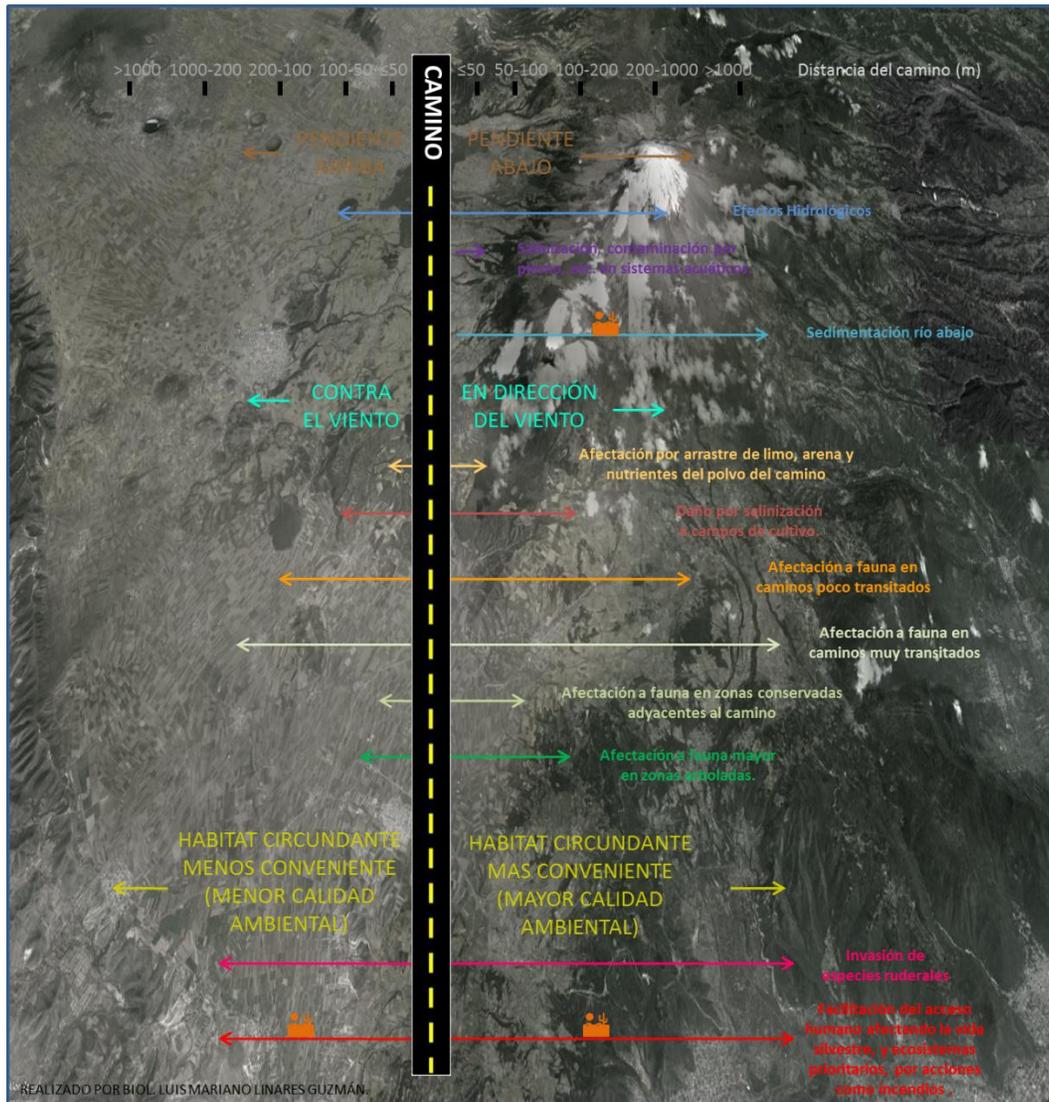


Figura IV.1.8. Se muestra el área de influencia definida por los efectos ecológicos que se extienden a diferentes distancias desde el proyecto.

La mayoría de las distancias están basadas en estudios específicos. La distancia de la izquierda es arbitrariamente la mitad de la derecha. El símbolo 🏠 indica que el impacto es primordialmente en zonas específicas. (Adaptado y modificado de Forman et al 1998).

En el caso de los parques eólicos, existen diversos estudios (Drewitt & Langston, 2006; Gove, et. al., 2013, Kingsley & Wittman, 2001) donde se ha determinado un radio de entre 500 y 600 metros, a partir de la ubicación de cada aerogenerador, como el buffer donde se pueden presentar impactos hacia el medio ambiente y diversas especies de fauna, dichos estudios han considerado la cobertura vegetal, la disponibilidad de nicho para la fauna silvestre, las especies de fauna presentes y el ruido que pueden generar cada aerogenerador, por lo que a partir de este buffer se trabajara adaptándolo a las condiciones ambientales presentes en el área de estudio.

El polígono es ajustado finalmente con las distancias definidas en el grafico siguiente de acuerdo a la calidad ambiental principalmente, y de los criterios anteriormente mencionados, teniendo una mayor amplitud en las zonas de mayor rango de actividad de fauna y con mayor calidad ambiental.

CAPÍTULO IV

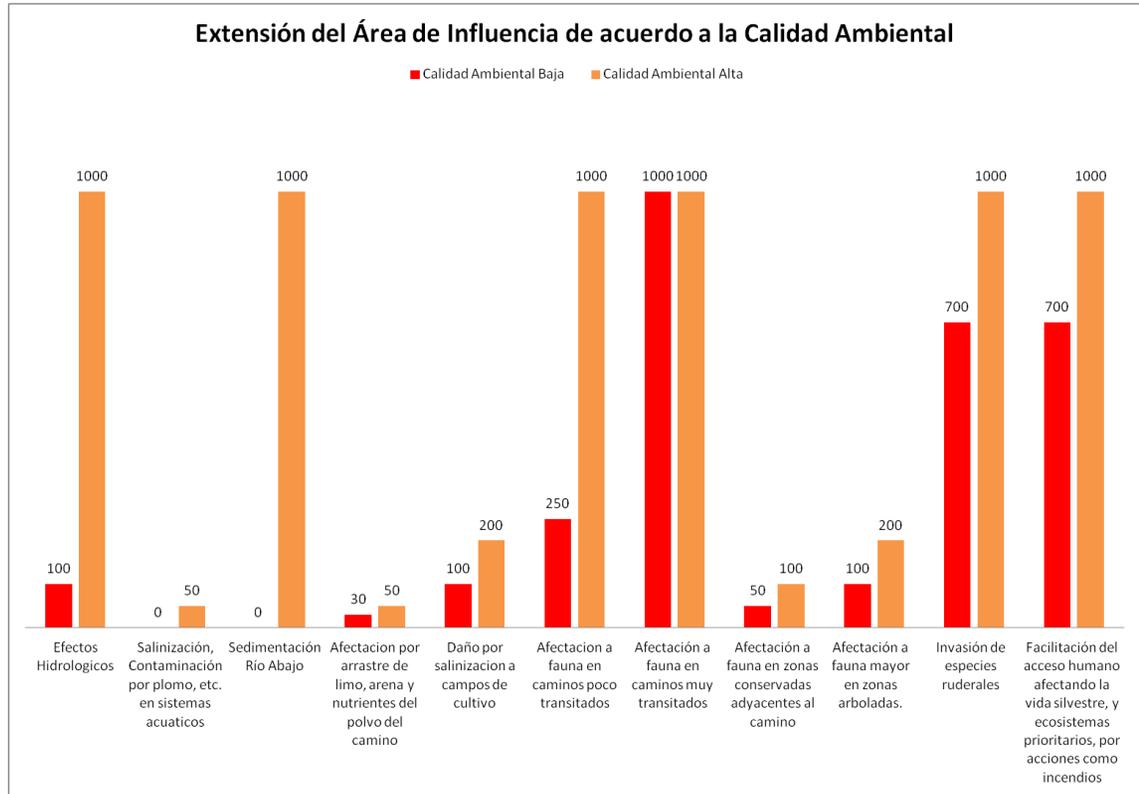


Figura IV.1.9. Extensión del polígono en metros de acuerdo a la calidad ambiental del sitio, el alcance se representa a cada lado del proyecto.

c) Resultados

Finalmente se ajustó el polígono del AI con los criterios anteriores, lo que arrojó un polígono de 2,148.285 hectáreas de superficie como se muestra a continuación.

CAPÍTULO IV

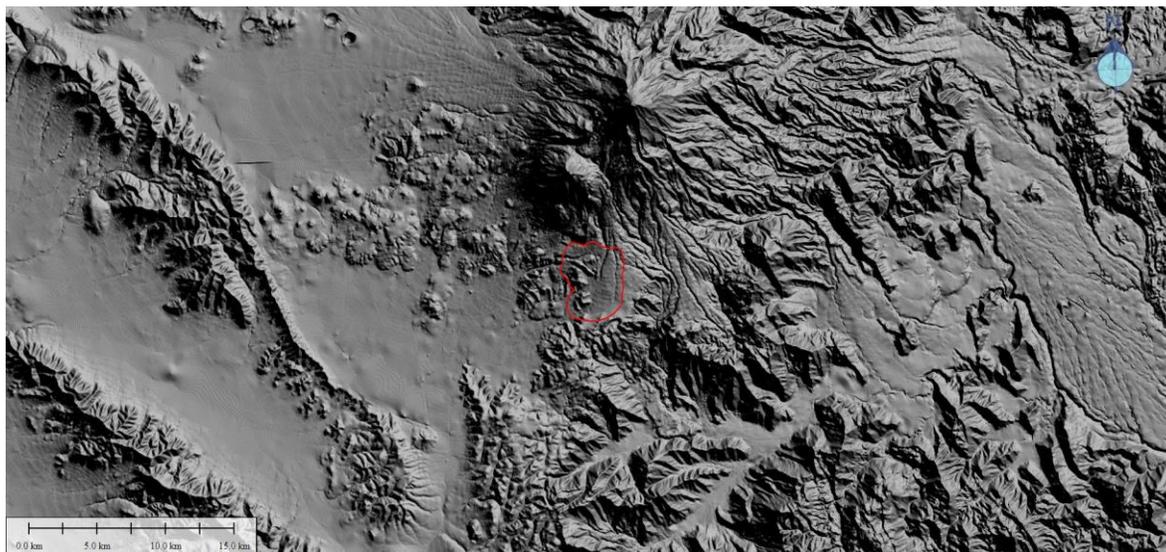


Figura IV.1.10. Área de influencia delimitada por el polígono en color rojo, con fondo de modelo digital de elevación (MDE)

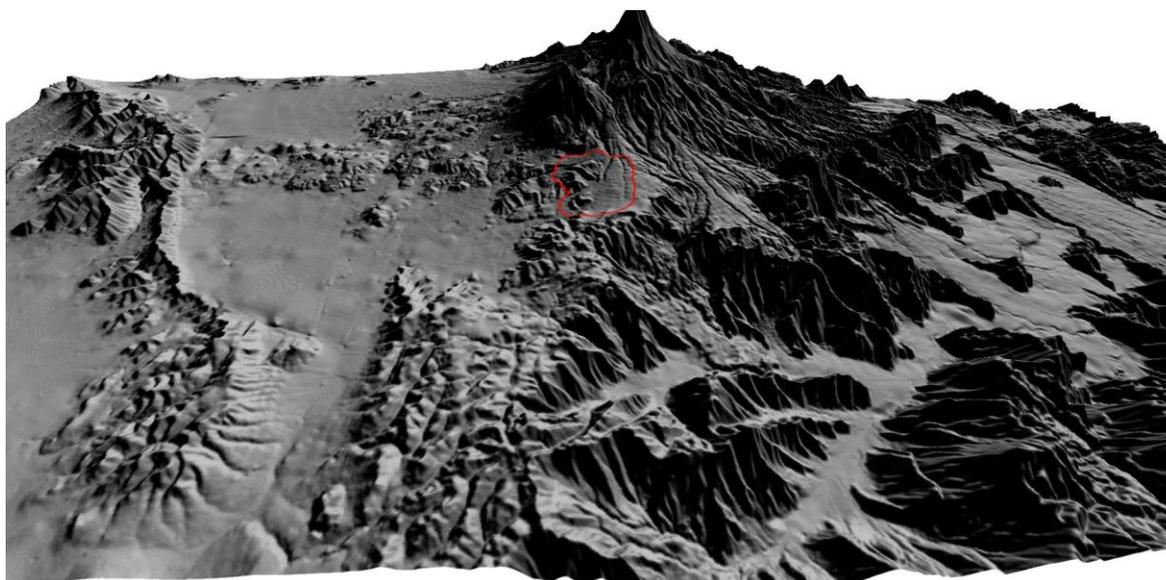


Figura IV.1.11. Vista en 3D de la imagen anterior, en el programa Global Mapper 15.0 .

CAPÍTULO IV

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR).

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

IV.2.2.1 Medio abiótico.

a) *Clima*

El municipio de Atzitzintla se encuentra en una de las regiones más secas de Puebla, debido a su localización tras las montañas de la Sierra Madre Oriental, que impide el paso de las nubes de lluvia provenientes del Golfo de México, aunque la humedad aumenta en la medida que la altitud asciende a las estribaciones de las montañas. Por otra parte, la altitud también es condicionante de la temperatura templada del municipio, el promedio anual es de 12 °C en la zona de Los Llanos, y desciende en la medida que aumenta la altitud.

De esta manera, en este municipio se encuentran dos zonas climáticas: una corresponde a las laderas de los volcanes, y se trata de un clima templado subhúmedo con lluvias en verano; la otra, que ocupa la mayor parte de la mesa de los Llanos de San Andrés, es una zona con clima semiseco templado, con lluvias en verano. El vértice norte del municipio es ocupado por el glaciar del Citlaltépetl.

Dentro del polígono del Sistema ambiental, se identifican siete tipos de clima, predominan los tipo templado subhúmedo.

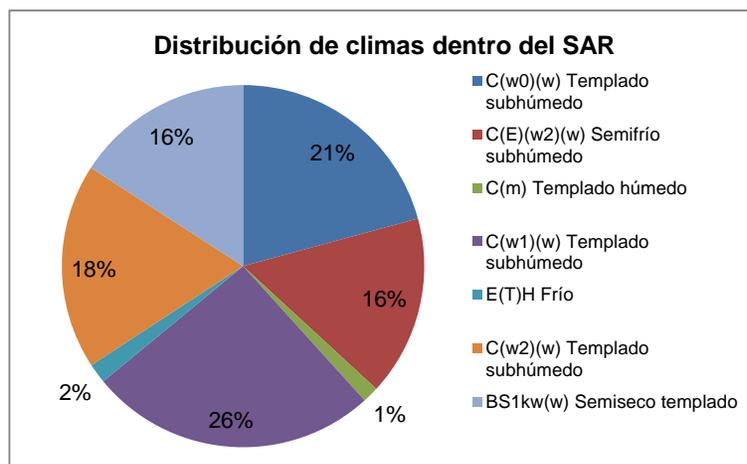


Figura IV.2.2.1.1. Climas en el SAR

En la parte central del SA, se observa una franja con clima tipo C(w1)(w), área donde se ubica la totalidad del Área de influencia del proyecto.

Este es un clima templado con temperatura media anual entre 12 y 18° C, es subhúmedo de humedad media

b) *Geología y geomorfología*

Geomorfología

El polígono de SA se ubica mayormente sobre la provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico (85.74%) y sólo una pequeña porción al sureste se ubica sobre la provincia de la Sierra Madre del Sur (14.25%).

CAPÍTULO IV

Tabla IV.2.2.1.1. Provincia y subprovincia fisiográfica presente dentro del SA

| Entidad | Nombre | Superficie (ha) | Porcentaje |
|---------------------|-----------------------------|-----------------|------------|
| PROVINCIA | EJE NEOVOLCÁNICO | 28383.37 | 85.74 |
| | SIERRA MADRE DEL SUR | 4719.246 | 14.26 |
| SUBPROVINCIA | LAGOS Y VOLCANES DE ANÁHUAC | 28383.3700 | 85.74 |
| | SIERRAS ORIENTALES | 4719.2400 | 14.26 |

A su vez el polígono delimitado como Área de influencia se ubica en su totalidad sobre la subprovincia fisiográfica Lagos y volcanes de Anáhuac, perteneciente a la provincia del Eje Neovolcánico.

Así dentro de este polígono se presenta la topoforma de Meseta basáltica escalonada con lomerío, definida como un terreno elevado y llano de gran extensión con trechos descendentes, donde se presenta roca ígnea extrusiva de tono oscuro, común en volcanes y derrames volcánicos.

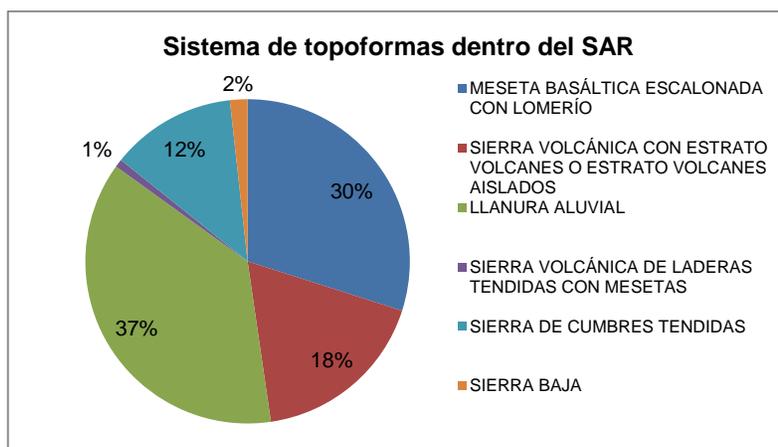


Figura IV.2.2.1.2. Sistema de topoformas presente en el SAR

Geología

Dentro del SA se encuentran cinco tipos de roca, aunque la que ocupa una mayor superficie es la ígnea extrusiva básica (Ts (Igei)), sobre la cual se encuentra la totalidad del Área de influencia

Este tipo de roca se origina a partir de materiales existentes en el interior de la corteza terrestre, los cuales están sometidos a temperaturas y presiones muy elevadas; de acuerdo con su ubicación en relación al corteza terrestre, se clasifica como extrusiva, que es cuando el magma logra llegar a la superficie de la corteza terrestre a través de erupciones y derrames volcánicos.

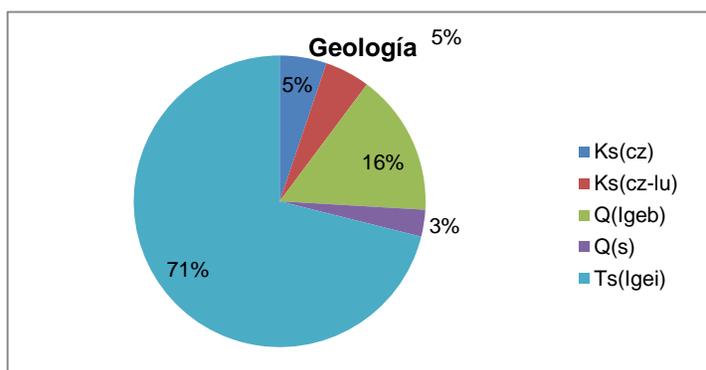


Figura IV.2.2.1.2. Tipos de rocas dentro del SAR

CAPÍTULO IV

c) Suelos

Dentro del SAR se encuentran diez asociaciones de suelo, sin embargo solo se encuentran siete suelos primarios como se muestra en la gráfica siguiente, donde también se puede observar que predomina el tipo Andosol húmico.

Este tipo de suelo, Andosol húmico ocupa una gran franja en la parte central del SAR, por lo que el Área de influencia, es el suelo que ocupa la mayor parte de su superficie.

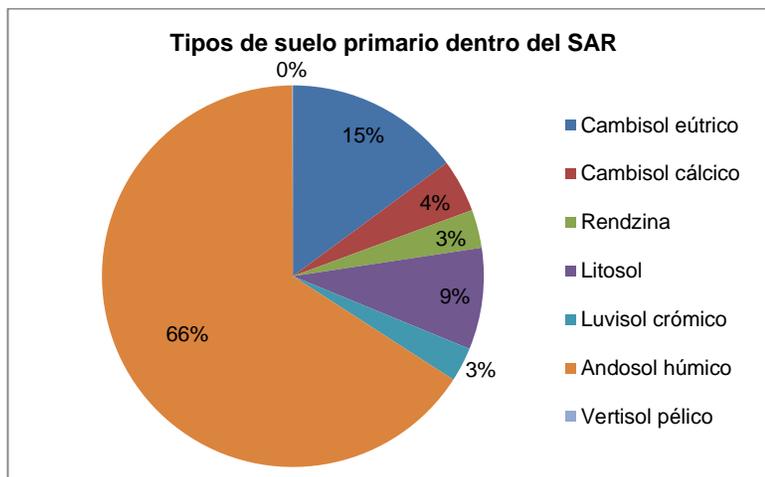


Figura IV.2.2.1.3. Tipos de suelo dentro del SA, de acuerdo al suelo primario

El término andosol deriva de los vocablos japoneses "an" que significa negro y "do" que significa suelo, haciendo alusión a su carácter de suelos negros de formaciones volcánicas. El material original lo constituyen, fundamentalmente, cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillis y otros productos de eyección volcánica. Se encuentran en áreas onduladas a montañosas de las regiones húmedas, desde el ártico al trópico, bajo un amplio rango de formaciones vegetales. El perfil es de tipo AC o ABC. La rápida alteración de los materiales volcánicos porosos, provoca una acumulación de complejos órgano metálicos estables con una elevada relación catión/anión. Los minerales formados están limitados a alofana, imogolita y ferrihidrita, principalmente.

d) Hidrología superficial y subterránea

El Sistema ambiental se ubica dentro de la Región Hidrológica del Río Papalopapan, así como dentro de la Cuenca del mismo nombre; la zona oeste del SAR se ubica dentro de la subcuenca del Río Salado, mientras que la zona este en la subcuenca del Río Blanco.

La mayor parte de Atzitzintla, ubicada en la cara sur de la Sierra Negra y el Citlaltépetl, tributa sus escurrimientos superficiales a la región hidrológica del río Papaloapan, que desagua en el Golfo de México. Aunque la mayor parte del territorio de Atzitzintla no posee clasificación en cuanto a escurrimientos hídricos, las zonas estudiadas por el INEGI muestran índices menores a 20% de escurrimientos. Atzitzintla carece de corrientes de agua superficiales importantes. Sólo pequeños arroyos descienden de las faldas de la montaña y tributan sus aguas a algunas corrientes fuera del municipio, algunos se encauzan hacia el sur y forman parte de la cuenca del Papaloapan, como el Toro Pinto y el Atzitzintla, en tanto que otros como El Encino se dirigen hacia el oriente, donde desembocan en el río Blanco.

El Área de influencia, por su arte se ubica dentro de la subcuenca del Río Salado.

CAPÍTULO IV

La mayor parte del SA (95%) y la totalidad del Área de influencia se ubica sobre rocas formadas en el Cenozoico superior volcánico (mioceno a reciente) siendo rocas volcánicas (lavas, brechas y tobos). principalmente basálticas y andesíticas, donde se reporta una permeabilidad media a alta (localizada).

IV.2.2.2 Medio biótico.

En esta sección se describe todo lo relacionado con los seres vivos, tanto de flora como de fauna y de las interacciones entre ellos, para describir y analizar en forma integral el SAR que constituye el entorno del proyecto. Los componentes abióticos (IV.2.1) y los bióticos se interrelacionan entre si y se requieren unos a otros para el desarrollo de los ecosistemas; las características particulares de cada uno proveen por su parte de diversidad y originalidad a cada ecosistema.

IV.2.2.2.1 Vegetación terrestre

a) Metodología

La finalidad de este apartado es mostrar la metodología que se llevó a cabo para el levantamiento de información en campo, para evidenciar y generar soporte ambiental que lograra identificar, describir y valorar las condiciones actuales en la zona de estudio, para constituir uno de los criterios básicos que ayudaron a realizar su análisis ecológico desde diversas perspectivas ambientales. Dichas actividades fueron enfocadas a alcanzar los objetivos siguientes:

1. Caracterización ambiental (patrones de distribución) y descripción de los diferentes USVEG que se encuentran en la zona de estudio y aquellos que se distribuyan de manera colindante, además de los que serán directamente afectados por los trabajos del proyecto, con la finalidad de conocer su ecología, la condición sucesional, así como la contribución de cambio antropogénico que presentan actualmente.
2. Análisis cualitativo y cuantitativo de la composición florística, formas de vida dominantes y usos de las especies de interés comercial, cuya información sirva, entre otros, para mostrar la clasificación taxonómica de las diferentes familias, géneros y especies identificadas, para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica en la zona de estudio.
3. Utilizar indicadores ambientales para reflejar el estado del medio biótico como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones, para tomar en cuenta medidas de protección y conservación; resulta especialmente importante el origen florístico de las especies nativas e introducidas, la presencia de especies pioneras al disturbio y aquellas que presentan algún régimen de protección y/o conservación en materia legal de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer si se afectarían especies o poblaciones de estas con alguna categoría de riesgo y el grado de afectación que podría ocurrir en ellas por la implementación del proyecto.
4. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad: La riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la abundancia proporcional.
5. Análisis cualitativo y cuantitativo de registros históricos obtenidos a partir de la revisión de la base de datos “*Global Biodiversity Information Facility*” (GBIF), para conocer el grado de cambio o bien similitud de las especies y poder interpretar las afinidades compartidas, reemplazos y pérdidas de la flora con base de referencia entre los registros históricos y los registros directamente identificados.

CAPÍTULO IV

La metodología empleada para fines de este documento se divide en dos fases, el trabajo de campo y gabinete, donde cada una de las actividades realizadas fue enfocada alcanzar los objetivos planteados.

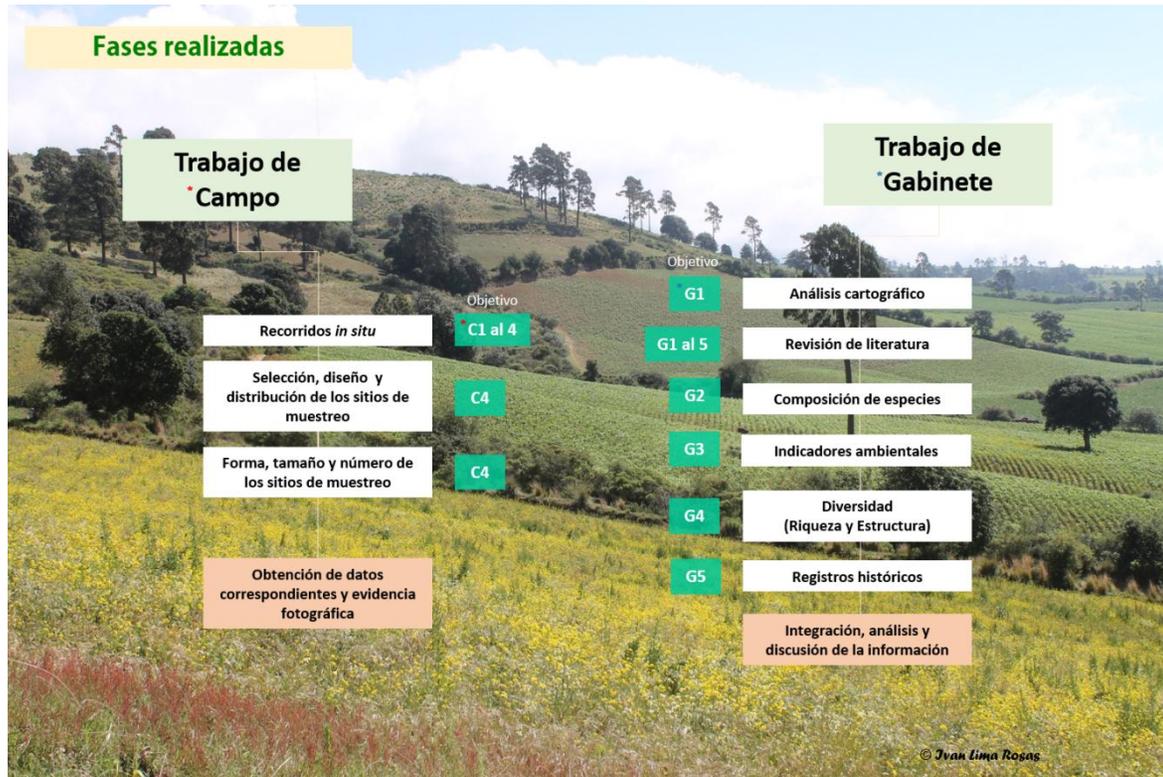


Figura IV.2.2.2.1.1. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información

La descripción de cada una de las actividades realizadas se muestra a continuación en base a la numeración que se presenta en el esquema anterior, comenzando con el trabajo de campo y posteriormente gabinete.

Recorridos *in situ*: Se realizaron tres visitas a campo en distintas temporadas para conocer el recambio de especies, como primera base fue importante el reconocimiento del terreno en compañía de guías locales a lo largo y ancho de la zona de estudio y colindancias, se utilizaron mapas preliminares y planos para conocer la ubicación espacial del proyecto; además se tomaron fotografías en puntos específicos para mostrar evidencia fotográfica-descriptiva de los distintos USVEG y su flora.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.1.2. Recorridos que se realizaron en la zona del proyecto y colindancias, A) Obtención de fotografías a nivel de paisaje, B) Ubicación de zonas boscosas por medio de mapas, C) Orientación por medio de planos, D) Recorridos con guías locales



Figura IV.2.2.1.3. Recorridos y fotografías a nivel de paisaje

Análisis cartográfico: Se revisaron y consultaron datos vectoriales para el USVEG de (INEGI, 2012) y del (INF, 2000), esta información tubo un importante soporte de campo y permitió disipar dudas respecto a las coberturas asignadas por ambas cartas; posteriormente se procedió a generar ajustes por medio de un proceso de fotointerpretación de una manera mayormente fina, para poder obtener datos más precisos que permitieran delimitar con mayor certeza las coberturas de USVEG observadas *in situ*.

CAPÍTULO IV

Revisión de literatura: La consulta bibliográfica fue sumamente importante para la realización del proyecto. Para la identificación de las especies florísticas se consultaron bases de datos y literatura especializada para la región. La información fue procesada y determinada taxonómicamente en base a la actualización más reciente empleada por The Plant List². Además la identificación de plantas se hizo mediante comparación y consulta vía web con ejemplares de herbarios virtuales y bases de datos reconocidas como: Neotropical Live Plant Photos³, Dave’s Garden⁴, Calphotos⁵, Irekani⁶, Neotropical Herbarium Specimens⁷ y CONABIO.

Composición de especies: En la zona de estudio se tomaron fotografías de las especies encontradas en los sitios de muestreo, además de aquellas que resultaron de interés durante los recorridos realizados de un sitio de muestreo a otro. Esto permitió obtener la clasificación taxonómica del total de familias, géneros y especies para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica del área. Un conocimiento adecuado de la comunidad biótica y de su distribución ayuda a identificar con bases firmes, los probables impactos del proyecto.

Indicadores ambientales: Un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones de proyectos sobre los problemas ambientales. En este sentido, se tomarán en cuenta los siguientes indicadores ambientales:

- Resulta especialmente importante la identificación de poblaciones que, por sus características (de difícil regeneración, compuestas por especies endémicas o con categoría de amenazadas y en peligro de extinción) referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se lleguen a observar en la zona de estudio. Este indicador fue utilizado para conocer el estado de la biodiversidad; bajo este esquema, las especies que presenten algún estatus de conservación o protección y que representen la reducción actual o potencial de ciertas especies que habitan en la zona de estudio, además de aquellas especies que reciban impactos significativos por las distintas actividades del proyecto.
- El origen florístico que representa las especies nativas para México, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permitió valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico, ya que ellas conforman un componente integral frecuente de un área específica que se ve influenciada con el tiempo, el arribo de especies pioneras al disturbio, las condiciones del desarrollo y las alteraciones que sufren los ecosistemas a los cuales pertenecen.

² <http://www.theplantlist.org/>

³ http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color_images.asp

⁴ <http://davesgarden.com/>

⁵ <http://calphotos.berkeley.edu/>

⁶ <http://unibio.unam.mx/irekani/advanced-search?proyecto=irekani>

⁷ <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>

CAPÍTULO IV

Selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo: Se utilizaron imágenes satelitales de GoogleEarth y fotografías terrestres para identificar el USVEG realizando recorridos *in situ*. El diseño de muestreo fue sistemático estratificado, en el cual los sitios de muestreo fueron ubicados a intervalos mecánicamente espaciados en los fragmentos de bosque observados dentro y algunos fuera del AP, que implicó la distribución de muestras siguiendo un patrón sistemático al interior de cada muestreo. Las mediciones de las características de interés se llevaron a cabo en los sitios de muestreo distribuidos con arreglo a un modelo fijo. Esta metodología es preferida no solo porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato, sino también por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón espacial de los individuos ofrece una mejor estimación que el muestreo sistemático sin estratificar.

Forma, tamaño y número de los sitios de muestreo: Después de revisar detalladamente la selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo, se utilizó la metodología empleada por el INF (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, 2011), y así determinar la superficie que ocupa cada sitio de muestreo. Se establecieron un total de (30) sitios de muestreo (20 que se establecieron dentro del AP y 10 fuera de él, con la finalidad de ampliar el número de muestreos, ya que dentro del AP las superficies forestales son muy reducidas), por medio de parcelas circulares de 400 m² (radio = 11.28 m) dando una superficie para cada una de (0.04 Ha), Así mismo, dentro de cada sitio de muestreo se llevaron a cabo subparcelas con una superficie de 1 m². Así mismo, en cada una de las plataformas de maniobra donde serán colocados los aerogeneradores se llevó a cabo un levantamiento de información con el objetivo de conocer aquellas especies que pudieran resultar afectadas y el número de las mismas.

CAPÍTULO IV

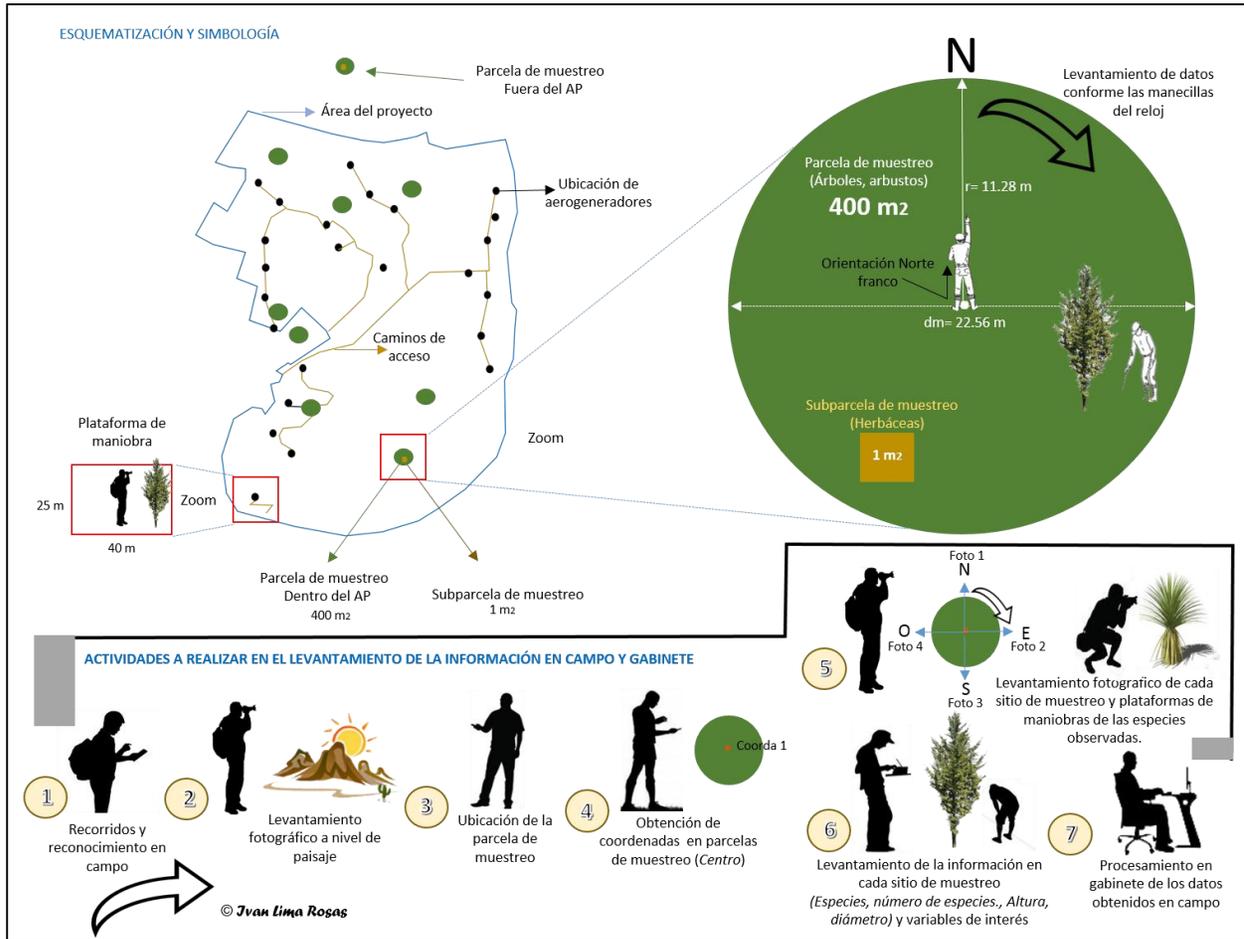


Figura IV.2.2.2.1.4. Esquema ilustrado que representa la metodología empleada para el levantamiento de información en campo (vegetación y flora)

Para el registro de la información correspondiente se consideraron algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información. Se llegó a cada sitio mediante el empleo de posicionadores geográficos (GPS), ubicando cada sitio de muestreo por medio de un punto central de referencia y posteriormente se realizó el marcado físico de la parcela con el apoyo de una cinta métrica (midiendo del centro a una distancia de 11.28 m). El conteo y numeración de las especies se inició del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.1.5. Ubicación y trazado de cada parcela de muestreo

En cada sitio de muestreo con una cinta diamétrica se midió y registro la “vegetación leñosa” cuyo diámetro normal (DAP) de los árboles a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, fuera igual o mayor a 7.5 cm, para arbustos se tomaron en cuenta aquellos diámetros menores a 7.5 cm y dentro de las subparcelas aquellas especies asociadas a “vegetación no leñosa” (herbáceas o arbustos pequeños) que fueron observadas; para el caso de algunos árboles se sumaron los diámetros ya que presentan ramificaciones desde la base. Así mismo, se levantaron datos de cada individuo como: la altura total (m), nombre común e identidad taxonómica (en caso de conocerla) y fotografías de las especies.



Figura IV.2.2.2.1.6. Medición y registro de “vegetación leñosa” en cada parcela de muestreo, A) DAP, B) Altura, C) Levantamiento de datos correspondientes

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.1.7. Medición y registro de “vegetación no leñosa” en cada subparcela de muestreo, tomando en cuenta especies observadas y número de individuos por especie

Diversidad: Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Sin embargo, para la aplicación de índices es necesario conocer los supuestos en los que están enmarcados para que la información generada a través de éstos pueda ser utilizada para interpretar correctamente el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Existen distintos tipos de diversidad: la local o diversidad α (alfa) de cada comunidad vegetal concreta del paisaje; la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes o recambio de especies, diversidad β (beta) y la diversidad (gamma) que reúne a las dos anteriores (Whittaker, 1960).

En este análisis se utilizó la diversidad alfa que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith, 2001). La diversidad alfa no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad vegetal dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos o como cobertura), y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad.

❖ Riqueza

Riqueza específica: Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza específica que hace referencia al número de las especies que integran la comunidad. Es un componente de la diversidad la cual permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes. En este sentido, la riqueza se obtuvo mediante el número de especies por sitio de muestreo.

CAPÍTULO IV

❖ Estructura

Estructura vertical: La estructura vertical en una comunidad se define como la distribución de los individuos o de las especies en relación a sus alturas (Kershaw, 1973). La comunidad se puede estratificar en clases definidas en las que se agrupan individuos de tamaños similares, para determinar el número de estratos presentes en los sitios de muestreo en relación a la vegetación. En este sentido, se obtuvieron intervalos de clase de la altura siguiendo la regla de Sturges, que calcula el número de intervalos con la siguiente fórmula:

$$k = 1 + 3.332 \log. n$$

Dónde:

K= N° de intervalos por clase

n = N° de medidas tomadas (N° de individuos)

El valor de *c* (número de clases) es común redondearlo al entero más cercano.

Estructura poblacional (clases diamétrica): La estructura poblacional de la vegetación en los sitios de muestreo se analizó en términos de área basal, usando la distribución de frecuencias agrupadas por clases diamétrica. Las distintas clases de diámetro fueron definidas considerando los valores de los datos obtenidos y el número total de individuos. Para determinar el patrón de distribución de frecuencias del DAP se utilizó de igual forma la regla de Sturges con la fórmula mostrada anteriormente. Esta información sirvió para hacer referencia a la distribución de las principales características de las especies en el espacio, teniendo especial importancia las clases de dimensión. Por tanto, habitualmente son las distribuciones de frecuencia de los atributos de las especies una herramienta empleada para describir la estructura de algún tipo de vegetación. Dicha estructura viene determinada no solo por la distribución más o menos regular de las especies en el terreno, sino sobre todo, por la mezcla espacial de las distintas especies y el grado de mezcla de estas con diferentes dimensiones.

Índice de valor de importancia: El análisis estructural de la vegetación en los sitios de muestreo se basó en el cálculo de tres variables estructurales (densidad, dominancia y frecuencia), para obtener el índice de valor de importancia relativa (IVI) para cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002). Esto permitió clasificar de manera jerárquica la influencia o importancia de una determinada especie en la estructura de la comunidad, así como la composición florística de los sitios muestreados.

$$IVI = \text{Den Rel} + \text{Dom Rel} + \text{Frec Rel}$$

Dónde:

IVI: Índice de valor de importancia (%)

Den. Rel: Densidad relativa (%)

Dom. Rel: Dominancia relativa (%)

Frec. Rel: Frecuencia relativa (%)

La densidad relativa es el número de individuos por área de muestreo y expresa la proporción de una especie con respecto al total:

$$\text{Den Rel} = (n_i / N) \times 100$$

Dónde:

n_i = Número de individuos por especie

N = Número total de individuos de todas las especies

CAPÍTULO IV

La dominancia relativa es la expresión del espacio ocupado por cada especie entre la sumatoria de espacios ocupados por todas las especies:

$$\text{Dom Rel} = (G_i / G_t) \times 100$$

Dónde:

G_i = Área basal en m² por especie

G_t = Área basal total en m² del total de muestreos

El Área Basal (AB) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del pecho (McCune y Grace, 2002). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = \pi \times (D/2)^2$$

Dónde:

π: 3.1416

D: Diámetro del árbol a la altura del pecho

La frecuencia relativa se refiere a las unidades de muestreo en la cual ocurre una especie, es decir, es una medida de la distribución. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Fre Rel} = (n_i / N) \times 100$$

Dónde:

n_i = Frecuencia de la especie

N = Frecuencia de todas las especies

Índices de abundancia proporcional: Tienen en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

- **Índice de dominancia:** Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tiene en cuenta las especies mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás.

Índice de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como 1-D. La fórmula que utiliza es la siguiente:

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Dónde:

D = Dominancia

CAPÍTULO IV

P_i = Abundancia proporcional de la especie i (N° de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra)

- **Índices de equidad:** Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas.

Índice de Shannon-Wiener (H'): Refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurrán, 1988). H' normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar H' es el logaritmo de S , $\ln(S)$, o sea si la comunidad es completamente equitativa expresada como $(H')=S$. La fórmula que utiliza es la siguiente:

$$H' = -\sum P_i * \ln^2 P_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
 P_i = Abundancia relativa
 \ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurrán, 1988). La equidad de Pielou se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H' \max$$

Dónde:

J = Equidad de Pielou
 H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener
 $H' \max = \ln(S)$.
 S = número de especies

La vegetación es un recurso natural clave para el equilibrio del ecosistema por lo que es necesario disponer de información cuantitativa sobre sus características y distribución. Se considera que la caracterización cuantitativa es un paso hacia el entendimiento de la riqueza y estructura de la vegetación, así como la dinámica de las comunidades vegetales (Williams-Linera, 2002b). La caracterización de la vegetación fue fundamental ya que la distribución de las especies no es homogénea y el status de una especie puede ser rara o abundante, o tener restricciones ecológicas por algún factor (suelo, humedad, pH, etc.), (Vargas et al., 2005). La información generada constituyó una herramienta para lograr ubicar aquellos sitios que albergan determinadas especies con un alto valor ecológico y poder así realizar propuestas de protección y conservación en caso de ser afectadas por las distintas actividades del proyecto. Todos los análisis correspondientes descritos en la metodología se muestran a continuación en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

b) Resultados

Caracterización ambiental (Patrones de distribución de la vegetación)

La zona de estudio corresponde a dos regiones fisiográficas importantes: Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del sur, a su vez están constituidas por dos subprovincias: Lagos y volcanes de Anáhuac y Sierras orientales respectivamente. En la zona de estudio existen elevaciones importantes donde se encuentra el Pico de Orizaba o Citlaltépetl (5,675 msnm) que es el volcán más alto de Norteamérica y debido a su altura, su cima permanece cubierta de nieve a lo largo de todo el año. Tiene una forma cónica bien definida y se ubica, junto con el extinto volcán Sierra Negra, en el extremo sur de una cordillera volcánica alineada en dirección NNE-SSW.



Figura IV.2.2.2.1.8. Vista desde el AP del Pico de Orizaba con su cumbre nevada y del Sierra Negra

Desde un punto de vista fisiográfico, la cordillera volcánica Cofre de Perote-Pico de Orizaba conforma una importante barrera orográfica que separa al Altiplano Central de la Planicie Costera del Golfo. Este pronunciado relieve con más de un kilómetro de desnivel, permite el arribo de corrientes de humedad provenientes del Golfo de México que precipitan en el sector oriental y suroriental de dicha cordillera, ocasionando importantes escurrimientos hidrológicos (Rzedowski, 1978). En este sentido, en la zona de estudio se presenta una variedad de condiciones fisiográficas, climáticas y edáficas que han dado lugar a distintos tipos de vegetación y su flora, que debido a los cambios que han sufrido los bosques alberga diferentes asociaciones vegetales (Muller, 1939; Rojas-Mendoza, 1965; Rzedowski, 1978).

El grado de continuidad de la cobertura vegetal está determinada en gran medida por la dinámica de agua, al cual a su vez se ve influenciada por la textura del suelo y la topografía (Hook y Burke, 2000; Estrada 1998). La topografía así mismo, es responsable de la orientación, elevación y pendiente, variables físicas que forman parte de un complejo gradiente que presenta una influencia determinante en la composición de especies de las comunidades vegetales (Vetaas y Chaudhary, 1998).

CAPÍTULO IV

Ante este panorama, dentro de los límites del área de estudio, es posible observar tres grandes fajas altitudinales que en cuanto a superficie se refiere ocupan la mayor parte del SA, a pesar de que existen otras en la siguiente imagen se mencionan aquellas que fueron observadas directamente durante las visitas a campo, en las cuales se muestra el USVEG y el impacto causado por los diferentes grados de aprovechamiento de los recursos naturales a través del tiempo y que actualmente definen el patrón de distribución en la vegetación.

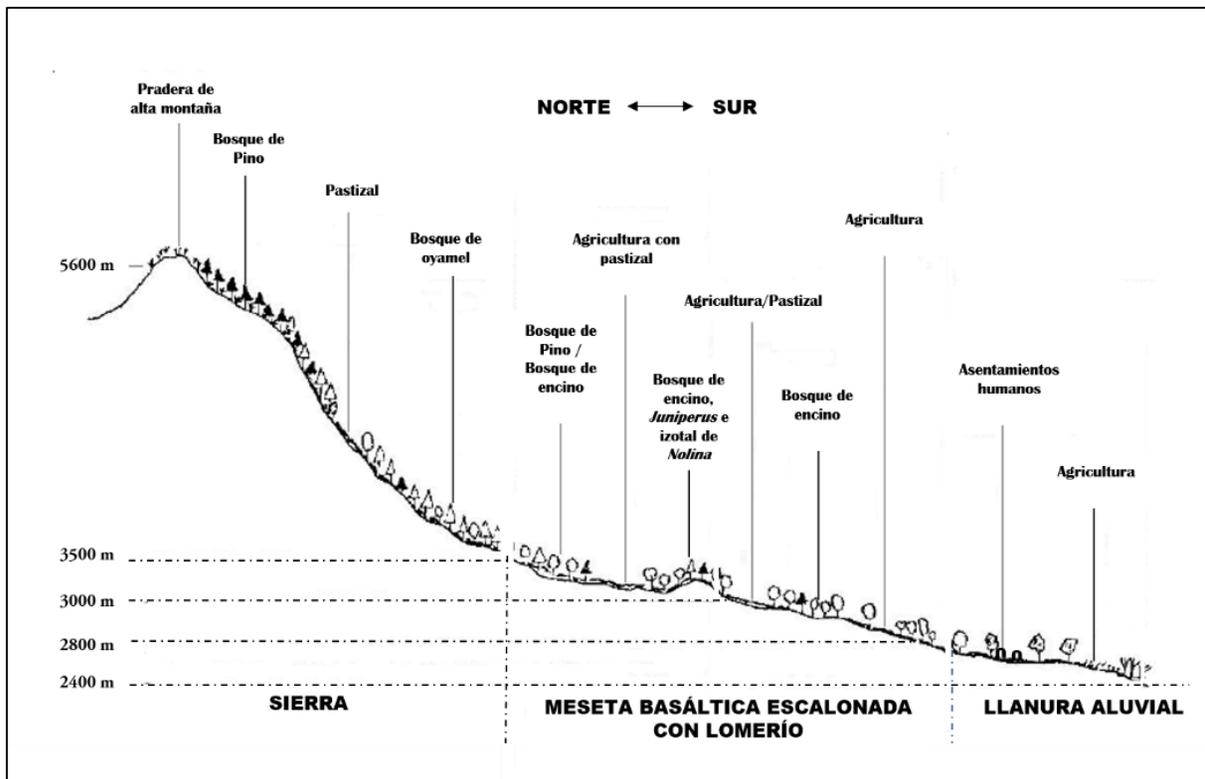


Figura IV.2.2.2.1.9. Esquema de las franjas ecológicas y USVEG característico en la mayor parte del SAR

Para el caso de la sierra se extiende de los 3500 a los 5600 m, esta zona presenta pradera de alta montaña y la que actualmente está mayormente cubierta por la vegetación arbórea, pero que en su límite inferior muestra marcadamente los efectos del deterioro de su riqueza biológica. No obstante, también es posible observar el deterioro causado por la explotación forestal intensiva a lo largo de mucho tiempo, con diferentes niveles de perturbación y daño, como el caso del bosque de oyamel que actualmente ha reducido notablemente su cobertura.

Para el caso de la meseta basáltica es un área que por su acceso relativamente fácil y la cercanía con comunidades, actualmente muestra los devastadores efectos de la utilización indiscriminada de los recursos naturales; así mismo, es la zona en la que los lomeríos descienden a la llanura y en la que se desarrollan la mayor parte de las actividades productivas, en esta zona incluso se nota claramente bosques rodeados de terrenos agrícolas y pastizales, aunque muchas veces se practican sistemas agroforestales. Finalmente la llanura es una zona donde predominan los asentamientos humanos y la que se ha visto sometida a fuertes presiones por el uso del suelo para la construcción de casas y al aumento de la frontera agrícola.

CAPÍTULO IV

Para poder acotar la información obtenida a nivel del SAR, se procedió a generar un perfil altitudinal de Norte a Sur y de Oeste a Este que representara únicamente la superficie referida para el AP, para conocer el escalonamiento en cuanto a distribución se refiere al USVEG, por lo que se puede decir, que la sierra mostrada en el esquema anterior no forma parte del AP, únicamente se presenta la meseta basáltica escalonada con lomerío y la llanura aluvial, con suelos predominantemente de tipo andosol. Las siguientes imágenes muestran lo anteriormente dicho, donde se presentan altitudes de Norte a Sur que van de los 3027 a los 2751 msnm. y para el caso del perfil de Oeste a Este va de los 2925 a los 2833 msnm.

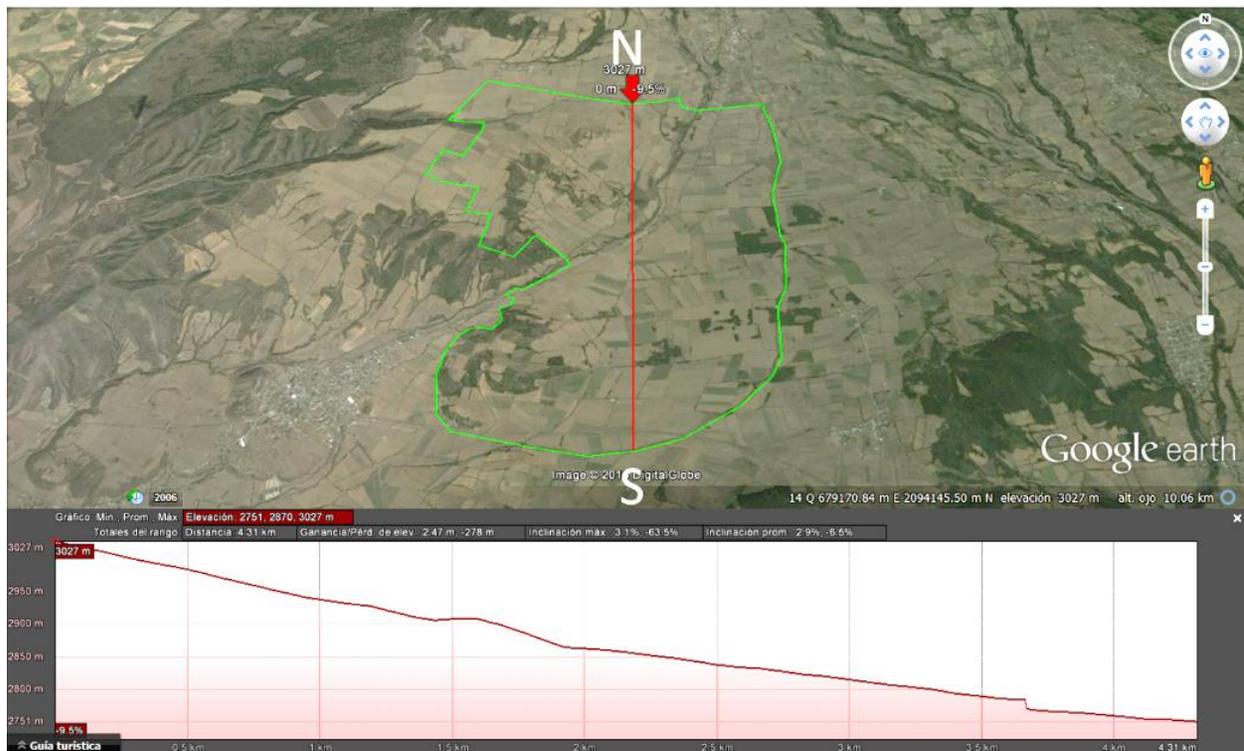


Figura IV.2.2.2.1.10. Perfil altitudinal con orientación Norte a Sur dentro del AP

CAPÍTULO IV

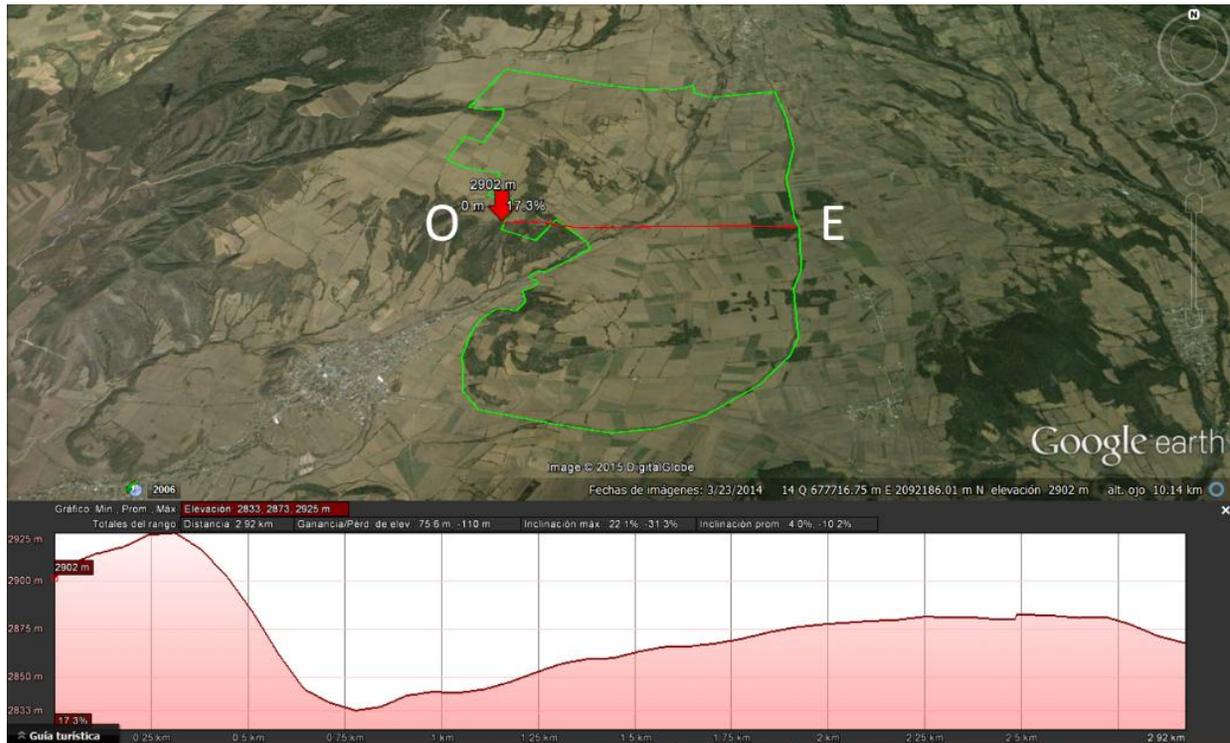


Figura IV.2.2.2.1.11. Perfil altitudinal con orientación Oeste a Este dentro del AP

El marcado gradiente altitudinal constituye una combinación que da origen a la diversidad y desarrollo de diferentes estratos de vegetación, coberturas y condiciones de la misma, entre las que sobresalen las asociaciones de coníferas y encinos principalmente, por su mayor número de especies, aunque también se reportó a un bosque de encino con *Juniperus* e izotal de alta montaña de *Nolina*. La extracción de los recursos forestales representa una actividad tradicional, esto está generando áreas cada vez más amplias en las que se observan los efectos de la deforestación y la alteración del hábitat.

La zona de estudio es conocida como una región importante de biodiversidad, resulta extraordinario que un país como México, que se caracteriza sobre todo por su clima tropical y semiárido, sea el centro primario de diversidad de los pinos (*Pinus* spp.) y el centro primario de diversidad del hemisferio occidental de los encinos (*Quercus* spp.), dos de los géneros más representativos y económicamente importantes entre los árboles de clima templado (Rzedowski, 1978). Estos árboles son las especies dominantes del dosel entre los fragmentos que se mantienen rodeados de terrenos agrícolas, formando parte de los principales tipos de bosque en la zona del proyecto.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.1.12. El género *Pinus spp.* y *Quercus spp.* se muestran dominantes como parte del dosel en los fragmentos de bosque que conforman algunas superficies en la zona de estudio

Los bosques de pino y encino aunque comparten la misma zona ecológica, tienen importantes diferencias estructurales, fenológicas y ecológicas. Ambos tipos de bosque han sufrido fuertes mermas en su extensión y composición de especies. La zona ecológica templada de México (Toledo et al., 1985) es característica de las regiones montañosas del país y comprende varios tipos de vegetación. Todos ellos se desarrollan en un clima estacional, ya que los inviernos son fríos (a menudo con temperaturas bajo cero) y con lluvias que van de escasas a insignificantes, en tanto que los veranos son cálidos y húmedos. Debido a ello, esos tipos de vegetación comparten una ecología más o menos similar, lo que permite agruparlos y describirlos colectivamente (Rzedowski, 1978; Dirzo, 1994).

En México, los pinos tienen gran importancia ecológica, económica y social. A menudo son el componente dominante de la vegetación, influyen en los procesos funcionales del ecosistema tales como los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos, los regímenes de fuego, y son hábitat y fuente de alimento para la fauna silvestre (García y González, 2003). Tienen un alto valor económico, ya que son fuente de madera, leña, pulpa, resinas, semillas comestibles y otros productos. Además, ofrecen importantes servicios ambientales (agua, oxígeno, recreación, captura de carbono) e influyen en el clima regional (Ramírez-Herrera et al., 2005).

Aunque la diversidad de especies del dosel de los bosques observados en la zona de estudio es en general relativamente baja, la diversidad de los estratos herbáceo y arbustivo suele ser muy alta (Ovington, 1983), ya que se presentan especies anuales que incrementan la riqueza florística; en este caso entre las familias dominantes se encuentran las compuestas (Asteraceae) y los pastos (Poaceae) principalmente.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.1.13. Riqueza florística que forma parte del sotobosque en los fragmentos de vegetación dentro del AP, entre algunos géneros dominantes se encuentran, A) *Baccharis*, *Muhlenbergia* y *Lupinus*, B) *Castilleja* y *Lupinus*, C) *Heterotheca* y *Muhlenbergia*, D) *Festuca*

Es evidente que la explotación no ha mantenido un equilibrio entre la madera extraída y las posibilidades de regeneración del bosque, pues es fácil observar los claros originados por la deforestación. Este inadecuado manejo ha inducido el aumento en la intensidad de los procesos erosivos del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal de los estratos inferiores.



Figura IV.2.2.2.1.14. Pérdida y alteración de los recursos naturales por diferentes actividades antropogénicas como principal motor de cambio

CAPÍTULO IV

En cuanto al aspecto ecológico las diversas actividades que se han llevado a cabo han significado la reducción de las superficies arboladas, la degradación y el desequilibrio en los ecosistemas, lo que reduce la filtración de aguas pluviales hacia los mantos acuíferos. La pérdida o alteración de buena parte de la riqueza en el AP y el gran cambio que se observa en las superficies aledañas, son un claro índice del desequilibrio al que ha llegado la relación hombre-naturaleza, que para las poblaciones locales se manifiesta por la necesidad de acudir cada vez más lejos para la obtención de algunos productos derivados del bosque, así como el ensanchamiento y avance progresivo de las actividades agrícolas y pecuarias que van dejando tras de sí las huellas de la erosión y la escases general de los recursos naturales. Este deterioro ambiental se agudiza cada vez más por la presión que ejercen las comunidades rurales; para ello, es necesario llevar a cabo acciones que eleven la calidad de vida de las comunidades humanas localizadas alrededor del área en estudio, lo que necesariamente debe conjugarse con logros concretos en el ámbito de la protección y conservación de los recursos naturales.

Descripción de los diferentes USVEG dentro del AP (Forointerpretación)

Para tener un acercamiento estructural sobre la descripción de la vegetación, fue necesario seguir un sistema de clasificación y descripción del hábitat, la presunción general de métodos para estudios vegetales es la complejidad de la vegetación representada por el grado de capas o estratos presentes, que puede ser comparado con la diversidad del hábitat, que a cambio favorecerá la diversidad vegetal (Rzedowski et al., 1996). Principalmente se tomó en cuenta la revisión bibliográfica de algunos estudios florísticos compatibles con los tipos de vegetación de la zona. Por otro lado, también fue conveniente consultar la clasificación basada en los esquemas de Miranda y Hernández X. (1963), Rzedowski (1978), así como también se creyó conveniente revisar la propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México, hecha por (Medrano, 2003). Es importante destacar que el sistema de Rzedowski tiene, entre otras ventajas, el emplear categorías básicas y excluyentes que permiten una relativa facilidad de cartografiado y facilita la subcategorización. El USVEG tiende a variar en forma predecible dentro de una unidad de relieve y son afectados por la altitud, suelo y la inclinación siguiendo un gradiente altitudinal.

La clasificación fisonómica de la vegetación ha sido la más utilizada, debido a que toma en cuenta características y elementos del paisaje que permiten definir con mayor sencillez los tipos de vegetación (Whittaker, 1970). Por estas razones, una clasificación de comunidades ecológicas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir las numerosas facetas (aunque no todas) de los patrones biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje (Rzedowski, 1978). Diferenciándose con base en los elementos dominantes florística y fisonómicamente y en base a la fotointerpretación realizada dentro del AP se describen a continuación los diferentes USVEG que fueron observados durante los recorridos y muestreos realizados *in situ*.

Bosque de Pino (incluye las siguientes categorías)

Bosque de pino con vegetación primaria y secundaria
Bosque de pino con vegetación secundaria

CAPÍTULO IV

La sumatoria de las diferentes coberturas que fueron agrupadas en este tipo de vegetación en encuentran ocupando dentro del AP una superficie de (25.779 Ha). Sus elementos primarios y secundarios se encuentran presentes en algunos fragmentos aislados que forman parte de la matriz del paisaje, a su vez están mezclados formando parte de sistemas agroforestales y zonas agrícolas. Los bosques de pino son comunidades siempre verdes, formadas por diferentes especies de coníferas, de gran importancia económica pues constituyen el recurso forestal por excelencia; ocupan las partes más altas de las regiones montañosas (Rzedowski, 1978). Se trata de poblaciones arboladas que poseen un crecimiento relativamente rápido; muchas de las especies son resistentes a los incendios, a las sequías y soportan el pastoreo, estos bosques presentan una estructura muy homogénea pues en general, las poblaciones se componen de unas cuantas especies.

Dentro del AP se distribuye principalmente en las zonas altas y frías, en diferentes gradientes altitudinales. Asimismo, a medida que disminuye la altitud, se encuentran bosques de pino mezclados con bosques de encino, formando mosaicos ecológicos, debido principalmente a gradientes de humedad locales y tipos de suelo. Estos bosques presentan distintos grados de perturbación, principalmente por el cambio de uso del suelo y la extracción de especies forestales. A pesar de que la mayoría de estos bosques están representados en áreas naturales protegidas como el caso del Parque Nacional Pico de Orizaba, la extracción permanente de madera los hace insustentables, debido a la ausencia o falta de instrumentación de programas de manejo que aseguren aprovechamientos a largo plazo de las especies más cotizadas en el mercado nacional e internacional.

Es importante considerar que estos bosques tienen una estrecha relación con la recarga de los mantos acuíferos. Esto puede dar una idea de la importancia ecológica que los bosques de pino tienen para mantener la recarga de los acuíferos de los ríos que provienen de esas montañas y suministrar el agua que es indispensable para mantener los asentamientos humanos que se han establecido colindantes al área del proyecto.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.1.15. Bosque de pino con sus diferentes categorías observadas. A) Bosque de pino con veg. primaria y secundaria, B) Bosque de pino con vegetación secundaria, C) Fragmentos de bosque de pino que conforman la matriz del paisaje

Una comunidad secundaria también puede mantenerse indefinidamente como tal si persiste el disturbio que la ocasionó, o bien si el hombre impide su ulterior transformación. Estos efectos se logran de manera frecuente con el sobrepastoreo, el fuego o ambos, actividad muy común en la zona de estudio. Resulta difícil definir los límites precisos entre la vegetación primaria y la secundaria, pues el grado de alteración causada por el hombre puede ser grave o leve y sólo puede afectar algunas especies o algunos estratos de la comunidad clímax y no altera de manera considerable su fisonomía (Rzedowski, 1978). Por otro lado, tampoco las comunidades ruderales y arvenses que también forman parte de la vegetación secundaria y son pioneras al disturbio son fáciles de distinguir en el sentido más estricto. Sin embargo, en la zona se llegan a dar casos donde el propio bosque se está regenerando, específicamente donde los terrenos agrícolas han sido abandonados.

La estructura y composición florística de este bosque es variable y cambia de un lugar a otro en función de variantes climáticas ocasionadas por diferencias de altitud y en exposición, en función del grado de disturbio y de otros factores ambientales. Entre las especies de hábito arbóreo figuran las siguientes: *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii* llegando a formar incluso bosques puros monoespecíficos en los fragmentos considerados como zonas boscosas dentro del AP, tal es el caso de *P. hartwegii* especie característica de los bosques que se desarrollan a grandes altitudes, en los picos y montañas más altas de México. Así mismo, es común llegar a observar con muy baja frecuencia algunos otros árboles como: *Juniperus deppeana*, *Alnus jorullensis* y *Arbutus xalapensis*. Entre algunos arbustos y herbáceas que logran acompañar a este bosque se encuentran dominados por la familia Asteraceae; como también figuro *Eryngium proteiflorum*. En sitios más húmedos se llegan a encontrar algunos helechos como *Asplenium castaneum* y *A. monanthes*.

CAPÍTULO IV

Estos bosques donde la perturbación es mayor presentan un estrato arbustivo más denso, donde generalmente el sotobosque es dominado por especies pioneras al disturbio. La presencia de epífitas fue muy baja en la zona; sin embargo, se distribuye el género *Tillandsia*. En muchos árboles de este tipo de bosque se puede observar a la especie hemipárasita *Arceuthobium globosum* sobre los pinos, siendo esta especie otro claro indicador de perturbación. Otro componente principal de estos bosques es *Muhlenbergia macroura*, *Baccharis conferta*, *Lupinus montanus* y *Castilleja tenuiflora*, especies que ha llegado a ocupar extensas superficies formando parte del sotobosque.



Figura IV.2.2.1.16. Especies indicadoras de perturbación. A) *Arceuthobium globosum*, B) *Muhlenbergia macroura*, C) *Baccharis conferta*, D) *Lupinus montanus*

Como parte de la composición de las distintas coberturas dentro de este tipo de bosque y el resto son comunes los sistemas agroforestales formando asociaciones de bosque de pino/pastizal natural y pino/agrícola; debido a esto la mayor parte del bosque se encuentra con grandes cambios en cuanto a composición y estructura se refiere. En este sentido, en el sotobosque se llegan a observar una gran cantidad de cultivos en compañía de pinos y pastizales naturales e inducidos; estos últimos surgen cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Como ya se señaló con anterioridad, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas veces con la ayuda de algún factor del medio natural, como la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen su mantenimiento.

CAPÍTULO IV

De esta manera estos pastizales prosperan una vez destruidos los bosques de *Pinus* y *Quercus*, característicos de la zona de estudio; formado por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Peyritschia*, son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Las áreas que sustentan pastizal tanto natural como inducido presentan diferentes grados de deterioro debido a los manejos de la sustitución de la vegetación original por el pasto, además de las prácticas del pastoreo sin control que muchas veces propicia la pérdida del suelo.



Figura IV.2.2.1.17. Factores que han incidido en el cambio de uso del suelo. A) Pastoreo de ganado extensivo, B) Pastizales naturales que han sido sometidos intensamente al pastoreo, C) Pastizales inducidos, C) Quema de pastizales para propiciar su rebrote

Se puede decir que los bosques en el AP enfrentan el grave problema de su desaparición o la deforestación, que se define como la destrucción temporal o permanente de la comunidad vegetal con fines agrícolas y ganaderas. Con la deforestación aumenta la erosión del suelo y disminuye su fertilidad; se incrementa la sedimentación en ríos y arroyos y se dañan los ecosistemas acuáticos al reducir la penetración de la luz solar, llevar contaminantes tóxicos insolubles al agua y azolvar ríos y arroyos. La erosión descontrolada, disminuye la filtración del agua al subsuelo, aumenta el volumen de los escurrimientos y los vuelve torrenciales (Kozlowski y Pallardy, 1997), causando flujos de lodo que ponen en peligro vidas humanas. Es necesario y urgente que los pobladores locales se dé cuenta de que la riqueza del bosque no es permanente y que en consecuencia, su obligación no es abstenerse de la explotación para su bienestar, sino simplemente conducir esa explotación de una manera racional y sustentable (Viereck, 1983).

Bosque de Pino-Encino, Encino-Pino (incluye las siguientes categorías)

Bosque de pino-encino con vegetación primaria y secundaria

Bosque de pino-encino con vegetación secundaria

Bosque de encino-pino con vegetación primaria y secundaria

CAPÍTULO IV

Bosque de encino-pino con vegetación secundaria

La sumatoria de las diferentes coberturas que fueron agrupadas en este tipo de vegetación en encuentran ocupando dentro del AP una superficie de (48.252 Ha). La similitud de las exigencias ecológicas de los bosques de pino-encino, encino-pino da como resultado que los dos tipos de bosques ocupen nichos muy similares y que a menudo se presenten en forma de bosques mixtos, lo cual dificulta su interpretación y cartografía precisa (Rzedowski, 1978). Muchos autores optaron por fusionar en sus estudios a los bosques de Pinus y los de Quercus en un sólo tipo de vegetación, a pesar de las significativas diferencias fisonómicas entre unos y otros. Actualmente se están reduciendo estas áreas debido principalmente a la tala. En forma general, la transición del bosque de encino, pasando por el de encino-pino, pino-encino y pino está determinada por el gradiente altitudinal. En las laderas más bajas, impera el bosque de encino y, conforme se asciende, van apareciendo algunos elementos aislados de pinos mezclados entre encinares. Al continuar el ascenso los pinos se multiplican y van teniendo mayor cobertura que los encinos, de tal manera que dominan sobre estos, hasta que en rangos superiores a los 3300 msnm el bosque está constituido por masas puras de pinos.

Rzedowski (1978) afirma que “los bosques mixtos de pino–encino, encino-pino son los que ocupan mayor superficie forestal de las partes altas de los sistemas montañosos de México, esto a su vez corrobora los datos obtenidos. La mezcla de diferentes especies de Pinus y Quercus son frecuentes y ocupan muchas condiciones comprendidas dentro del área general de distribución de los pinos”.



Figura IV.2.2.2.1.18. Condiciones actuales del bosque mixto en la zona de estudio. A) Bosque de pino-encino, encino-pino con veg. primaria y secundaria, B) Bosque de pino-encino, encino-pino con veg. secundaria, C) Debido a la deforestación de este bosque los suelos se han erosionado formando grandes y largas cárcavas, C) Tlaxisque, arbusto pionero al disturbio que ha dominado los sitios perturbados dentro de este tipo de vegetación

CAPÍTULO IV

Este bosque en el AP está integrado por árboles bajos y muy espaciados, entre los que figuran: *Pinus leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *Juniperus deppeana*, *Cupressus lusitánica*, *Alnus jorullensis*, *Quercus x dysophylla*, *Q. candicans*, *Q. crassifolia*, *Q. castanea*, *Q. laurina* y como elemento dominante a *Q. rugosa*; otras especies que son frecuentes es estas comunidades son: *Prunus serotina*, *Buddleja cordata* y *B. parviflora*. Una especie que nos sirvió como indicador de perturbación fue *Ceanothus caeruleus* (Tlaxisque), ya que es un arbusto muy abundante en sitios perturbados tanto en el bosque de pino-encino, encino-pino como en el bosque de encino.

En el estrato herbáceo menor a 1 m sobresalen nuevamente *Muhlenbergia macroura*, *Baccharis conferta*, *Lupinus montanus* y *Castilleja tenuiflora*, ya que se presentan en la totalidad del AP y colindancias como las más representativas en la zona; sin embargo, en su anexo correspondiente se muestra un listado florístico-taxonómico con todas las especies identificadas en este proyecto. Sin duda, este tipo de vegetación no se salva de los cambios ocurridos dentro del AP por las distintas actividades antropogénicas como principal motor de cambio.

Bosque de Encino (incluye las siguientes categorías)

Bosque de encino con vegetación primaria y secundaria

Bosque de encino-juniperus-izotal de alta montaña de Nolina con vegetación primaria y secundaria

La sumatoria de las diferentes coberturas que fueron agrupadas en este tipo de vegetación en encuentran ocupando dentro del AP una superficie de (8.339 Ha). Se encuentran entre las coberturas más bajas, ya que la deforestación de los encinos a través de los últimos 15 años ha sido muy drástica, principalmente para la obtención de carbón. Este tipo de vegetación rara vez se presenta puro, debido a la afinidad ecológica que comparte con otras comunidades, generalmente domina *Quercus* y se encuentran mezclados elementos como: *Pinus*, *Alnus*, *Arbutus*, *Prunus*, *Juniperus* entre otras; la forma de los árboles es muy diversa, así como el grosor de los troncos, que generalmente se ramifican a corta altura del suelo, son variadas también: la estructura y el tamaño de las hojas, las cuales en su mayoría se caen en la época seca del año, formando una gruesa capa de material orgánico, lo que muchas veces impide el caminar dentro de este bosque.

Algunas especies que fueron identificadas en la zona de estudio son: *Quercus x dysophylla*, *Q. castanea*, *Q. candicans*, *Q. crassifolia* y *Q. laurina* y nuevamente como elemento dominante a *Q. rugosa*. A estos encinares los acompañan una gran cantidad de asteráceas y poáceas que dominan el sotobosque, además de otras familias que se encuentran muy bien representadas dentro del AP.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.1.19. Bosque de encino. A) Dosel que brilla debido al colorido de las hojas de los encinos, B) Los árboles de encino presentan ramificaciones desde la base, C) Material orgánico que forman las hojas que caen de los encinos, D y E) La intensa deforestación y cambio de uso del suelo agrícola ha dejado solo en pie algunos árboles que proporcionan sombra

Estos bosques se encuentran en condiciones primarias y secundarias, provocado por las constantes quemadas realizadas para la introducción de pastos, que en muchos casos, debido a la falta de manejo de los hatos de ganado, ocasiona el sobrepastoreo que tiempo después propicia la erosión. La explotación forestal se lleva a cabo en menor escala que en los bosques de pino, ya que la madera de los encinares es difícil de trabajar debido a su dureza o al porte bajo de los árboles, con troncos delgados, sinuosos y muchas veces ramificados desde la base, por lo que se utilizan a nivel local, para postes o como combustible en forma de leña o transformada en carbón; así mismo, las bellotas de algunos encinos son utilizadas como forraje. Sin embargo, a pesar de todo esto, los encinares han sido durante largos períodos muy resistentes debido a una elevada capacidad de reproducción.

Dentro del AP con orientación Oeste, se encuentra una fase de transición entre el bosque de encino y *Juniperus* mezclado con un Izotal de alta montaña de *Nolina*. Muchas veces no parece constituir una comunidad clímax, sino que es más bien de origen secundario (Rzedowski, 1978). La fisonomía de este bosque va desde matorrales de baja altura hasta bosques de unos 8 m de alto; es una comunidad siempre verde, abierta, con sus elementos arbóreos y arbustivos más o menos dispersos. Los estratos arbustivo y herbáceo están bien representados con algunas especies propias de matorral como el género *Opuntia*; las epífitas son escasas aunque se observan especies del género *Tillandsia*.

CAPÍTULO IV

Este, es quizá uno de los tipos de vegetación menos afectados por las actividades del hombre, consecuencia lógica de las condiciones climáticas imperantes que, por lo general, no son favorables para el desarrollo de la agricultura y de una ganadería intensiva; el aprovechamiento de las plantas silvestres también es limitado (Rzedowski, 1978). No obstante, este tipo de vegetación se ocupa para el pastoreo de ganado caprino y es difícil precisar su estado de conservación, si se considera la carencia de información que permita evaluar el efecto del ramoneo por las cabras en los distintos elementos de esta comunidad vegetal. A pesar de que por su fisonomía constituye paisajes de inigualable belleza escénica tampoco se encuentran protegidos, y su mejor defensa es que se desarrollan en ambientes poco aptos para las actividades agropecuarias, ya que están constituidos principalmente por sustratos rocosos tanto calizos como volcánicos.



Figura IV.2.2.1.20. Transición que presenta la vegetación con orientación Oeste del AP. A) Bosque de encino-Juniperus-izotal de Nolina, B) Fisonomía de la vegetación al interior de esta comunidad vegetal, C) Dominancia de *Nolina parviflora*, D) El género *Opuntia* se encuentra representado en estos sitios

Entre las especies que dominan esta comunidad vegetal se encuentran las siguientes: *Asplenium castaneum*, *Pleopeltis astrolepis*, *Cheilanthes lendigera*, *Juniperus deppeana*, *Agave salmiana* (escapada de cultivo), *Nolina parviflora* (especie dominante), *Peyritschia koelerioides*, *Eryngium proteiflorum*, *Opuntia* sp., *Arctostaphylos pungens*, *Castilleja tenuiflora* y *Helianthemum glomeratum*, entre muchos otros pastos y compuestas.

Bosque Cultivado (incluye las siguientes categorías)

Bosque cultivado (sitios reforestados con pino)

Bosque cultivado (plantación forestal con pino y cedro blanco)

La superficie ocupada para este tipo de vegetación es de (30.426 Ha). Se le llama bosque cultivado al obtenido mediante siembra o plantación de especies maderables nativas y/o exóticas adaptadas ecológicamente a distintos sitios del territorio mexicano como el caso del Eucalipto. Esas plantaciones tienen fines comerciales o de conservación y se realizan en tierras que, por sus condiciones naturales, ubicación y aptitud, son susceptibles de forestación o reforestación.

CAPÍTULO IV

Esta vegetación preserva muchas funciones del bosque incluyendo la protección del suelo y reducen la erosión; la regulación de corrientes; el mantenimiento de una proporción significativa de biodiversidad original del bosque y el aumento de las coberturas boscosas. En este sentido, estos bosques que han sido plantados en programas de reforestación; muchas veces se han llevado a cabo de manera errónea, debido principalmente a que las especies elegidas ni siquiera se distribuyen en la zona y en otros casos los árboles no son plantados en los sitios adecuados, ya que es muy importante conocer los requerimientos de cada especie y las preferencias por el tipo de suelo, la altitud, la exposición del sol, entre otros factores ambientales importantes, para poder permitir un correcto crecimiento y propiciar el aumento de las coberturas forestales locales.



Figura IV.2.2.2.1.21. Bosque cultivado (sitios reforestados con pino). A) *Pinus hartwegii*, B) *Pinus pseudostrobus*, C) *Pinus patula*, D) *Pinus montezumae*

En otros casos las plantaciones forestales con un fin comercial tienen beneficios ambientales: Reconversión de terrenos a su vocación forestal de origen, y la incorporación de nuevas áreas a la producción y su consecuente capitalización, disminuyen la presión a que están sometidos los bosques naturales, manteniendo su capacidad de proveer servicios ambientales a la población, incrementan la recarga de los mantos acuíferos, favoreciendo la biodiversidad, entre otros muchos beneficios.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.1.22. Bosque cultivado (plantación forestal). A) Plantación de *Pinus montezumae*, B) El patrón de siembra, los diámetros de los árboles, la altura y la homogeneidad muestran claramente que se trata de una plantación forestal, C) Plantación de (cedro blanco) *Cupressus lusitánica*, D) Corte selectivo de árboles dentro de la plantación

Aquí vale la pena mencionar que 2 especies del total de plantas identificadas y que presentan algún régimen de protección y/o conservación en materia legal de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), se observaron en coberturas de bosque cultivado, principalmente un solo individuo de *Corallorhiza macrantha* (Orquídea terrestre) bajo el régimen de Sujeta a protección especial (Pr); sin embargo, se encuentra dentro del AP pero alejada de las diferentes obras y actividades del proyecto, por lo que se deberá evitar su afectación y en caso de llegar a observarla se procederá a su rescate y reubicación. Así mismo, como parte de la plantación forestal fue observada a *Cupressus lusitánica* (cedro blanco, ciprés) que también se encuentra con categoría de Sujeta a protección especial (Pr); en el caso de este árbol además de observarlo como parte de la plantación también se ha utilizado en programas de reforestación, por lo que no se pondrán en riesgo poblaciones naturales. Para mayor detalle consultar indicadores ambientales, donde se menciona con mayor detalle las especies mencionadas anteriormente.

Coberturas no forestales (incluye las siguientes categorías)

Agrícola/ cercos vivos/ caminos y brechas
Carretera

CAPÍTULO IV

Estas coberturas fueron las que ocupan la mayor superficie dentro del AP, sumando un total de (1,115.621 Ha), lo que ha reflejado una intensa modificación y transformación del ecosistema. En primer orden las actividades agrícolas han reflejado a través de los años un intenso cambio. El reemplazo de ecosistemas nativos por sistemas de producción agrícola ha provocado la división del paisaje natural en partes más pequeñas. A este proceso se le denomina fragmentación y genera una matriz de parches de vegetación natural de diversos tamaños, formas, grados de modificación y de conectividad entre sí, generalmente rodeados por áreas de cultivo (Forman y Godron, 1986; Forman, 1995). Resultando la fauna silvestre afectada ya que se disminuyen los nichos ecológicos, las áreas de alimentación, de anidamiento y corredores biológicos.



Figura IV.2.2.2.1.23. La actividad agrícola es una practiva primaria en el AP que ha impactado gravemente a todo el ecosistema

En la mayor parte del AP domina la agricultura de temporal y mecanizada donde se siembran cultivos de Papa (*Solanum tuberosum*), Zanahoria (*Daucus carota*), Haba (*Vicia faba*), Avena (*Hordeum Vulgare*), Chícharo (*Pisum sativum*), Brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*), Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), Lechuga (*Lactuca sativa*), Col (*Brassica oleracea*), Maíz (*Zea mays*); entre otros. Es importante mencionar que dependiendo la altura y la temporada es como se siembran estos cultivos, ya que cada especie tiene sus propios requerimientos.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.1.24. La agricultura es el principal pivote de la economía local. A y E) Amplias y extensas superficies dentro del AP se encuentran ocupadas por terrenos agrícolas, B) Cultivo de Haba, C) Cultivo de Chicharo, D) Cultivo de Papa

La agricultura es la principal actividad en la región, y por mucho las más “avanzada” en el estado de Puebla. Por muchos años se ha visto libre de ser considerada durante mucho tiempo como una actividad con capacidad de crear impactos o efectos negativos en el medio ambiente. Hoy en día, este concepto de la agricultura ha cambiado enormemente al quedar demostrado que es susceptible de provocar graves daños en el entorno, su potencial dañino es incluso superior a determinados sectores industriales. Mientras no se empleen prácticas correctas durante el uso de fitosanitarios, aplicación de abonos, gestión de residuos, etc., los impactos ambientales; que puede ocasionar esta actividad primaria se convierte en altamente significativa.

La diversidad biológica de los ecosistemas agrícolas es muy inferior a la de los ecosistemas naturales y se ve agravada por la destrucción del hombre de especies propias de ecosistemas agrícolas para que no compitan con el cultivo, se debe sumar la destrucción de ecosistemas naturales (bosques) para la práctica de la agricultura. Los cultivos se establecen en terrenos que previamente ocupaban los ecosistemas naturales, a su vez se ejerce una barrera entre ecosistemas naturales impidiendo que los organismos viajen de uno a otro. Entre otros beneficios los bosques ayudan a evitar la erosión, los cuerpos de agua realizan un tratamiento de depuración natural del agua del exceso de contaminantes recibidos de la actividad agrícola.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.1.25. Fragmentación del bosque, B) Competencia por el espacio entre especies, C) Prácticas agrícolas inadecuadas, D) La agricultura provoca severos daños al suelo, dejándolo expuesto y susceptible de erosión

Es importante destacar que para delimitar los terrenos agrícolas se han sembrado una gran superficie de cercos vivos entre los que destacan: *Baccharis conferta*, *Senecio cinerarioides* y *S. salignus*, como especies que han logrado soportar los impactos ambientales generados y aquellas que son consideradas pioneras primarias del disturbio, ya que han logrado colonizar gran parte del bosque, además de estas especies también se llegan a observar *Agave salmiana*, *Buddleja cordata* y *B. parviflora*.



Figura IV.2.2.2.1.26. Cercos vivos que han sido sembrados para delimitar los terrenos agrícolas y como cortinas rompevientos, además de los caminos y brechas abiertas entre cultivos

CAPÍTULO IV

Cabe mencionar que entre los cultivos y los cercos vivos se encuentran caminos, brechas y veredas que han sido construidos para poder sacar los productos cosechados, en el cual también han fragmentado la conectividad. Así mismo, la carretera que se encuentra dentro del AP también ha causado la fragmentación del bosque.



Figura IV.2.2.1.27. La carretera, caminos, brechas y veredas han provocado la fragmentación del bosque a lo largo y ancho del AP

Entre los principales actores involucrados en los cambios generados dentro del AP se encuentran los pobladores que forman parte de los asentamientos humanos, del cual se han encargado en devastar grandes superficies de bosques para convertirlos al uso agrícola y pecuario, además de la intensa deforestación que se ha llevado y sigue llevando a cabo, sin un control que permita sancionar severamente a los actores involucrados en provocar daños al ecosistema.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.1.28. Los asentamientos humanos han incidido notablemente en el cambio de uso del suelo provocado a través de los últimos años

Finalmente se puede decir que sobre los ecosistemas naturales (bosques) se han vertido desechos de la actividad agrícola provocando un daño significativo en flora y fauna silvestre, entre las que destacan: Alteraciones en el suelo (el suelo como elemento principal para la producción agrícola tiene capacidad de proporcionar agua y nutrientes a los cultivos, actúa de soporte físico de la agricultura, recibe sus residuos y es un filtro depurador para proteger de la contaminación especialmente a las aguas y a la cadena alimentaria). Es un elemento necesario para la existencia de la vida, interviene en el ciclo del agua, carbono, nitrógeno y fósforo, y al mismo tiempo, en él tienen lugar gran parte de las transformaciones de la energía y de la materia de los ecosistemas. Dentro de las prácticas inadecuadas de gestión del suelo se encuentran las siguientes: Empobrecimiento de la capa de vegetación, daño a la estructura del suelo, explotación de tierras no aptas para el cultivo, aplicación de cantidades excesivas de estiércol y gallinaza, agotamiento de los recursos del suelo (materias orgánicas y nutrientes) y daño a los cursos de agua. Los principales procesos de degradación del suelo son la erosión, acidificación, contaminación por metales pesados, plaguicidas, contaminantes orgánicos, nitratos, fosfatos, compactación de suelo, pérdidas de materia orgánica debidas a prácticas de manejo incorrectas, salinización y encharcamiento.

Especies que pudieran verse afectadas por las distintas actividades del proyecto

Para poder conocer aquellas especies que pudieran resultar afectadas por los distintos trabajos del proyecto directamente en las superficies pretendidas para el desmonte, fue necesario realizar recorridos sobre los caminos de acceso a todo lo largo y ancho del AP, así como en todos los sitios donde se instalaran los aerogeneradores.

- **Caminos de acceso**

CAPÍTULO IV

Fue importante ubicar los caminos de acceso, posteriormente se tomaron mediciones en distintos puntos para conocer las especies que forman parte de los cercos vivos y algunos árboles que pudieran resultar afectados por la construcción de los caminos de acceso. La mayor parte de estos caminos fueron proyectados sobre los ya existentes para evitar la apertura de nuevas rutas y una mayor afectación a coberturas forestales; sin embargo, en otros casos fueron proyectados sobre terrenos agrícolas por cuestiones de ingeniería.



Figura IV.2.2.2.1.29. Recorridos, ubicación y medición de caminos de acceso

Las especies observadas e identificadas que se encuentran en desarrollo sobre las colindancias próximas y sitios donde se pretenden llevar a cabo los caminos de acceso se presentan en la siguiente tabla.

Tabla V.2.2.2.1.1. Especies que posiblemente resulten afectadas en los sitios donde se llevaran a cabo los caminos de acceso

| Familia | Especie | Nombre común | IUCN |
|-------------------------|--|------------------------------------|------|
| Gimnospermas | | | |
| CUPRESSACEAE | <i>Juniperus deppeana</i> Steud. | TÁSCATE, ENEBRO, CEDRO CHINO | LC |
| PINACEAE | <i>Pinus cembroides</i> Zucc. | PINO PIÑON, PIÑON PRIETO, PIÑONERO | LC |
| | <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltl. & Cham. | PINO PRIETO, OCOTE CHINO | Ni |
| | <i>Pinus montezumae</i> Lamb. | PINO, OCOTE, PINO MOCTEZUMA | LC |
| | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | PINO BLANCO, PINO ORTIGUILLO | LC |
| Monocotiledóneas | | | |
| ASPARAGACEAE | * <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck. | AGAVE PULQUERO | Ni |
| | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) | SOTOL, SOTOLE | Ni |

CAPÍTULO IV

| | | | |
|--------------------------|---|--------------------------------|----|
| | Hemsl. | | |
| BROMELIACEAE | <i>Tillandsia erubescens</i> Schlttdl. | PIÑITA | Ni |
| POACEAE | <i>*Bromus carinatus</i> Hook. & Arn. | PASTO | Ni |
| | <i>*Bromus dolichocarpus</i> Wagnon. | ZACATE | Ni |
| | <i>*Muhlenbergia macroura</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc. | MALINALI, ZACATÓN | Ni |
| | <i>*Peyritschia koelerioides</i> (Peyr.) E.Fourn. | ZACATE, COLA DE ZORRA | Ni |
| | <i>*Zea mays</i> L. | MAÍZ | Ni |
| Dicotiledóneas | | | |
| APIACEAE | <i>*Daucus carota</i> L. | ZANAHORIA | Ni |
| ASTERACEAE | <i>*Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob. | HIERBA DEL GOLPE, HILO | Ni |
| | <i>*Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | Ni |
| | <i>*Lactuca sativa</i> L. | LECHUGA | Ni |
| | <i>*Senecio cinerarioides</i> Kunth. | AZUMIATE, JARILLA BLANCA | Ni |
| | <i>*Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | Ni |
| | <i>*Stevia serrata</i> Cav. | COLA DE BORREGO | Ni |
| BRASSICACEAE | <i>*Brassica rapa</i> L. | NABO | Ni |
| FAGACEAE | <i>Quercus rugosa</i> Née. | ENCINO AVELLANO, ENCINO PRIETO | Ni |
| LEGUMINOSAE | <i>*Lupinus montanus</i> Kunth. | SAN JUAN, GARBANCILLO | Ni |
| | <i>*Pisum sativum</i> L. | CHICHARO | Ni |
| | <i>*Vicia faba</i> L. | HABA | Ni |
| SOLANACEAE | <i>*Solanum tuberosum</i> L. | PAPA | Ni |
| SCHROPHULARIACEAE | <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | TEPOZÁN, ZOMPANTLE | Ni |
| | <i>*Buddleja parviflora</i> Kunth. | ZOMPANTLILLO | Ni |

*Especies que serán mayormente afectadas, ya que resultaron ser aquellas que se distribuyen de manera abundante a los costados de algunos caminos existentes y sobre sitios donde se pretenden llevar a cabo los caminos de acceso; además la mayor parte de estas especies son de habito herbáceo y arbustivo, entre las que destacan muchas que son pioneras al disturbio y una gran cantidad de plantas consideradas arvenses⁸ y ruderales⁹. Así mismo, otras forman parte de cultivos y cercos vivos que delimitan los terrenos agrícolas.

Para el caso de los árboles mencionados fueron observados de manera dispersa y aislada en distintos puntos; sin embargo, no fueron abundantes en comparación con el resto de las especies. Ninguna de las especies mencionada en la tabla se encuentra referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que los caminos de acceso no afectaran especies que ponga en riesgo la integridad del ecosistema.

⁸ Referente a la vegetación o planta que invade los cultivos agrícolas

⁹ Referente a plantas o vegetación espontánea que se desarrolla cerca de habitaciones humanas, orilla de caminos, basureros y otros ambientes similares

CAPÍTULO IV

Ni = especie no incluida en el listado rojo de la IUCN

LC = especie con categoría de riesgo “Preocupación menor” en la Lista Roja de la IUCN. Una especie se considera bajo preocupación menor (abreviado oficialmente como LC desde el nombre original en inglés, Least Concern) cuando, tras ser evaluada por la IUCN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, es la de menor riesgo en la lista.

- **Sitios donde se instalarán los aerogeneradores (plataformas de maniobra)**

Se recorrieron todos los sitios donde se pretenden colocar los aerogeneradores del (G1 al G24), con la finalidad de llevar a cabo un levantamiento de información de las especies que posiblemente resulten afectadas directamente en las superficies correspondientes a las plataformas de maniobra (40 x 25m) y zapatas (16.6 x 16.6m). Para ello, con la ayuda de una cinta métrica se midió el ancho por el largo correspondiente para tener una ubicación espacial, posteriormente se tomó de referencia el centro de cada sitio para poder tomar cuatro fotografías hacia el exterior de cada uno de ellos, con la finalidad de mostrar la orientación (Norte, Sur, Este y Oeste) y dar a conocer las condiciones actuales en cada sitio, así como las especies que resultaran afectadas específicamente en cada sitio donde se instalarán los aerogeneradores.



Figura IV.2.2.2.1.30. Medición en cada plataforma de maniobra donde serán colocados los aerogeneradores

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.1.31. Fotografías tomadas en cada una de las plataformas de maniobra. A) Fotografías tomadas a partir del centro de cada plataforma hacia el exterior, B) Fotografías tomadas hacia los cuatro puntos cardinales (Norte, Este, Sur y Oeste) desde el centro de la plataforma

Después de tomar las fotografías hacia los cuatro puntos cardinales (ver anexo de la memoria fotográfica obtenida), se procedió al levantamiento de información, el cual consistió en conocer el USVEG de cada sitio para identificar las coberturas dominantes y cuantificar todas aquellas especies que se encontraron dentro de las plataformas de maniobra, con la finalidad de realizar un censo de las especies que resultaran directamente afectadas en sitios donde se instalaran los aerogeneradores. Las siguientes tablas muestran los datos obtenidos para cada sitio.

Tabla V.2.2.2.1.2. Número de aerogenerador y cobertura dominante en cada sitio

| Generador | Cobertura dominante |
|-----------|--|
| G1 | Agrícola (cultivo de chícharo y maíz) |
| G2 | Agrícola (cultivo de maíz) |
| G3 | Agrícola (cultivo de haba) |
| G4 | Agrícola (cultivo en desuso) |
| G5 | Agrícola (cultivo en desuso) |
| G6 | Agrícola (cultivo en desuso) |
| G7 | Agrícola (cultivo en desuso) |
| G8 | Agrícola (cultivo de maíz) |
| G9 | Agrícola (cultivo de chícharo) |
| G10 | Agrícola (cultivo de maíz) |
| G11 | Bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina |
| G12 | Agrícola (cultivo de papa) |
| G13 | Agrícola (cultivo de chícharo) |
| G14 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria |
| G15 | Agrícola (cultivo en desuso) |
| G16 | Agrícola (cultivo en desuso) |
| G17 | Agrícola (cultivo de maíz) |
| G18 | Agrícola (cultivo de haba, chícharo y maíz) |
| G19 | Agrícola (cultivo de chícharo) |
| G20 | Agrícola (cultivo de maíz) |
| G21 | Agrícola (cultivo de maíz) |
| G22 | Agrícola (cultivo de chícharo) |
| G23 | Agrícola (cultivo de chícharo) |
| G24 | Agrícola (cultivo de lechuga) |

CAPÍTULO IV

Tabla V.2.2.2.1.3. Levantamiento obtenido en cada sitio y cuantificación de especies

| N° de Generador | Familia | Especie | N. Común | N° de individuos | IUCN | |
|-----------------|--------------|---|---|----------------------------|------|----|
| G1 | ASTERACEAE | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | 25 | Ni | |
| | | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 4 | Ni | |
| G2 | - | - | - | 0 | | |
| G3 | - | - | - | 0 | | |
| G4 | - | - | - | 0 | | |
| G5 | - | - | - | 0 | | |
| G6 | - | - | - | 0 | | |
| G7 | - | - | - | 0 | | |
| G8 | ASTERACEAE | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | 1 | Ni | |
| | | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 1 | Ni | |
| G9 | - | - | - | 0 | | |
| G10 | ASTERACEAE | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 4 | Ni | |
| G11 | CUPRESSACEAE | <i>Juniperus deppeana</i> Steud. | TÁSCATE, ENEBRO, CEDRO CHINO | 1 | LC | |
| | PINACEAE | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | PINO BLANCO, PINO ORTIGUILLO | 6 | LC | |
| | ASPARAGACEAE | ▲ <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl. | SOTOL, SOTOLE | 22 | Ni | |
| | ASTERACEAE | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | 18 | Ni | |
| | RHAMNACEAE | <i>Ceanothus caeruleus</i> Lag. | TLAXISQUE | 8 | Ni | |
| | ERICACEAE | <i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth. | MANZANITA | 16 | Ni | |
| | | <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth. | MADROÑO | 12 | Ni | |
| | FAGACEAE | <i>Quercus rugosa</i> Née. | ENCINO AVELLANO, ENCINO PRIETO | 21 | Ni | |
| | G12 | CUPRESSACEAE | ■ <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | CIPRÉS, CEDRO BLANCO | 6 | LC |
| | G13 | CUPRESSACEAE | ■ <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | CIPRÉS, CEDRO BLANCO | 1 | LC |
| ASTERACEAE | | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | 5 | Ni | |
| | | <i>Senecio salignus</i> | AZUMIATE | 5 | Ni | |

CAPÍTULO IV

| DC. | | | | | |
|-----|-------------------|--|------------------------------|----|----|
| G14 | CUPRESSACEAE | ■ <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | CIPRÉS, CEDRO BLANCO | 3 | LC |
| | PINACEAE | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | PINO BLANCO, PINO ORTIGUILLO | 8 | LC |
| | | <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schlttdl. & Cham. | PINO PRIETO, OCOTE CHINO | 14 | LC |
| | ERICACEAE | <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth. | MADROÑO | 9 | Ni |
| | FAGACEAE | <i>Quercus crassifolia</i> Bonpl. | ENCINO | 12 | Ni |
| G15 | - | - | - | 0 | |
| G16 | PINACEAE | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | PINO BLANCO, PINO ORTIGUILLO | 16 | LC |
| | ASTERACEAE | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 5 | Ni |
| G17 | - | - | - | 0 | |
| G18 | ASTERACEAE | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | 1 | Ni |
| | | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 2 | |
| G19 | ASTERACEAE | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 2 | Ni |
| | | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | ESCOBILLA | 2 | Ni |
| | SCHROPHULARIACEAE | <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | TEPOZÁN, ZOMPANTLE | 1 | Ni |
| G20 | - | - | - | 0 | |
| G21 | ASTERACEAE | <i>Senecio salignus</i> DC. | AZUMIATE | 4 | Ni |
| G22 | - | - | - | 0 | |
| G23 | - | - | - | 0 | |
| G24 | - | - | - | 0 | |

▲ = Especie que deberá ser rescatada y reubicada para evitar su afectación en el sitio (G11), se observaron 22 plantas lo que facilitara llevar a cabo acciones de protección y conservación de esta especie.

■ = Especie considerada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr); sin embargo, es importante aclarar que los árboles ubicados en los sitios (G12, G13, G14) son cultivados con fines de generar cortinas rompevientos en formación de cercos vivos, por lo que no forman parte de vegetación primaria y con un total de 10 árboles afectar no se pondrá en riesgo la integridad del ecosistema. Por ello, y para lograr llevar a cabo un proyecto sustentable, se propone como medida de compensación la siembra en proporción 3:1 de la misma especie en base a los árboles que resulten afectados.

CAPÍTULO IV

La mayor parte de las especies mencionadas en la tabla forman parte de cercos vivos que delimitan los terrenos agrícolas, especies ruderales y arvenses pioneras al disturbio, árboles cultivados como cortinas rompevientos y en menor cantidad algunos árboles aislados que han quedado en pie debido a las drásticos cambios de uso del suelo que ha sufrido el bosque, por actividades antropogénicas como principal motor de cambio.

La mayor parte de los sitios se ubican en terrenos agrícolas, salvo el (G11) donde se observó un bosque de encino-juniperus-izotal de *Nolina* y el sitio (G14) con presencia dominante de bosque de encino-pino con vegetación primaria y secundaria; sin embargo, vale la pena mencionar que estos dos sitios presentaron el mayor número de especies que resultaran afectadas a diferencia del resto debido a la cobertura presente. En 13 de los sitios hay ausencia de especies (0) ya que la cobertura es totalmente agrícola.

Ni = especie no incluida en el listado rojo de la IUCN

LC = especie con categoría de riesgo “Preocupación menor” en la Lista Roja de la UICN. Una especie se considera bajo preocupación menor (abreviado oficialmente como LC desde el nombre original en inglés, Least Concern) cuando, tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, es la de menor riesgo en la lista.

Tabla V.2.2.2.1.4. Total de especies y número de individuos cuantificados que resultaran afectados en plataformas de maniobra

| Especie | Total de individuos afectar |
|---|-----------------------------|
| Gimnospermas | |
| <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | 10 |
| <i>Juniperus deppeana</i> Steud. | 1 |
| <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham. | 14 |
| <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | 30 |
| Monocotiledóneas | |
| <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl. | 22 |
| Dicotiledóneas | |
| <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | 52 |
| <i>Senecio salignus</i> DC. | 27 |
| <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth. | 21 |
| <i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth. | 16 |
| <i>Quercus crassifolia</i> Bonpl. | 12 |
| <i>Quercus rugosa</i> Née. | 21 |
| <i>Ceanothus caeruleus</i> Lag. | 8 |
| <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | 1 |

CAPÍTULO IV

La tabla anterior muestra que las 5 especies que resultaran mayormente afectadas en los sitios de plataforma de maniobras y colocación de zapatas, en orden de mayor número de individuos registrados se encuentran: *Baccharis conferta* (52), *Pinus pseudostrobus* (30), *Senecio salignus* (27), *Nolina parviflora* (22), *Arbutus xalapensis* y *Quercus rugosa* con (21) en cada caso; el resto se manifestó con valores por debajo de 20 individuos por especie. Estos resultados muestran que la afectación a la vegetación en estos sitios específicamente es insignificativa en comparación con las superficies forestales observadas dentro del AP, razón por la cual se pretenden colocar los aerogeneradores en sitios de altura en coberturas mayormente agrícolas, pero a su vez se buscó evitar la afectación a la vegetación en la medida de lo posible; no obstante, se deberán llevar a cabo algunas medidas de prevención y compensación con fines de protección y conservación de especies.

Composición florística

Del total de especies identificadas directamente en la zona de estudio, tanto de los muestreos obtenidos como de las especies que fueron fotografiadas entre los sitios de muestreo en los recorridos realizados durante las diferentes salidas al campo, se logró obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, dando como resultado 33 familias, 66 géneros y 90 especies que se encuentran ordenadas por los grandes grupos tradicionalmente conocidos (helechos y plantas afines, gimnospermas, monocotiledóneas y dicotiledóneas). La composición taxonómica arrojó que los helechos y plantas afines son el grupo con el menor número de registros, ya que las dicotiledóneas constituyeron las plantas vasculares con mayor riqueza y los grupos dominantes.

Tabla V.2.2.2.1.5. Clasificación taxonómica de los registros directamente identificados

| GRUPOS | NUM. FAMILIAS | NUM. GÉNEROS | NUM. ESPECIES |
|---------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Helechos y plantas afines | 3 | 3 | 4 |
| Gimnospermas | 2 | 4 | 9 |
| Monocotiledóneas | 4 | 13 | 15 |
| Dicotiledóneas | 24 | 46 | 62 |

Como se muestra en la tabla superior y en la gráfica siguiente, destacan las dicotiledóneas en cuanto a familias (72.73%), géneros (69.70%) y especies (68.89%), con relación al resto de los grandes grupos taxonómicos; en ese mismo sentido, las monocotiledóneas se posicionan como el segundo grupo dominante (12.12%, 19.70% y 16.67%) respectivamente; para el caso de las Gimnospermas se colocan en el tercer puesto con solo 2 familias, 4 géneros y 9 especies, los dos últimos grupos cuentan con especies que logran figurar en abundancia más no en riqueza y finalmente los helechos y plantas afines no fueron significativas observando valores muy bajos. La siguiente grafica muestra de una manera más representativa los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

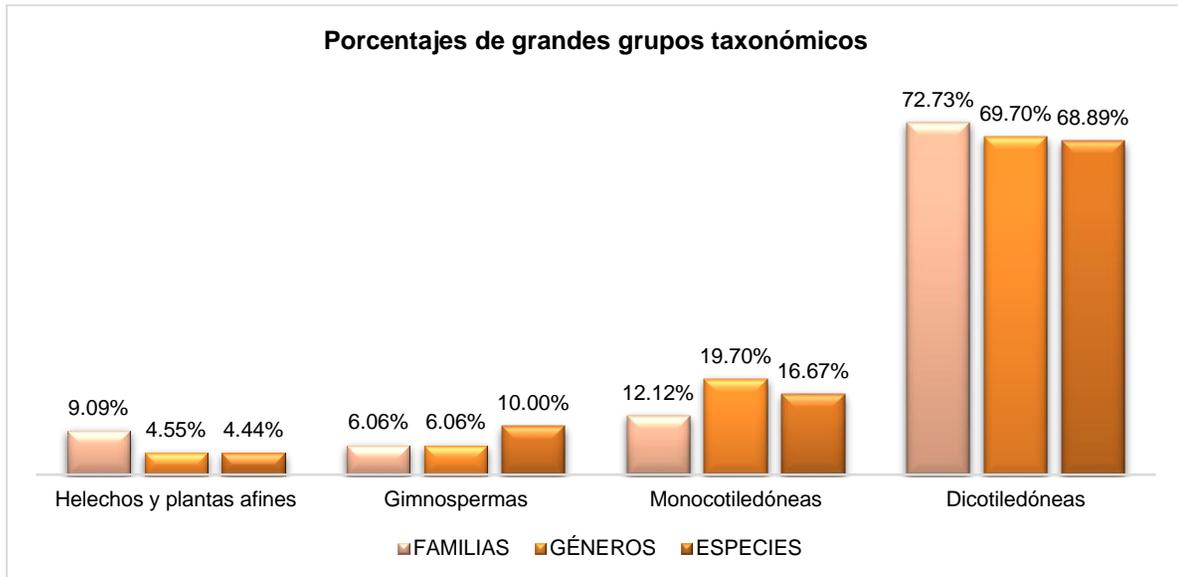


Figura IV.2.2.2.1.32. Riqueza taxonómica de especies

Los resultados obtenidos desde el punto de vista ecológico, muestran que las diferentes especies de plantas vasculares pueden ocupar diferentes ambientes, distinguiéndose cada uno de los grupos en particular. El inventario de la flora corresponde en general a tener afinidades geográficas con vegetación primaria y secundaria de bosques templados. Se considera ésta una zona muy importante; sin embargo, la zona está fuertemente afectada por las distintas actividades humanas como ya se ha referido anteriormente.

La zona de estudio es una región de gran interés e importancia por las actividades que ahí se realizan: agricultura, ganadería y explotación forestal. Sin embargo, en los últimos años el incremento de poblaciones aisladas se han duplicado y amenazan con el deterioro cada día más acelerado de los recursos naturales, lo que está reduciendo drásticamente los ecosistemas y con ello la composición florística. La siguiente información pretende contribuir al conocimiento florístico de la zona de estudio y colindancias, a través de las familias, géneros y diferentes especies identificadas directamente, acompañado de algunos datos ecológicos generales que subrayan la importancia de cada una de ellas dentro del ecosistema. La siguiente grafica muestra las familias que presentaron mayor número de especies.

CAPÍTULO IV

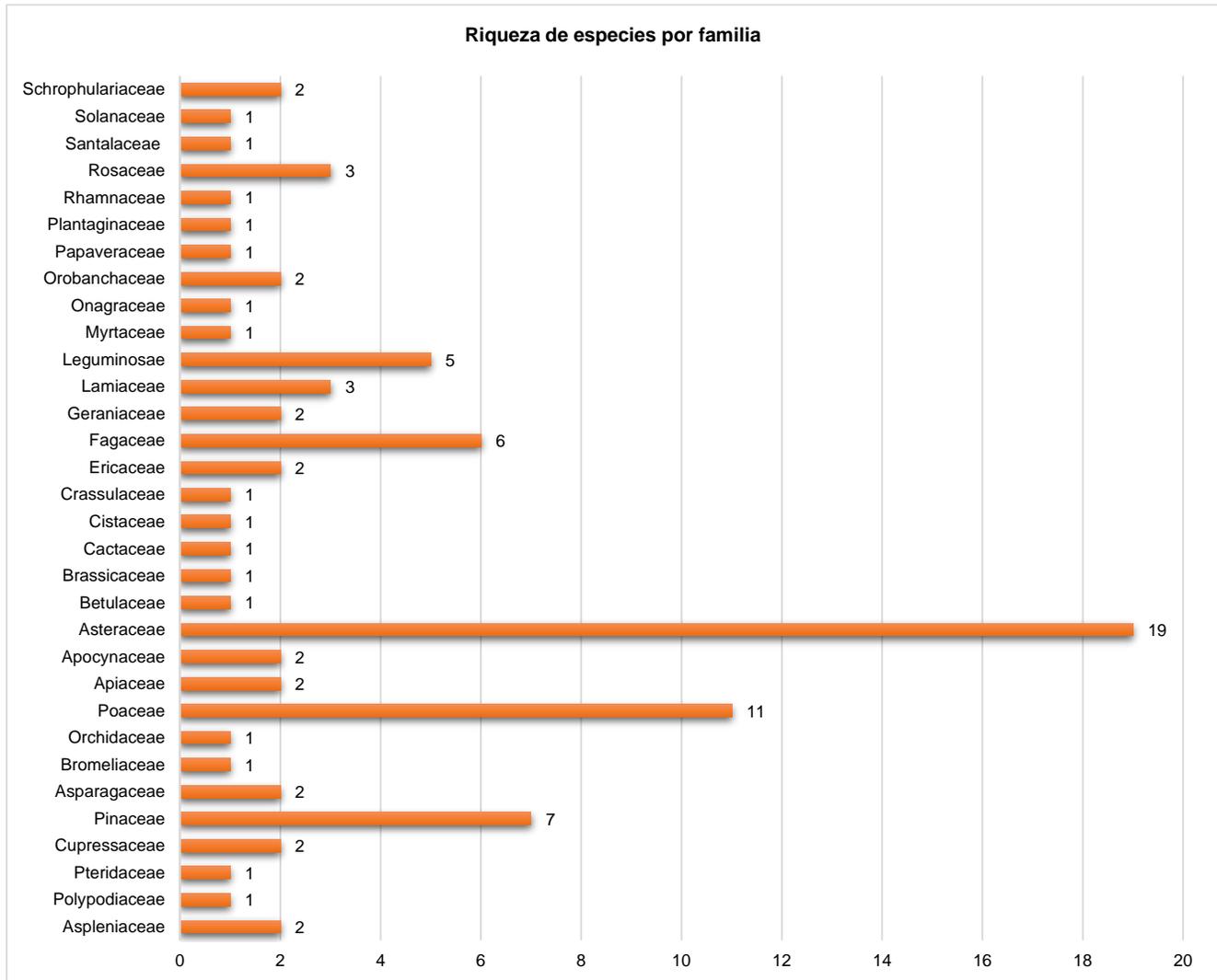


Figura IV.2.2.2.1.33. Número de especies por familias

La grafica anterior muestra a 5 familias que están mejor representadas por tener el mayor número de especies, entre las que destacan las siguientes: Asteraceae (19), Poaceae (11), Pinaceae (7), Fagaceae con (6) y Leguminosae (5) especies; en ese mismo orden algunas presentaron 3 especies como Rosaceae y Lamiaceae; sin embargo, el resto de las familias únicamente se mostraron con 1 y 2 especies, por lo que no se consideraron dominantes en cuanto al mayor número de especies por familia, pero muchas de ellas resultan ser muy abundantes en la zona, tal es el caso de las siguientes familias: Asparagaceae, Cupressaceae, Santalaceae, Rhamnaceae y Betulaceae, por mencionar algunas.

Las familias que presentan una mayor riqueza, con más de 5 especies contienen el 15.15% de resto, a su vez las familias más dominantes contienen el 43.93% de todos los géneros y 53.31% de la totalidad de especies (grafica siguiente). De manera predominante Asteraceae, Poaceae, Pinaceae, Fagaceae y Leguminosae tienen el dominio en este rubro, la primera y la segunda más numerosas en cuanto a géneros que el resto y las que superan al resto de las familias en cuanto a especies se refiere.

CAPÍTULO IV

Estas familias están muy bien representadas en climas templados, tal es el caso de Asteraceae que se considera cosmopolita, es decir, que se distribuye en casi todas las latitudes, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta las zonas alpinas, por lo tanto, es posible encontrar sus representantes en casi todos los tipos de vegetación y climas.

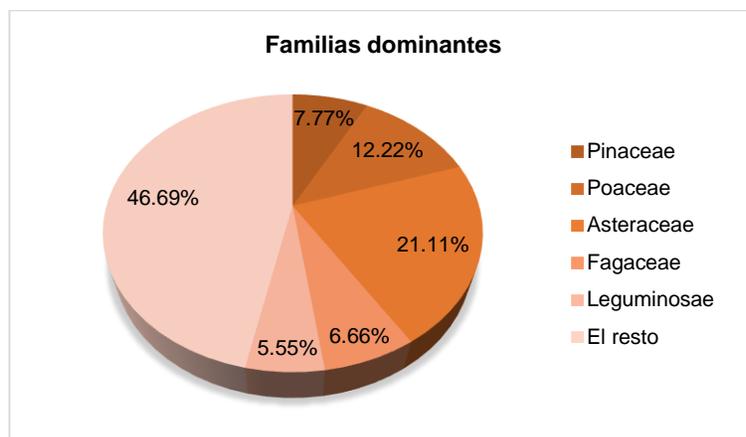


Figura IV.2.2.2.1.34. Porcentaje de familias con respecto al mayor número de especies

Su diversidad puede atribuirse entre otras cosas a sus excelentes mecanismos de dispersión y a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ecológicas, muchas veces viéndose favorecidas por la perturbación, por lo que no es raro verlas compitiendo con los cultivos como malezas.

Para el caso de las Poaceae se consideran plantas polinizadas por el viento, sus semillas pueden ser transportadas tanto por el viento como por el agua, son las fuentes de alimentación de muchos animales y se adaptan fácilmente a los medios donde llegan, la mayoría de estas especies son hierbas cuyas semillas son acarreadas desde arriba por los mismos agentes de transporte y depositados en las partes más bajas.

En ese mismo sentido, otras familias en la zona se hacen notar de manera predominante, no tanto por el número de especies que tienen, sino por tener especies muy particulares de este ecosistema, siendo los encinos (Fagaceae) y la familia de los pinos (Pinaceae). Ambas familias son muy comunes a través del Eje Neovolcánico Transversal, con especies de climas templados. Finalmente las Leguminosae dominan en cuanto a superficie se refiere debido a los cultivos observados de chícharo y haba principalmente, además de que algunas de ellas dominan el sotobosque como *Lupinus montanus* especie pionera al disturbio.

En lo que se refiere a géneros, destaca *Pinus* y *Quercus* con (6) especies cada uno, *Senecio* (4) y *Stevia* (3), a su vez destacan en cuanto a las especies más representativas. Lo anterior no es el caso de otros géneros que a pesar de no presentar la mayor riqueza en cuanto al número de especies, figuran de manera abundante formando parte del sotobosque como: *Lupinus*, *Salvia*, *Stevia*, *Ageratina*, *Castilleja*, *Ceanothus*, *Festuca*, *Bromus* y *Muhlebergia*, entre muchas otras. El resto de los géneros no suelen ser significativos; sin embargo, los pastos principalmente son abundantes y muy apetecidos por el ganado local como forraje.

CAPÍTULO IV

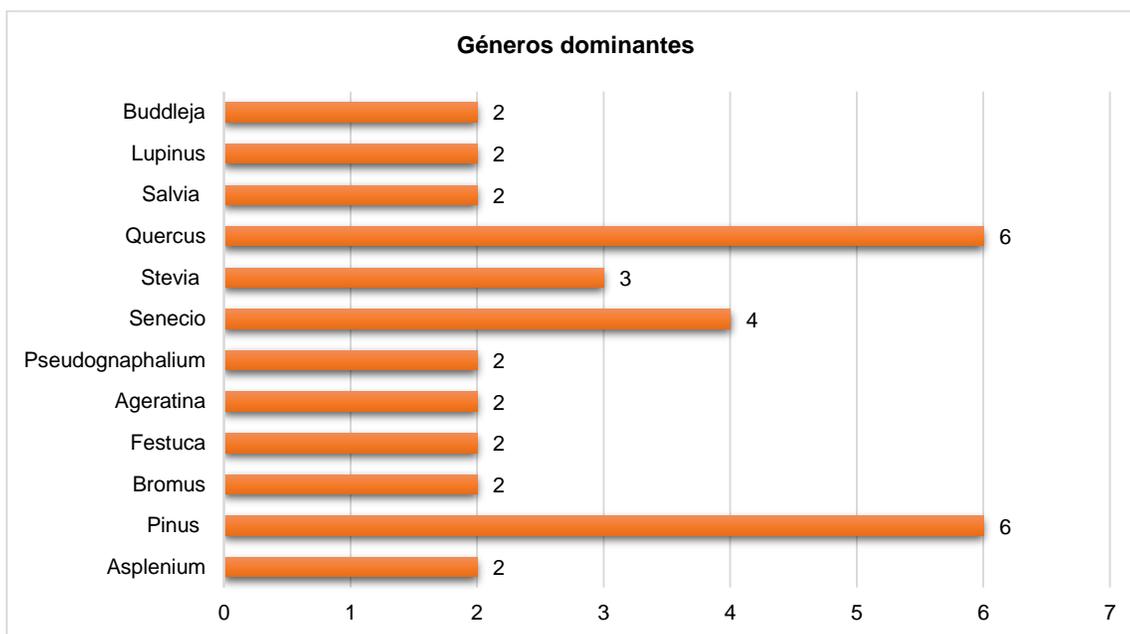


Figura IV.2.2.2.1.35. Géneros dominantes con mayor número de especies

Cabe hacer mención que más del 50 % de las especies identificadas directamente presentan uno o más usos para los pobladores de la región, ya sea para obtención de leña, forraje, comestibles y medicinales principalmente. A pesar de ello, la revisión en base a los géneros dominantes con mayor número de especies no está completa, y es probable que dicha cifra se modifique significativamente ampliando los recorridos en la zona de estudio.

En otro contexto, La flora identificada concentra la mayoría de formas de vida registradas para plantas vasculares, se enlistaron un total de 6 categorías con relación a su estratificación que presenta su tipo de crecimiento: Helechos, Árboles, Arbustos, Hierbas, Epifitas y Hemiparásitas. Las hierbas representan la forma de vida dominante con 45 especies (50%), entre estas se encuentran plantas anuales y perennes, así como los cultivos que abundan en la zona, esto muestra que esta categoría es significativamente diversa, así mismo, a través de los años han constituido un recurso alternativo como alimento tanto para el hombre y sus animales domésticos como para la fauna nativa, materia prima de medicamentos, de su importancia como fijadoras de nitrógeno y retenedoras de humedad y suelo; además resultaron ser entre los grupos más abundantes, junto con los árboles que figuran en segunda posición sumando un total de 21 especies con un porcentaje del (23%), siendo también una forma de vida que domina dentro de las zonas boscosas observadas, entre los que destacan por el número de individuos los pinos y encinos;

A pesar de que cada día estos bosques están desapareciendo drásticamente por la tala ilegal que es practicada en la zona, muestra de ello las extensas superficies que forman parte de la sucesión secundaria y las extensas zonas agrícolas que han dejado huella a través de los años.

Los arbustos que dominan en abundancia con solo 18 especies (20%) han logrado colonizar gran parte del sotobosque y sitios perturbados, además de formar parte de los cercos vivos que delimitan los terrenos de cultivo, tal es el caso de *Baccharis conferta* (Escobilla), *Senecio cinerarioides* (Jarilla blanca) y *S. salignus* (Azumiata). Incluso *Ceanothus caeruleus* (Tlaxisque) ha logrado colonizar desde los bosques de pino-encino hasta el bosque de encino-juniperus-izotal de montaña de *Nolina* presentando una plasticidad muy alta.

CAPÍTULO IV

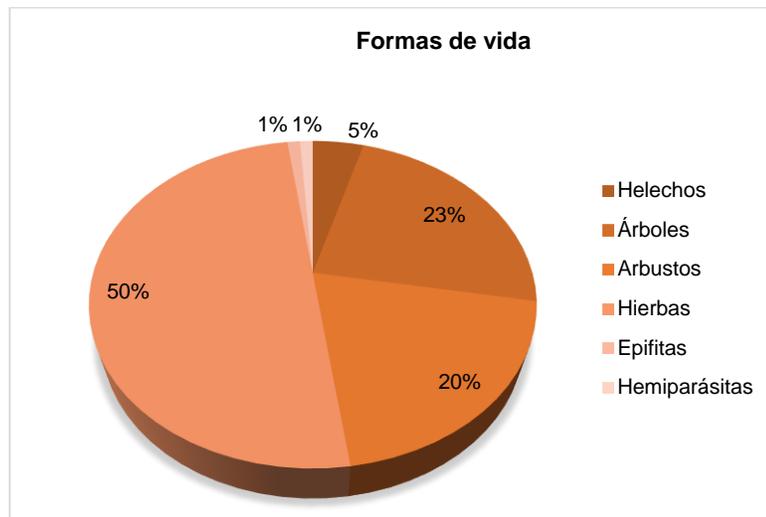


Figura IV.2.2.1.36. Porcentajes obtenidos de las 6 categorías empleadas para las diferentes formas de vida

En ese mismo sentido, a consecuencia de la deforestación las plantas epifitas están perdiendo su hábitat natural ya que viven sobre los árboles; sin embargo, en la zona de estudio se observó una especie con una baja abundancia de las mismas, lo que sirvió tomarlas como un indicador de la calidad ambiental del bosque, denotando una disminución de sus poblaciones y por ende refleja la pérdida del bosque donde gran parte de la vegetación primaria ha sido talada. Estas causas que han generado las diversas actividades antropogénicas ha permitido el arribo de algunos helechos invasores en sitios que muestran signos de perturbación.

Finalmente las hemiparásitas a pesar de mostrar los valores más bajos (1%) han logrado parasitar a una gran cantidad de árboles de pino, entre estas causas se debe a que el fruto de *Arceuthobium globosum* (Muérdago), es un recurso alimenticio de algunas aves, por lo que al ser comido y al pasar por el tracto digestivo, al momento que es defecado las semillas tienen un mucilago que se adhiere fácilmente a la corteza de los árboles hasta penetrar y al pasar los años esta planta absorbe los nutrientes hasta matar a los árboles.

Las zonas boscosas dentro del AP muestran una riqueza baja y una alta abundancia de especies, la homogeneidad que muestran los bosques templados es muy notable; ya que se llegan a observar una gran cantidad de individuos de una sola especie. Considerando la relación entre la cantidad de árboles adultos que forman parte de la vegetación primaria e individuos jóvenes de vegetación secundaria puede apreciarse en términos generales que el bosque está sufriendo una fase sucesional con predominio de vegetación secundaria. El disturbio ocasionado hace algunos años, la entresaca en varios sitios y por la agricultura, son factores que ha incidido drásticamente sobre la cobertura, estructura y composición de la vegetación que algún día tuvo su máximo esplendor en la región.

CAPÍTULO IV

Indicadores ambientales

Origen florístico: El origen florístico (Estatus migratorio para plantas en México), sirve como un indicador que consiste en determinar que especies son nativas para el país, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permite valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico. De las 90 especies identificadas en la zona de estudio se determinaron un total de 77 especies de origen nativo para México, representando el 86%; las especies de origen introducido no figuraron con 14 especies obteniendo el 14%, entre estas últimas destacan muchas de hábitos arvenses y ruderales por lo que su forma de migración a larga distancia ha sido asistido por seres humanos, ya que las semillas son trasportadas por el viento largas distancias y han logrado establecerse en terrenos de cultivo y sitios perturbados, además de algunos cultivos que se siembran en la zona de estudio.

Entre las especies de origen introducido destacan algunos cultivos de *Avena fatua* (Avena), *Daucus carota* (Zanahoria), *Lactuca sativa* (Lechuga), *Pisum sativum* (Chícharo), *Vicia faba* (Haba) y *Solanum tuberosum* (Papa); especies representantes de los pastos como *Festuca arundinacea* (Zacate), plantas de ornato *Vinca major* (Cielo azul), algunas plantas arvenses invadiendo los terrenos agrícolas como: *Sonchus oleraceus* (Lechuguilla común), *Brassica rapa* (Nabo), *Rumex obtusifolius* (Legua de vaca) y *Raphanus raphanistrum* (Rabanillo).

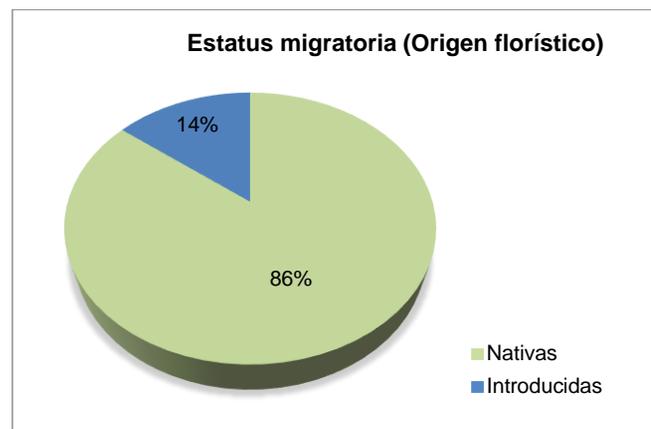


Figura IV.2.2.2.1.37. Origen florístico para México de las diferentes especies identificadas

Además algunos árboles que han sido cultivados en programas mal empleados de reforestación como el eucalipto. Sin duda, la baja cantidad de especies introducidas no son consideradas hasta ahora en la zona de estudio como un problema ambiental que muestre el desplazamiento de la flora nativa y que logre competir con la diversidad local, únicamente el arribo de especies arvenses sobre los terrenos agrícolas causa una mayor labor de trabajo y esfuerzo por el deshierbe constante que se le da a los cultivos.

En su contexto ecológico, dentro del SAR se tienen superficies en buen estado de conservación que se caracterizan por la presencia de especies de flora que se encuentran en forma natural en los diferentes gradientes altitudinales y latitudinales diversos; sin embargo, esto no es el caso de las superficies encontradas dentro del AP, donde el actual cambio de uso del suelo agrícola ha fragmentado grandes espacios de bosque. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios; sin embargo, por condiciones de temporalidad y estacionalidad, aún existen lugares que no fueron recorridos, aun así el listado florístico muestra una importante contribución al conocimiento de la flora para la región debido a la composición obtenida.

CAPÍTULO IV

Especies importantes para su conservación: Los listados de especies en riesgo han sido empleados como indicadores del estado de la biodiversidad. Bajo este esquema, las especies que presentan algún estatus de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan una parte de la reducción actual o potencial de la biodiversidad de una región en particular. Es este mismo sentido, dentro del AP se distribuyen dos especies que se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), tal es el caso de la (orquídea terrestre) *Corallorhiza macrantha* y el (cedro blanco o ciprés) *Cupressus lusitanica* Mill. Para el caso del cedro blanco es importante mencionar y aclarar que este árbol se ha sembrado en algunos programas de reforestación y en plantaciones forestales en la zona de estudio, con fines de producción de madera, además como parte de formar cortinas rompevientos para los cultivos, a su vez este árbol se siembra para ornato. Las razones de su uso generalizado son: fácil producción de plántulas, el rápido crecimiento inicial, la capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales, la diversidad de usos y la calidad de madera.

Cupressus lusitanica es una especie que presenta una alta hibridación y variación genética, se ha creado una discusión importante sobre su clasificación botánica. En la clasificación botánica de los cipreses, los botánicos están en desacuerdo en cuanto a la uniformidad y exactitud de los nombres de las especies del género *Cupressus*, y aún se discute acerca de las relaciones biológicas de muchas poblaciones esparcidas que constituyen el género. Esto se dificulta aún más por la hibridación que se da entre las diferentes especies, tanto en plantaciones como en bosques naturales (Griffith, 1953; Parry, 1957; Cámara y Jesús, 1946).

Por lo tanto, la especie presenta variaciones en su configuración, posición y grosor de las ramas y el tamaño de las gálbulas o frutos. Esto ha provocado que varios autores la identifiquen con distintos nombres; sin embargo, al no existir suficiente fundamento para separar los distintos ecotipos examinados, se ha aceptado el uso generalizado de *Cupressus lusitanica* Mill. como el nombre botánico aplicado al material genético existente. Los sinónimos que pueden encontrarse en la literatura son: *Cupressus lusitanica* var. *knightiana* (Knight & Perry) Rehder, *C. benthamii* var. *knightiana* Masters, *C. coulteri* Forbes, *C. lindleyi* Klotzsch, *C. glauca* Lam, *C. benthamii* Endl y *C. lusitanica* var. *benthamii* (Endl.) Carriere. En vista de que no está muy clara la nomenclatura de estas especies, en este proyecto se seguirá la recomendación de Bannister y Orman (1960) y de Harcharik y Vacarone (1974) de utilizar el nombre *C. lusitanica* Mill. en un sentido amplio, sin intentar dar nombre a las variedades mencionadas.

No obstante, los árboles que únicamente posiblemente resulten afectados de *Cupressus lusitanica* están ubicados en los sitios de plataformas de maniobra (G12, G13, G14) todos ellos son cultivados con fines de generar cortinas rompevientos en formación de cercos vivos, por lo que no forman parte de vegetación primaria y con un total de 10 árboles afectar no se pondrá en riesgo la integridad del ecosistema. Por ello, y para lograr llevar a cabo un proyecto sustentable, se propone como medida de compensación la siembra en proporción 3:1 de la misma especie en base a los árboles que resulten afectados. La siguiente imagen muestra la distribución potencial de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CAPÍTULO IV

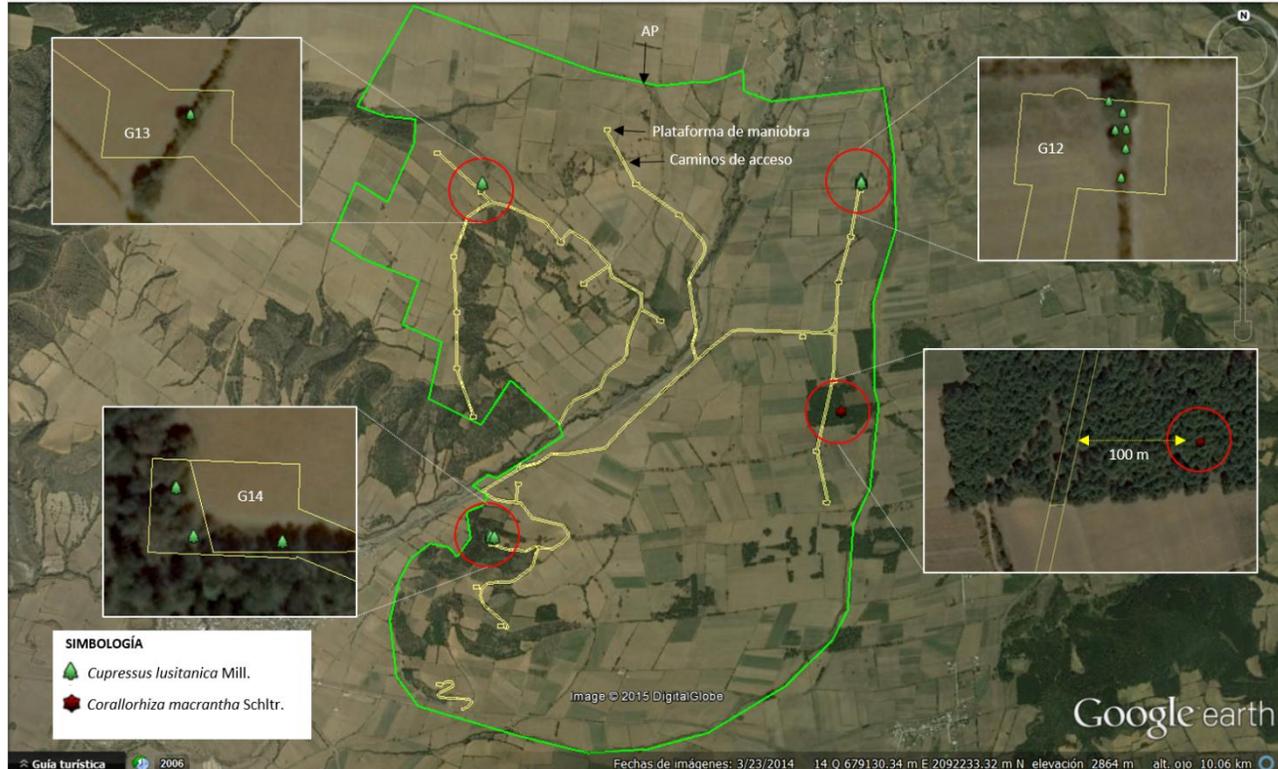


Figura IV.2.2.2.1.38. Ubicación espacial de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Para el caso de *Corallorhiza macrantha* una orquídea de hábitos terrestres únicamente se observó una planta en bosque cultivado (plantación forestal), a pesar de estar dentro del AP se encuentra fuera de la superficie referida a (18.527 Ha) que corresponde al desmonte de la vegetación para los caminos de acceso y plataformas de maniobra, su ubicación esta aproximadamente a 100 m de los elementos mencionados. Por ello, esta planta no será afectada por ninguna causa por las diferentes obras y actividades del proyecto. Cabe aclarar que en caso de llegar a observar esta planta durante las diferentes fases del proyecto deberá ser rescatada y reubicada a sitios seguros de su afectación.

En otro contexto, a pesar de que se identificaron otras plantas que presentan interés ecológico, pero que no están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán ser rescatadas y reubicadas, tal es el caso de las siguientes especies: *Nolina parviflora*, *Tillandsia erubescens* y *Echeveria mucronata*. Con estas acciones encaminadas a la protección y conservación de especies se lograra el desarrollo de un proyecto amigable con el medio ambiente y sustentable desde diversas perspectivas. Para mayor detalle ver anexo de acciones resumidas para llevar a cabo de manera correcta estas actividades.

CAPÍTULO IV

Diversidad

❖ Riqueza

Riqueza de especies en los sitios de muestreo: Es importante aclarar que no todas las especies mencionadas en la composición florística se encontraron en los sitios de muestreo, por ello esta información se maneja de manera independiente de lo analizado en párrafos anteriores. Se creyó importante llevar a cabo 20 muestreos dentro del AP y 10 fuera del mismo, con la finalidad de lograr incrementar la acumulación de especies y obtener un análisis mayormente confiable para tener un mayor número de sitios muestreados ya que las superficies forestales dentro del AP son muy reducidas. La siguiente imagen muestra la distribución espacial de cada sitio de muestreo dentro y fuera del AP.

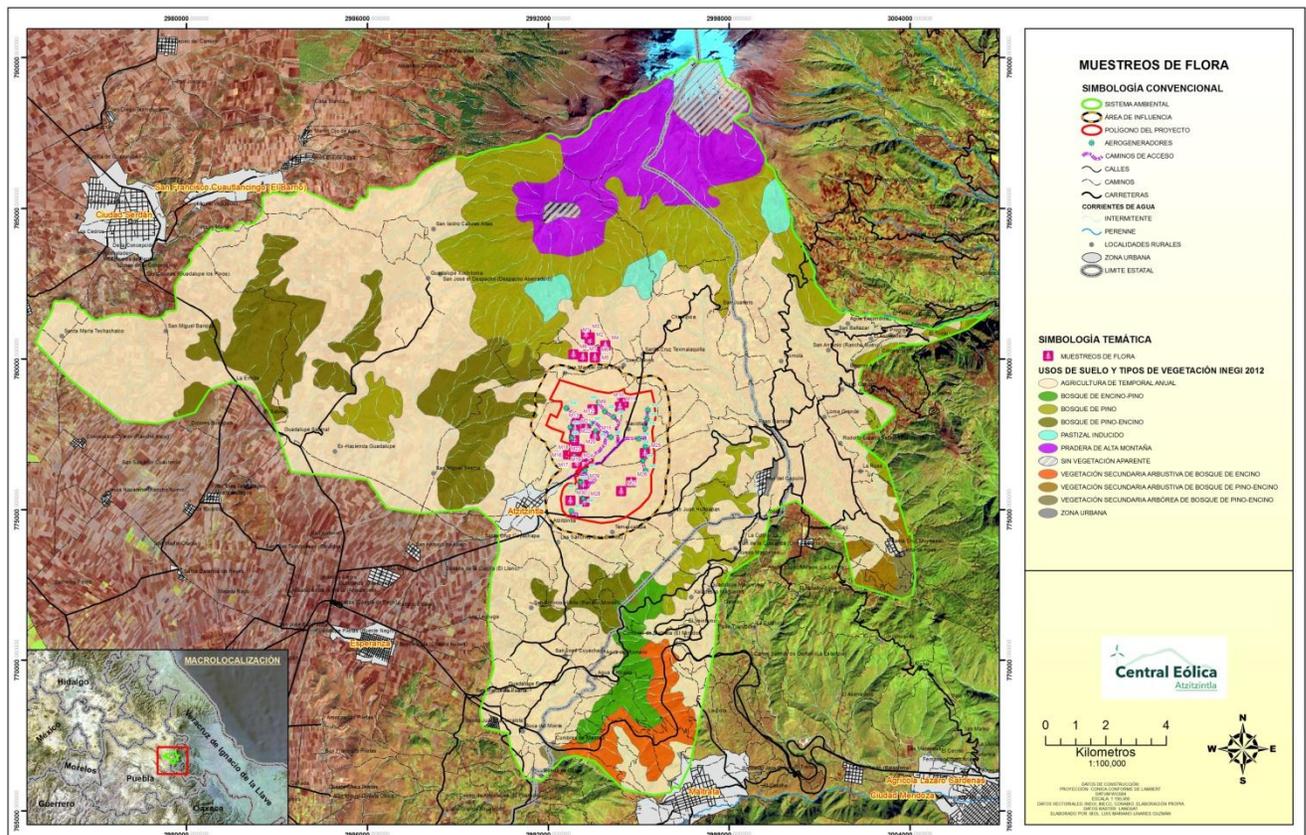


Figura IV.2.2.2.1.39. Ubicación de cada sitio de muestreo

Partiendo de esta información en los 30 sitios de muestreo se tomaron en cuenta algunas mediciones como el DAP y la altura para especie leñosas (L) y para no leñosas (NL) únicamente se tomó en cuenta la especie y número de la misma, estas últimas tomando en cuenta aquellos arbustos pequeños y herbáceas que dominaran el sotobosque, por lo que se creyó conveniente tomarlas en cuenta como un indicador ambiental, con la finalidad de conocer aquellos sitios que han sufrido importantes cambios en cuanto a la dinámica, composición y estructura del bosque.

CAPÍTULO IV

En este sentido, para el caso de las especies leñosas se registraron 422 individuos con un total de 14 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 8 géneros y 7 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Pinaceae con (4) y Fagaceae (4), concentrando el 57.14% del total de las especies encontradas en los sitios muestreados, mientras que el resto, se reducen a solo una especie por familia; sin embargo, en algunos casos fueron abundantes en relación al número de individuos por especie, entre estas últimas figuran: Asparagaceae y Betulaceae.

Con respecto al mayor número de géneros por familia no fue significativo debido principalmente a que un bosque templado se considera muy homogéneo en cuanto a la baja riqueza que se presenta; sin embargo, en términos de abundancia refleja valores significativos. Los géneros que presenta mayor número de especies nuevamente son *Pinus* y *Quercus* con (4), el resto no están bien posicionados en los muestreos, haciéndolos poco diversos pero no menos abundantes entre los que destacan *Nolina*, *Alnus* y *Arbutus*. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es conforme al siguiente orden: *Pinus montezumae* (98), *Quercus rugosa* (89), *Pinus pseudostrobus* (64), *Nolina parvifolia* (33), *Pinus hartwegii* (30), *Cupressus lusitanica* (22), *Pinus leiophylla* y *Alnus jorullensis* con (19) individuos cada especie, *Quercus castanea* (18), *Arbutus xalapensis* (13), *Quercus crassifolia* con (7), *Juniperus deppeana* (6), *Buddleja cordata* (3) y *Quercus candicans* solo con (1) individuo. La siguiente tabla muestra resumidamente la riqueza florística para especies (L) y (NL), superficie en cada sitio de muestreo y la ubicación geográfica de cada parcela.

Tabla V.2.2.2.1.6. Riqueza florística de los sitios de muestreo para especies leñosa y no leñosa

| Muestreo | Familias | | Géneros | | Total de especies | | N° de individuos | | Ha | Coordenadas | | |
|----------|----------|----|---------|----|-------------------|----|------------------|----|------|---------------|---------------|----------------|
| | L | NL | L | NL | L | NL | L | NL | | Latitud | Longitud | Altitud (msnm) |
| | *1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 14 | | 6 | 0.04 | 18°56'55.05"N |
| *2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 14 | 11 | 0.04 | 18°56'52.46"N | 97°18'14.67"O | 3260 |
| *3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 | 6 | 0.04 | 18°56'58.80"N | 97°18'18.83"O | 3249 |
| *4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 6 | 0.04 | 18°56'46.09"N | 97°17'57.22"O | 3167 |
| *5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 7 | 0.04 | 18°56'40.42"N | 97°18'8.51"O | 3147 |
| *6 | 1 | 4 | 1 | 5 | 1 | 5 | 7 | 10 | 0.04 | 18°56'33.43"N | 97°18'9.49"O | 3100 |
| *7 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 7 | 11 | 0.04 | 18°56'34.28"N | 97°18'23.04"O | 3124 |
| *8 | 3 | 5 | 3 | 6 | 3 | 6 | 11 | 11 | 0.04 | 18°56'37.36"N | 97°18'33.83"O | 3128 |
| 9 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 9 | 0.04 | 18°55'37.09"N | 97°18'13.97"O | 3024 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 3 | 0.04 | 18°55'43.34"N | 97°17'38.49"O | 2982 |
| 11 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 14 | 5 | 0.04 | 18°55'39.26"N | 97°17'43.07"O | 2973 |
| 12 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 9 | 11 | 0.04 | 18°55'27.18"N | 97°18'31.81"O | 2996 |
| 13 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 14 | 11 | 0.04 | 18°55'22.73"N | 97°18'28.02"O | 2946 |
| 14 | 3 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 13 | 2 | 0.04 | 18°55'17.24"N | 97°18'22.04"O | 2922 |
| 15 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 10 | 3 | 0.04 | 18°55'8.63"N | 97°18'12.02"O | 2896 |
| 16 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 18 | 2 | 0.04 | 18°54'51.01"N | 97°18'43.43"O | 2914 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | 1 | 0.04 | 18°54'49.47"N | 97°18'43.20"O | 2900 |
| 18 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 20 | 7 | 0.04 | 18°54'48.63"N | 97°18'36.70"O | 2916 |
| 19 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 21 | 6 | 0.04 | 18°54'54.91"N | 97°18'33.45"O | 2905 |
| 20 | 4 | 2 | 4 | 2 | 6 | 2 | 17 | 5 | 0.04 | 18°54'54.34"N | 97°18'30.34"O | 2882 |
| 21 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 4 | 5 | 9 | 0.04 | 18°55'16.97"N | 97°18'34.77"O | 2942 |
| 22 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 11 | 7 | 0.04 | 18°55'5.82"N | 97°18'35.98"O | 2938 |
| *23 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 19 | 18 | 0.04 | 18°54'46.42"N | 97°18'27.19"O | 2878 |
| *24 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 11 | 4 | 0.04 | 18°54'39.58"N | 97°18'33.68"O | 2855 |

CAPÍTULO IV

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|----|----|----|-----|------|------|---------------|---------------|------|
| 25 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | 5 | 0.04 | 18°54'48.08"N | 97°17'16.40"O | 2881 |
| 26 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 25 | 12 | 0.04 | 18°54'17.11"N | 97°17'33.01"O | 2822 |
| 27 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | 5 | 0.04 | 18°54'7.83"N | 97°17'44.72"O | 2800 |
| 28 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 16 | 5 | 0.04 | 18°53'57.80"N | 97°18'26.85"O | 2827 |
| 29 | 3 | 2 | 3 | 2 | 5 | 2 | 11 | 9 | 0.04 | 18°54'17.12"N | 97°18'27.52"O | 2860 |
| 30 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 17 | 10 | 0.04 | 18°53'59.59"N | 97°18'42.77"O | 2781 |
| Total | 7 | 8 | 8 | 15 | 14 | 16 | 422 | ■217 | 1.2 | | | |

L=Especies Leñosas, NL=Especies No leñosas

*= Muestreos fuera del AP

■= Número total de especies NL que corresponden a una superficie de 30m² del total de las subparcelas; sin embargo, esta superficie se encuentra dentro de las 1.2 Ha muestreadas

Para el caso de las especies no leñosas se mostraron con menor abundancia (217) individuos a diferencia de las especies leñosas, esto se debe principalmente por la superficie muestreada en cada sitio de 1 m²; sin embargo, si se ponderan los datos a una superficie mayor los valores se dispararían mucho más, las formas de vida arbustiva y herbácea han colonizado gran parte del sotobosque. A su vez, están distribuidas en 8 familias, 15 géneros y 16 especies, entre las que destacan Asteraceae, Poaceae y Leguminosae con especies que dominan en abundancia como: *Muhlenbergia macroura* (77), *Baccharis conferta* (44), *Geranium potentillifolium* (19) y *Lupinus montanus* (8) respectivamente, el resto se mostraron con valores por debajo de estas cifras. Estas 4 especies se encuentran muy bien representadas en casi todos los sitios de muestreo concentrando el 25.0% del total de individuos para plantas no leñosas. A pesar de esto algunas otras especies como *Avena fatua* se encontró formando parte de un sistema agroforestal en el muestreo 9, también se posiciona como un cultivo muy abundante.

Así mismo, en cuanto a número de familias, géneros, especies e individuos por sitio para “especies leñosas”, se tiene que los sitios 2 y 20 tuvieron mayor número de familias y géneros con 4 y 4 respectivamente, mientras aquellos que presentaron la menor cifra es para los sitios 3, 5, 6, 10, 11, 17, 18, 21, 24, 28 y 30, el resto presentan valores similares entre 2 y 3. El sitio que presento un mayor número de especies fue el sitio 20 con (6) y el 13 y 29 (5) en cada caso, mientras que los sitios 5, 6, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 21 y 28, tuvieron la menor cantidad con solo una especie. Finalmente aquellos que presentan el mayor número de individuos son el 25 con (34), el 17 con (30), el 27 (27) y el 19 con (21), ya que los valores más bajos los obtuvieron el sitio 4 y 5 con solo 4 individuos, el resto se mantiene homogéneo entre 5 y 20. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies leñosas por sitio de muestreo.

CAPÍTULO IV

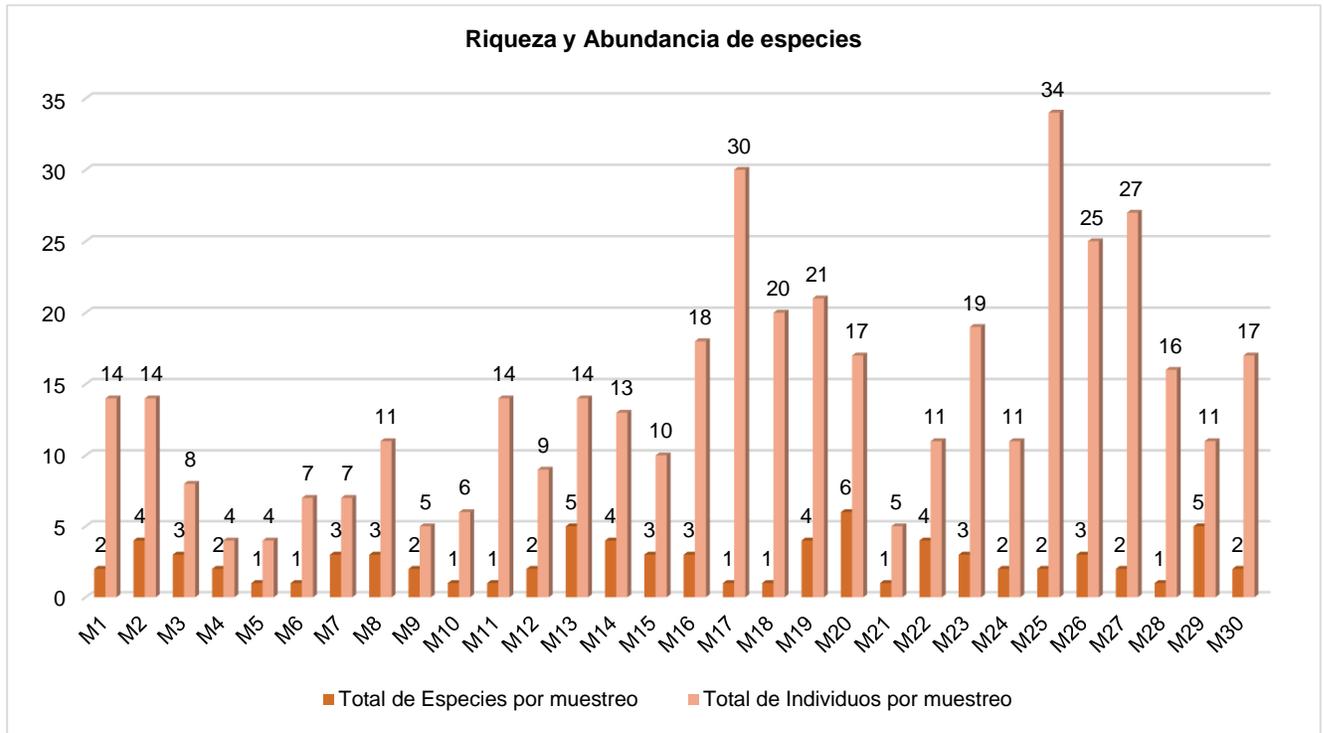


Figura IV.2.2.2.1.40. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para especies leñosas

Para el caso de las especies no leñosas los sitios 7 y 8 obtuvieron la mayoría de familias, géneros y especies con 5 y 6 respectivamente, los de menor cantidad fueron para el 9, 10, 14, 15 y 17, el resto muestra valores entre 2 y 4. Los sitios con mayor número de individuos son para el 23 con (18) y el 26 con (12) y aquellos que mostraron la menor cantidad de individuos fueron para el 10, 14, 15, 16 y 17. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies “no leñosas” por sitio de muestreo.

CAPÍTULO IV

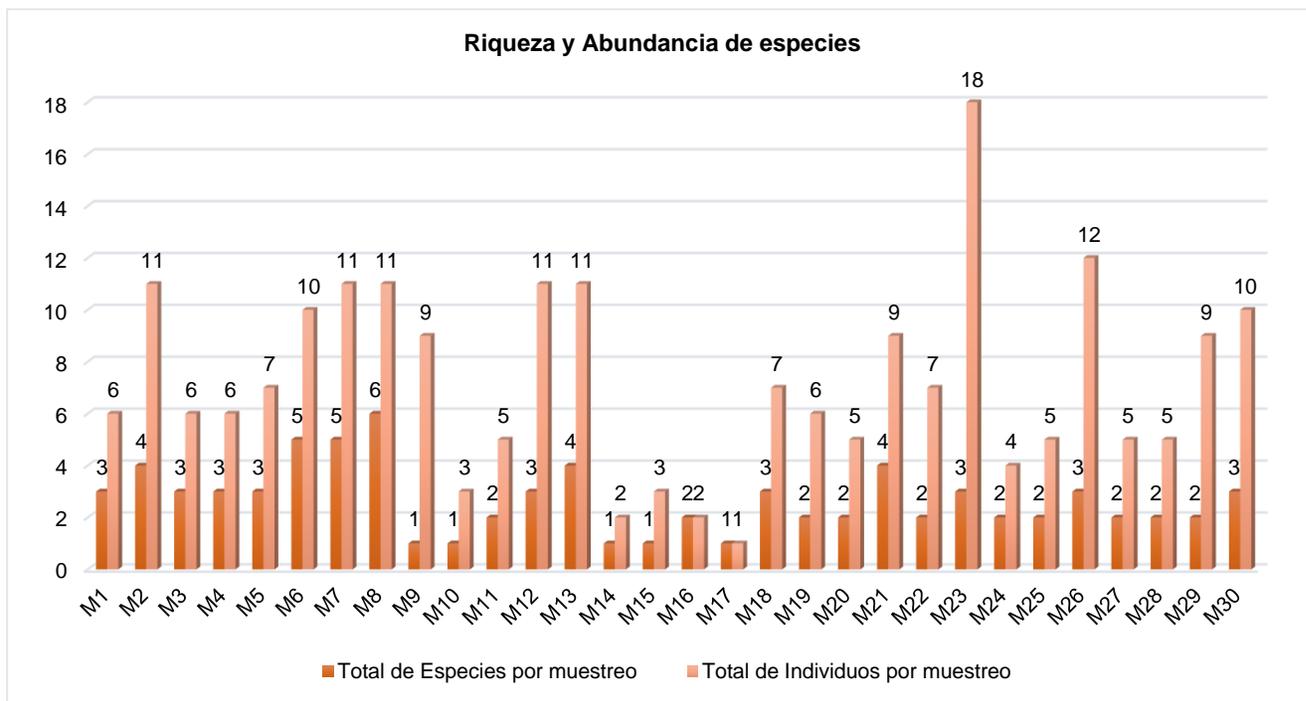


Figura IV.2.2.2.1.41. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para especies no leñosas

En el siguiente cuadro se resumen los datos obtenidos de cada uno de los sitios: Número de muestreo, USVEG basada en la fotointerpretación realizada, especies leñosas (L) que dominan el dosel y especies no leñosas (NL) del sotobosque.

Tabla V.2.2.2.1.7. Resumen de los datos obtenidos

| Muestreo | Cobertura (USVEG) | Especies leñosas (L) dominantes del dosel | Especies no leñosas (NL) dominantes del sotobosque |
|----------|--|--|---|
| 1 | Bosque de pino-encino con veg. primaria y secundaria | <i>Alnus jorullensis</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Senecio cinerarioides</i> |
| 2 | Bosque de pino-encino con veg. primaria y secundaria | <i>Alnus jorullensis</i> <i>Buddleja cordata</i> <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Eryngium proteiflorum</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Baccharis conferta</i> <i>Ageratina mairiana</i> |
| 3 | Bosque de pino con veg. secundaria | <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Pinus hartwegii</i> <i>Pinus leiophylla</i> | <i>Roldana angulifolia</i> <i>Lupinus montanus</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 4 | Bosque de pino con veg. secundaria | <i>Buddleja cordata</i> <i>Pinus hartwegii</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Lupinus montanus</i> |
| 5 | Bosque de pino con veg. secundaria | <i>Pinus hartwegii</i> | <i>Lupinus montanus</i> <i>Castilleja tenuiflora</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 6 | Bosque de pino con veg. primaria y secundaria | <i>Pinus hartwegii</i> | <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Castilleja tenuiflora</i> <i>Baccharis conferta</i> <i>Eryngium proteiflorum</i> |

CAPÍTULO IV

| | | | |
|----|--|--|---|
| | | | <i>Pseudognaphalium bourgovii</i> |
| 7 | Bosque de pino con veg. secundaria | <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Juniperus deppeana</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Castilleja tenuiflora</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Eryngium proteiflorum</i> <i>Lupinus montanus</i> <i>Baccharis conferta</i> |
| 8 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Eryngium proteiflorum</i> <i>Ceanothus caeruleus</i> <i>Salvia elegans</i> <i>Cirsium anartiolepis</i> |
| 9 | Bosque de pino con veg. primaria y secundaria | <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Avena fatua</i> |
| 10 | Bosque de pino con veg. secundaria | <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 11 | Bosque de pino con veg. secundaria | <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Baccharis conferta</i> |
| 12 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Quercus rugosa</i> <i>Pinus leiophylla</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Ceanothus caeruleus</i> <i>Ageratina glabrata</i> |
| 13 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Quercus crassifolia</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Quercus candicans</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Buddleja cordata</i> | <i>Ceanothus caeruleus</i> <i>Baccharis conferta</i> <i>Salvia elegans</i> <i>Ageratina glabrata</i> |
| 14 | Bosque de encino-pino con veg. secundaria | <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Alnus jorullensis</i> | <i>Baccharis conferta</i> |
| 15 | Bosque de pino-encino con veg. secundaria | <i>Quercus rugosa</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Pinus hartwegii</i> | <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 16 | Bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria | <i>Quercus rugosa</i> <i>Nolina parviflora</i> <i>Juniperus deppeana</i> | <i>Peyritschia koelerioides</i> <i>Ceanothus caeruleus</i> |
| 17 | Bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria | <i>Nolina parviflora</i> | <i>Peyritschia koelerioides</i> |
| 18 | Bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria | <i>Quercus rugosa</i> | <i>Ageratina mairietiana</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Baccharis conferta</i> |
| 19 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Pinus hartwegii</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 20 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Juniperus deppeana</i> <i>Pinus hartwegii</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Quercus crassifolia</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 21 | Bosque de encino-pino con | <i>Quercus rugosa</i> | <i>Baccharis conferta</i> |

CAPÍTULO IV

| | | | |
|----|---|---|---|
| | veg. primaria y secundaria | | <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Ageratina glabrata</i> <i>Ceanothus caeruleus</i> |
| 22 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Pinus hartwegii</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Quercus rugosa</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 23 | Bosque de encino con veg. primaria y secundaria | <i>Juniperus deppeana</i> <i>Quercus rugosa</i> <i>Quercus castanea</i> | <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Ageratina glabrata</i> <i>Geranium potentillifolium</i> |
| 24 | Bosque de encino con veg. primaria y secundaria | <i>Quercus rugosa</i> <i>Quercus castanea</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 25 | Bosque cultivado (Plantación forestal de pino y cedro blanco) | <i>Cupressus lusitánica</i> <i>Pinus montezumae</i> | <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Geranium potentillifolium</i> |
| 26 | Bosque de pino con veg. primaria y secundaria | <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Pinus montezumae</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Geranium potentillifolium</i> |
| 27 | Bosque de pino con veg. primaria y secundaria | <i>Alnus jorullensis</i> <i>Pinus montezumae</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 28 | Bosque cultivado (Sitios reforestados con pino) | <i>Pinus montezumae</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 29 | Bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria | <i>Quercus rugosa</i> <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Quercus crassifolia</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Pinus leiophylla</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> |
| 30 | Bosque cultivado (Sitios reforestados con pino) | <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Pinus montezumae</i> | <i>Baccharis conferta</i> <i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Geranium potentillifolium</i> |

En resumen los datos muestran que algunos sitios de muestreo dentro y fuera del AP a pesar de mostrar distintas coberturas y que forman parte de las zonas boscosas, no presentan un alto número de individuos para el caso de las “especies leñosas”, lo que muestra una baja riqueza y alta abundancia; prueba de ello la intensa deforestación y entresaca de árboles que se sigue llevando a cabo; sin duda, los bosques en la zona de estudio muestran una homogeneidad bastante notable de especies.

Para el caso de las “especies no leñosas” y que suelen habitar de manera dominante algunos sitios preferentemente donde se manifiestan diferentes actividades antropogénicas han colonizado gran parte del sotobosque por lo que mostraron valores altos tanto de riqueza como abundancia, donde muchas plantas arbustivas y herbáceas están formando parte de la sucesión secundaria, incluso muchas de ellas son consideradas como pioneras de sitios perturbados formando parte de la vegetación arvense, ruderal y de borde, lo que está reduciendo la germinación de germoplasma forestal ya que cubren extensas áreas e impiden la llegada del sol a las plántulas de coníferas y latifoliadas que intentan crecer.

CAPÍTULO IV

❖ Estructura

Estructura vertical: La siguiente información únicamente fue enfocada a plantas leñosas por lo que los individuos de la comunidad presentan alturas de 1 a 21 m. La distribución de estas alturas se clasificó en 9 intervalos, las distribuciones de alturas de los individuos entre los sitios de muestreo se mostraron diferentes, con una tendencia a disminuir hacia las clases mayores lo que indica ser un bosque en su mayor parte de origen secundario no muy alto, a excepción de algunos árboles que forman parte de la vegetación primaria.

Entre los diferentes intervalos de altura (ver grafica siguiente) que concentró la máxima proporción de individuos se encuentran las siguientes clases: (15.1-21 m) contienen 84 y (12.1-15m) con 50 individuos; cabe destacar que estas clases a pesar de mostrar las mayores alturas es resultado de que en los sitios de muestreo M25 y M26 pertenecen a una plantación forestal, por lo que no forman parte del bosque natural; sin embargo, la mayor concentración se encontró en las clases con una dominancia que va de (4.7 a 10m), ya que muestran de 40 a 46 individuos que corresponden a una composición de alturas bastante homogénea, donde se aprecia la mayor concentración de los intervalos formando parte del bosque natural. Así mismo, la clase con intervalos que van del (10.1 a 12m) mostraron el menor número de individuos con solo 23.

Entre las especies más notables que tuvieron mayor proporción de individuos en intervalos con alturas de entre 1 y 3 m en su gran mayoría pertenecen a *Nolina parviflora*, entre 3 y 5 m destacan: *Quercus rugosa*, *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Cupressus lusitanica*, *Buddleja cordata*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus crassifolia* y *Juniperus deppeana*, en donde muchas de estas mismas especies están representadas con alturas que van de los 4.7 a los 10 m como el caso de *P. pseudostrobus*, mas no menores a 5 m entre las que destacan por su altura: *Pinus hartwegii*, *P. montezumae* y *Pinus leiophylla*.

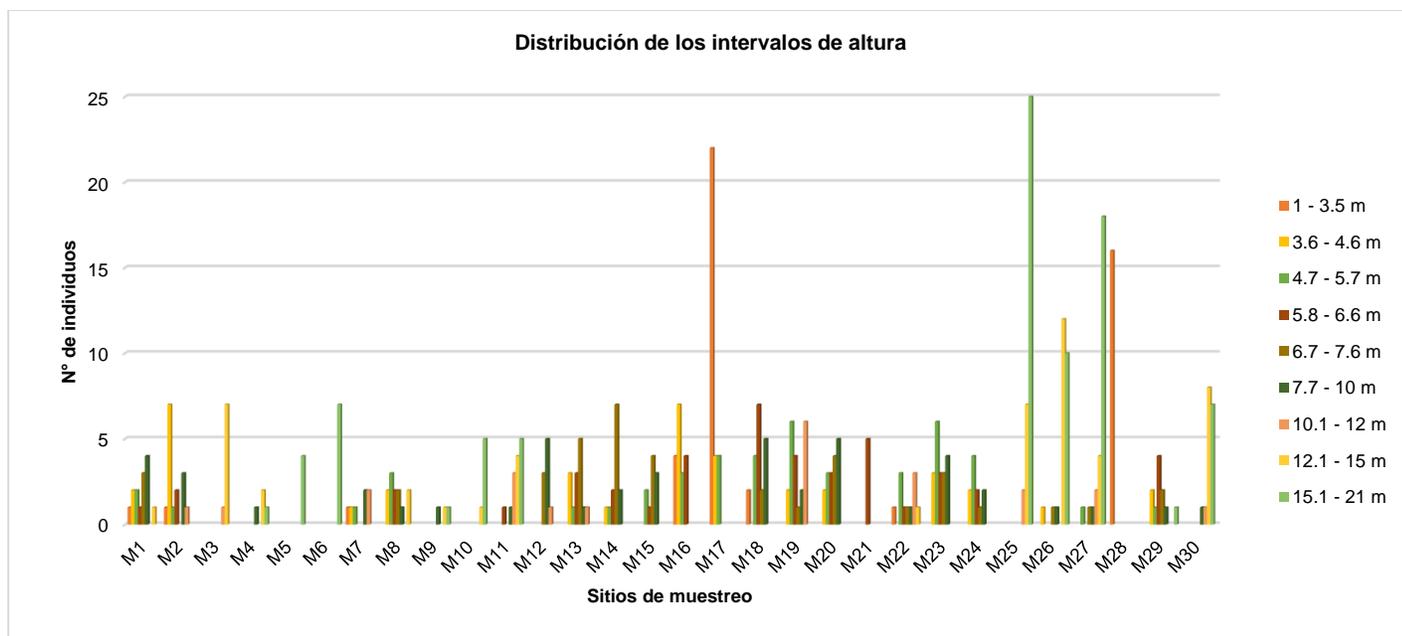


Figura IV.2.2.2.1.42. Distribución de los intervalos de altura en los sitios de muestreo

CAPÍTULO IV

En ese mismo sentido, el sitio 9 fue el que alcanzo menor concentración de individuos (3) y el sitio 21 con (5), así como el 4 y el 5 con solo 4 individuos para cada uno; como ya se refirió anteriormente el sitio 25 obtuvo el mayor número de individuos (34), dando como resultado la mayor concentración en la clase (15.1-21m) pero es una plantación forestal por lo que no se puede tomar de referencia, ya que no forma parte del bosque natural, por lo que se mostraron como los únicos individuos dominantes dentro de la parcela de muestreo (25) a diferencia del resto que presentan diferentes alturas; tal es el caso del sitio 17 donde se obtuvieron un total de 30 individuos con dominancia entre alturas de (1-5.7m).

Los sitios 1, 2, 8, 13, 19, 27 y 29 presentan casi a todos los intervalos de alturas a diferencia del resto que se mantiene con solo algunas clases. Estos sitios no necesariamente representaron a las clases con los árboles más altos por encima de 10 m de altura, siendo para este caso los sitios: 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 25, 26, 27, 29 y 30, notando que algunos árboles de los más altos se encuentran muy bien distribuidos en el 40% de los sitios de muestreos, pero el sitio 25 presento la mayor cantidad de individuos que el resto con el intervalo más alto (15.1-21 m), formando parte de un bosque cultivado (plantación forestal de pino y cedro blanco) con las especies *Pinus montezumae* y *Cupressus lusitanica*. Aún existen árboles que forman parte de la vegetación primaria y se encuentran formando parte de sistemas agroforestales, donde el sotobosque es dominado por la agricultura de temporal; sin embargo, también muchos árboles de los más altos se entremezclan con árboles que forman parte de la vegetación secundaria con alturas menores a 10 m y en otros casos, entre los árboles más altos fueron observados formando parte de bosques cultivados.

En general los pinos son considerados árboles altos dentro de las zonas boscosas del AP; los datos arrojados muestran que muchos de ellos han sido talados para diferentes usos durante los últimos años, por ello, resultaron ser pocos individuos los que se llegan a observar, dando una concentración mayor en árboles que forman parte de una fase sucesional secundaria que presentan los bosques naturales con una mayor proporción en la zona de estudio.

Estructura poblacional (clases diámetricas): La distribución de frecuencias del DAP para todos los individuos presentes en los sitios de muestreo tiene un patrón de estructura poblacional bastante homogénea con diámetros que van de (7.6 a 93.7cm), donde los mayores diámetros tienen a disminuir. Se agruparon los diferentes diámetros en 9 intervalos de clases. La máxima proporción de individuos se concentró en diámetros de (20.1-28cm) con un total de 78 individuos de diferentes especies, así como de (28.1-33cm) con 59; es importante destacar que esos intervalos fueron los que se presentan en un mayor número de sitios (22) respectivamente, además de la clase (33.1-39cm) que obtuvo la mayoría con 23 sitios del total.

El intervalo que tuvo la menor incidencia con respecto al total de individuos fue para (7.6-10.8cm) con 13 y (45.1-55.7cm) con 15, este último es un intervalo donde se encuentran árboles entre los mayores diámetros. Es importante mencionar que todos los intervalos de clases presentan una distribución bastante uniforme con respecto al número total de individuos, así como en el número de sitios donde se presentan. Esto refleja de manera general a un bosque donde sus diferentes especies se mezclan entre la vegetación primaria y secundaria en su mayor proporción.

CAPÍTULO IV

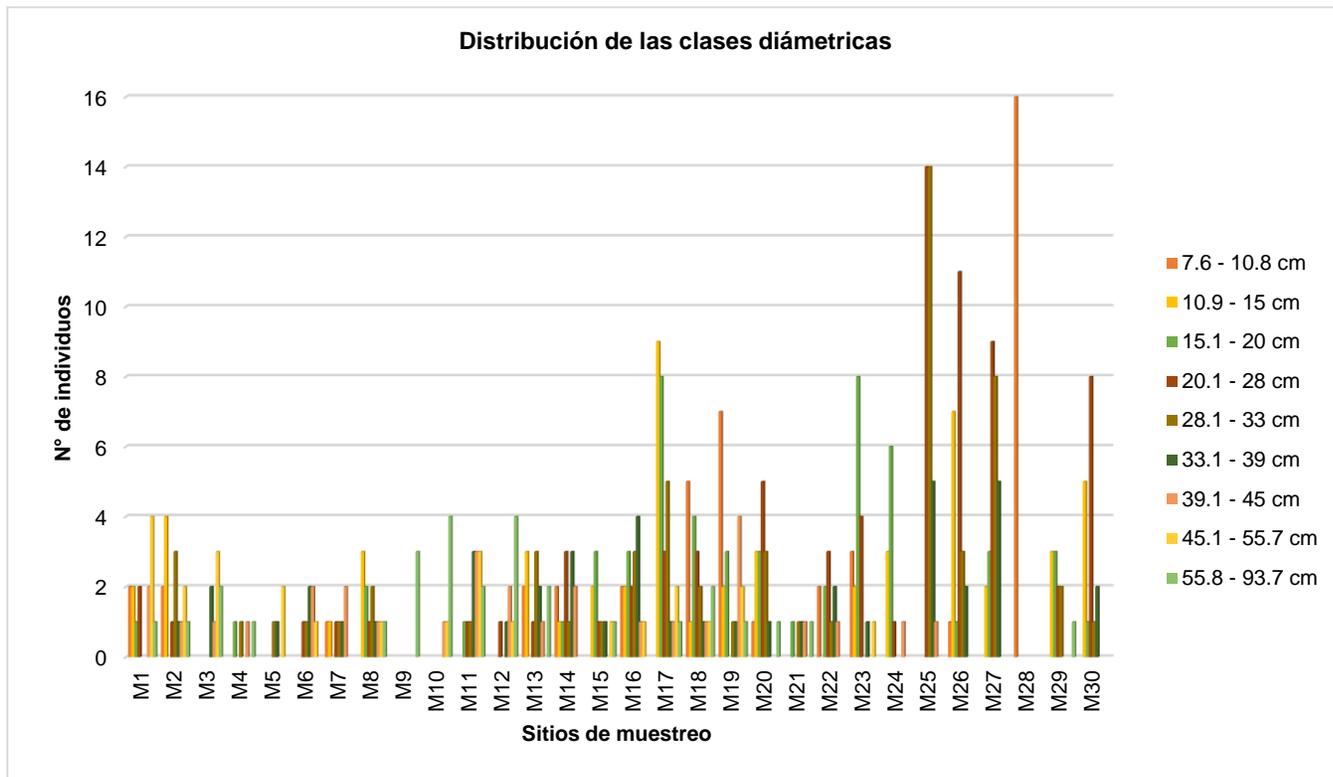


Figura IV.2.2.2.1.43. Distribución de los intervalos para clases diamétrica en los sitios de muestreo

El sitio 25 y el 17 mostraron el mayor número de individuos y el menor fue para el 9 con solo 3, entre las que destacan *Pinus pseudostrobus* con diámetros de 61 a 85 cm. Así mismo, en el sitio 18 se encuentran todas las clases representadas, por tanto, el sitio 9 nuevamente figura con la menor cantidad de clases (1) y el 28 con (16) de una misma especie. Entre las especies que presentan la mayor cantidad de diámetros registrados en intervalos de (10.9-15 cm) se encuentran las siguientes: *Cupressus lusitanica*, *Pinus hartwegii*, *Quercus rugosa*, *Buddleja cordata*, *Nolina parviflora*, *Arbutus xalapensis*, *Juniperus deppeana*, *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. leiophylla* y *Alnus jorullensis*, todas estas especies presentan diferentes diámetros, por lo que están muy bien representadas en casi todos los intervalos de clases, esto se debe a la edad que tienen y a las diferentes coberturas presentes en los sitios de muestreo.

Cabe aclarar que no necesariamente los individuos que presentaron los mayores diámetros son los árboles más altos, ya que es de recordar que algunos DAP fueron sumados, especialmente en el género *Quercus* que presentaron varias ramificaciones, por ello, el análisis reflejo que los menores diámetros (7.6cm) y con alturas de 3.5 m son para *Arbutus xalapensis*, para el caso de *Nolina parviflora* se presenta con diámetros de (15cm) y altura de 1.1 m, así mismo, un árbol de *Pinus hartwegii* presento la mayor altura de 21 m pero no el mayor diámetro, siendo este para el caso de *Juniperus deppeana* con el mayor (93.7cm), pero con una altura tan solo de 5.1 m, estos datos justifican lo anteriormente dicho.

CAPÍTULO IV

En general se muestra una estructura poblacional muy homogénea con diámetros que van de (10.9 a 20cm) como los de mayor incidencia, aunque se encontraron arboles de las mismas especies con mayores diámetros, esto dependió de cada sitio de muestreo y las condiciones que presento cada cobertura; sin embargo, esto indica que la mayoría de los individuos registrados en todos los sitios de muestreo están mayormente incluidos en intervalos de clases pequeñas, que de tamaños grandes.

Valor de importancia: En la tabla siguiente se presenta el valor de importancia obtenido para cada especie de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo. En este sentido, la especie *Quercus rugosa*, llegando alcanzar (75.071) fue la más importante del total de registros, colocándola en primera posición; sin embargo, no es la especie más frecuente del total; ni el que presenta una mayor área basal del resto de las especies, en este caso figura *Pinus montezumae* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (74.116), a su vez es la más frecuente (37.805) y mayormente dominante con valores de (26.226), estos resultados revelan que es un árbol ampliamente cultivado como parte de las plantaciones forestales observadas y en programas de reforestación; así mismo, *Pinus pseudostrobus* ocupa el tercer lugar con valores de importancia de (57.515), le continua *Pinus hartwegii* con valores de (20.886) obteniendo la cuarta posición; el resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia bastante homogéneas en todos los sitios de muestreo. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla V.2.2.2.1.8. Valor de importancia por especie

| N° | Especie | N° de individuos | Densidad relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | IVI |
|----|---|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| 1 | <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | 22 | 5.213 | 4.69 | 1.905 | 11.809 |
| 2 | <i>Juniperus deppeana</i> Steud. | 6 | 1.422 | 0.897 | 0.142 | 2.461 |
| 3 | <i>Pinus hartwegii</i> Lindl. | 30 | 7.109 | 10.234 | 3.543 | 20.886 |
| 4 | <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham. | 19 | 4.502 | 5.363 | 1.421 | 11.286 |
| 5 | <i>Pinus montezumae</i> Lamb. | 98 | 23.223 | 13.088 | 37.805 | 74.116 |
| 6 | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | 64 | 15.166 | 26.226 | 16.123 | 57.515 |
| 7 | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl. | 33 | 7.82 | 6.11 | 4.287 | 18.217 |
| 8 | <i>Alnus jorullensis</i> Kunth. | 19 | 4.502 | 5.089 | 1.421 | 11.012 |
| 9 | <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth. | 13 | 3.081 | 2.554 | 0.665 | 6.299 |
| 10 | <i>Quercus candicans</i> Née. | 1 | 0.237 | 0.341 | 0.004 | 0.582 |
| 11 | <i>Quercus castanea</i> Née. | 18 | 4.265 | 1.356 | 1.275 | 6.897 |
| 12 | <i>Quercus crassifolia</i> Bonpl. | 7 | 1.659 | 1.096 | 0.193 | 2.948 |
| 13 | <i>Quercus rugosa</i> Née. | 89 | 21.09 | 22.801 | 31.18 | 75.071 |
| 14 | <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | 3 | 0.711 | 0.156 | 0.035 | 0.902 |
| | Total | 422 | 100 | 100 | 100 | 300 |

CAPÍTULO IV

Para *Pinus hartwegii*, *P. pseudostrobus* y *Quercus rugosa* su alto valor de importancia está dado por su dominancia más que por su densidad a diferencia de *P. montezumae* que fue lo contrario. Es importante aclarar que estas especies se encuentran presentes en la mayor parte de los sitios de muestreo, salvo *P. montezumae* ya que solo se presenta en 5 sitios, donde en 3 de ellos la cobertura es un bosque cultivado (plantación forestal). Sin embargo, en la zona de estudio se desarrolla de manera general una vegetación primaria y secundaria, donde suelen habitar estas especies que son muy características de bosques templados. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Buddleja cordata* con (0.902) y *Quercus candicans* con (0.582), esta último se puede deber a la intensa deforestación. En ese mismo sentido, del total de especies registradas solo una de ellas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de *Cupressus lusitanica*, pero los valores de importancia no resultaron ser significativos (11.809) a diferencia de las especies mencionadas anteriormente, por lo que no se afectaran poblaciones de este árbol que comprometan la riqueza y diversidad en la zona de estudio.

Por último, es pertinente apreciar que, si bien la composición de los bosques en el AP encuadra aceptablemente bien dentro del conjunto de la flora vascular de bosques templados en México, la significativa proporción de familias y de géneros exclusivos o preferentemente representados en este tipo de vegetación, le concede una individualidad propia bien establecida. Este hecho significa que, no obstante su distribución geográfica tan fragmentada dentro del AP e indudablemente cambiante a lo largo del tiempo, y a pesar de haberse nutrido e intercambiado elementos con otras comunidades vegetales y de haber perdido otros elementos, la cobertura forestal estudiada ha mantenido, a través de decenas de millones de años, su flora característica, como se muestran en particular con los datos obtenidos para la zona de estudio.

Índices de diversidad: Con los datos obtenidos se logró tomar en cuenta el índice de dominancia de Simpson. Las especies *Pinus montezumae*, *P. pseudostrobus* y *Quercus rugosa*, para el caso de las dos últimas tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia de la primera que solo se encuentre en 5 sitios; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (p_i de 0.232, 0.152 y 0.211) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).

CAPÍTULO IV

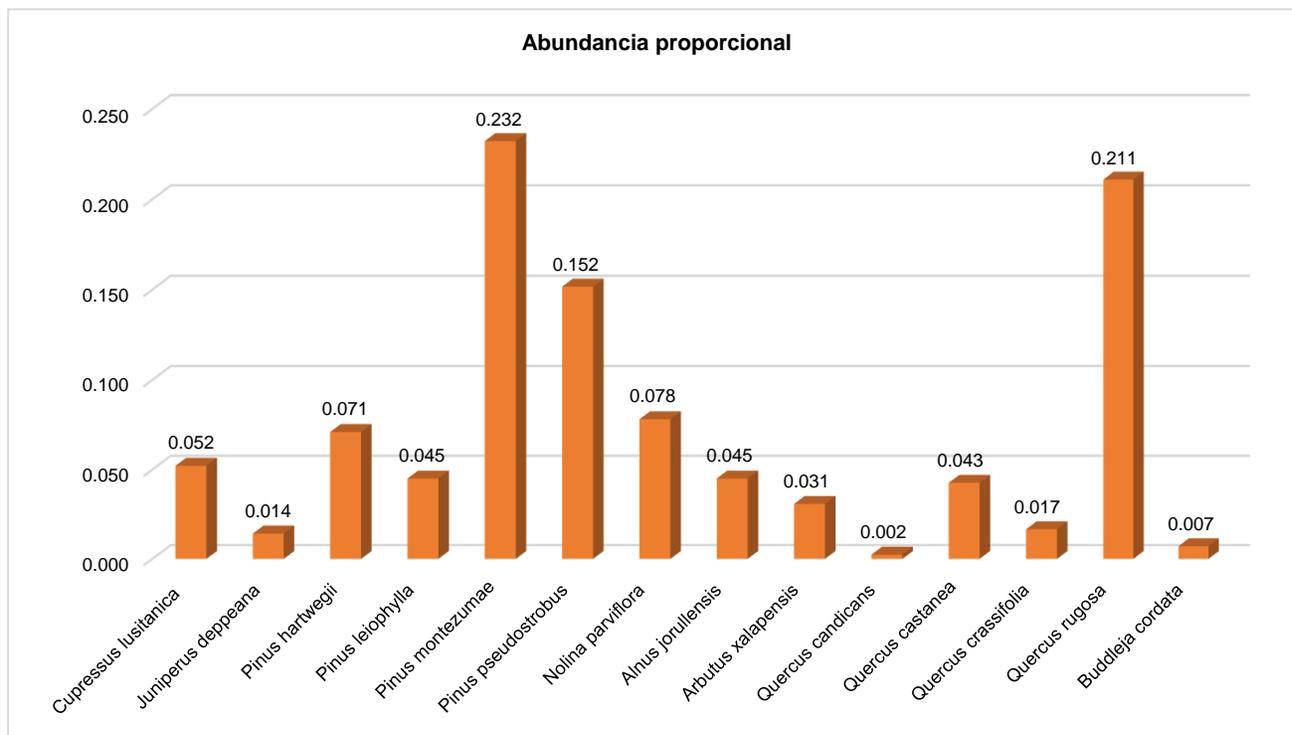


Figura IV.2.2.2.1.44. Abundancia proporcional de las especies

Este índice tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más “diversa”, factor que ocurre para este análisis. De hecho la interpretación de la abundancia proporcional es la probabilidad de un encuentro Intraspecífico. Medir la abundancia proporcional de cada especie permitió identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores que están ocurriendo dentro del bosque.

Esto puede determinar algunas causas del porque ciertas especies sólo prefieren desarrollarse en lugares específicos o algunas que se observan con muy baja frecuencia. El hecho que una especie no esté presente en un lugar determinado puede darse por diversos factores, entre ellos, el clima, suelo, pendiente, humedad, efecto ladera, cambios antopogénicos a nivel de paisaje dentro del ecosistema o bien aquellas especies que se han favorecido por al aumento de superficies destinadas a bosques cultivados (plantaciones forestales), tal y como sucede en este último caso con *Pinus montezumae* ya que se ha visto favorecida por esta última causa, datos que corroboran los valores obtenidos.

CAPÍTULO IV

Para el caso de la riqueza de especies y la equidad en la distribución de individuos para las diferentes especies se obtuvo el índice de Shannon-Wiener, los valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes. Las diferentes especies identificadas en los 30 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 14 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.831, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es muy alta, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 2.639 y la H' de 2.194 lo que indica que las especies están muy lejos de alcanzar la máxima diversidad, por lo que se considera baja; sin embargo, es probable que conforme se aumenten los sitios de muestreo estos valores tiendan alcanzar la máxima diversidad, aunque al ser comunidades bastante homogéneas resulta prácticamente imposible. Ver tabla siguiente.

Tabla V.2.2.1.9. Diversidad de especies

| N° | Especie | N° de individuos | Abundancia relativa (Pi) | Ln (Pi) | (Pi) * Ln (Pi) |
|----|---|------------------|--------------------------|-------------|-----------------|
| 1 | <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | 22 | 0.052 | - | - |
| | | | | 2.953962861 | 0.153998064 |
| 2 | <i>Juniperus deppeana</i> Steud. | 6 | 0.014 | - | -0.06047269 |
| | | | | 4.253245845 | |
| 3 | <i>Pinus hartwegii</i> Lindl. | 30 | 0.071 | - | - |
| | | | | 2.643807932 | 0.187948431 |
| 4 | <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham. | 19 | 0.045 | - | - |
| | | | | 3.100566335 | 0.139598958 |
| 5 | <i>Pinus montezumae</i> Lamb. | 98 | 0.232 | - | - |
| | | | | 1.460037835 | 0.339060919 |
| 6 | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | 64 | 0.152 | - | - |
| | | | | 1.886122231 | 0.286046973 |
| 7 | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl. | 33 | 0.078 | - | - |
| | | | | 2.548497753 | 0.199290109 |
| 8 | <i>Alnus jorullensis</i> Kunth. | 19 | 0.045 | - | - |
| | | | | 3.100566335 | 0.139598958 |
| 9 | <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth. | 13 | 0.031 | - | - |
| | | | | 3.480055957 | 0.107205515 |
| 10 | <i>Quercus candicans</i> Née. | 1 | 0.002 | - | - |
| | | | | 6.045005314 | 0.014324657 |
| 11 | <i>Quercus castanea</i> Née. | 18 | 0.043 | - | - |
| | | | | 3.154633556 | 0.134557829 |
| 12 | <i>Quercus crassifolia</i> Bonpl. | 7 | 0.017 | - | -0.06799447 |
| | | | | 4.099095165 | |
| 13 | <i>Quercus rugosa</i> Née. | 89 | 0.211 | - | - |
| | | | | 1.556368944 | 0.328238948 |
| 14 | <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | 3 | 0.007 | - | - |
| | | | | 4.946393025 | 0.035163931 |
| | Total | 422 | 1 | | H' 2.194 |

Resumiendo la tabla anterior se tiene lo siguiente:

CAPÍTULO IV

| Índice | Valores obtenidos |
|-----------------------------|-------------------|
| Riqueza S | 14 |
| H' calculada | 2.194 |
| H' máxima = Ln S | 2.639 |
| Equidad (J') = H'/H' máxima | 0.831 |
| H' máxima - H' calculada | 0.446 |

De forma general, las especies identificadas en los 30 sitios de muestreo tienen una amplia distribución en la zona de estudio, los análisis obtenidos muestran que en la zona muestreada existe una baja diversidad de especies y una alta abundancia de las mismas.

Registros históricos: Con la finalidad de cotejar la información obtenida por los registrados directamente identificados (composición florística) en comparación con los registros históricos, el siguiente análisis pretende enriquecer los resultados y al mismo tiempo conocer el grado de cambios o bien de similitud de las especies. Los registros históricos son una herramienta que se utiliza como una base de referencia; mientras se investigan los cambios a lo largo del tiempo en especies particulares; además que mediante estos, se obtiene información para investigar los factores que contribuyen a los daños y a la pérdida del hábitat. Los cambios o remplazos y pérdidas de la flora, son derivados de las diversas actividades humanas que generan perturbación; así como también por la influencia de especies secundarias de rápido crecimiento y distribución, o por plantas introducidas que remplazan a las nativas; entre otras muchas causas.

Como resultado de los registros directamente identificados en la composición florística y la revisión de bases de datos (registros históricos) obtenidos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF), se realiza una comparación entre las diferentes familias, géneros y especies de cada base de datos, mostrando las afinidades entre especies de un lugar a otro. Las bases de datos que se utilizaron serán nombradas de la siguiente forma: Registros históricos (GBIF) y registros directos (CEM-2); aquí vale la pena mencionar que los registros históricos se distribuyen en todo el SAR, a diferencia de los registros directos que se ubican dentro del AP y colindancias próximas. La siguiente imagen muestra la ubicación espacial de los registros históricos ubicados dentro del SAR.

CAPÍTULO IV

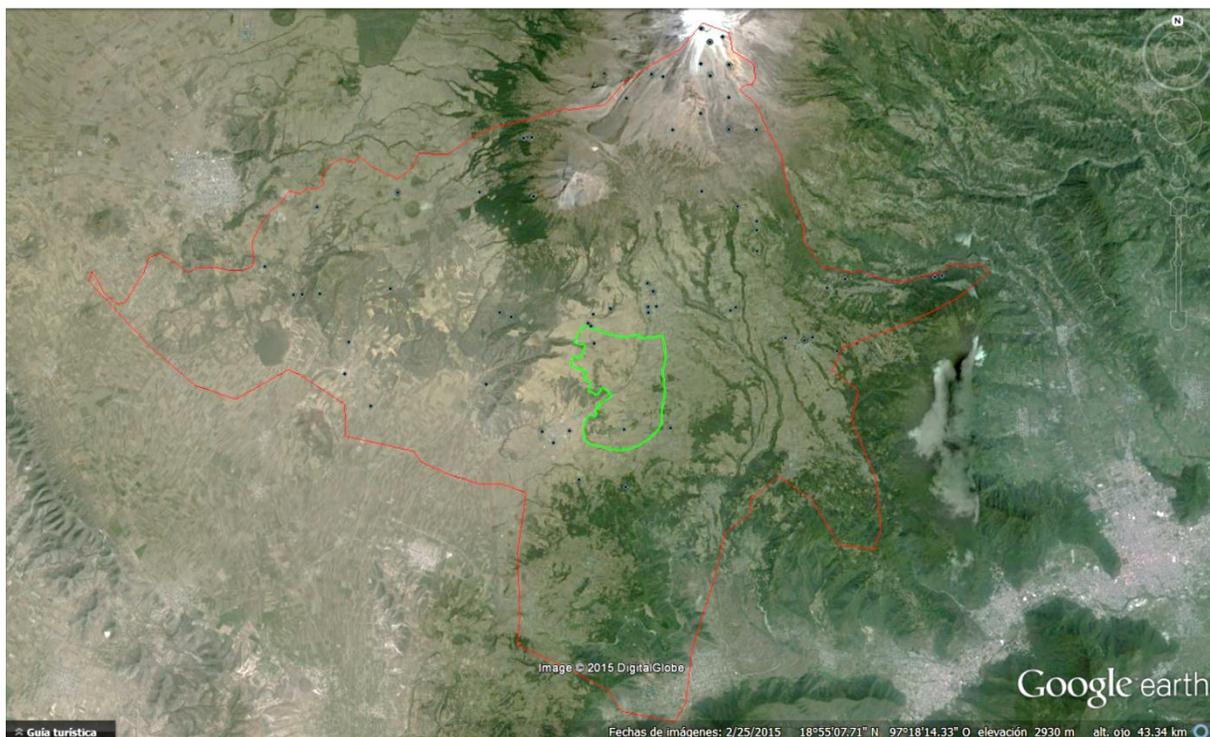


Figura IV.2.2.2.1.44. Ubicación espacial de los registros históricos GBIF

Se eligieron estas bases de datos ya que presentan los mismos tipos de vegetación, provincia fisiográfica y un clima similar, además de ser las más cercanas al proyecto. Las siguientes graficas muestran la cantidad total de familias, géneros y especies que se obtuvieron de los registros directos y los históricos.

En el siguiente grafico se observa una comparativa realizada entre clases y familias presentes en los registros directos (CEM-2) y registros históricos (GBIF).

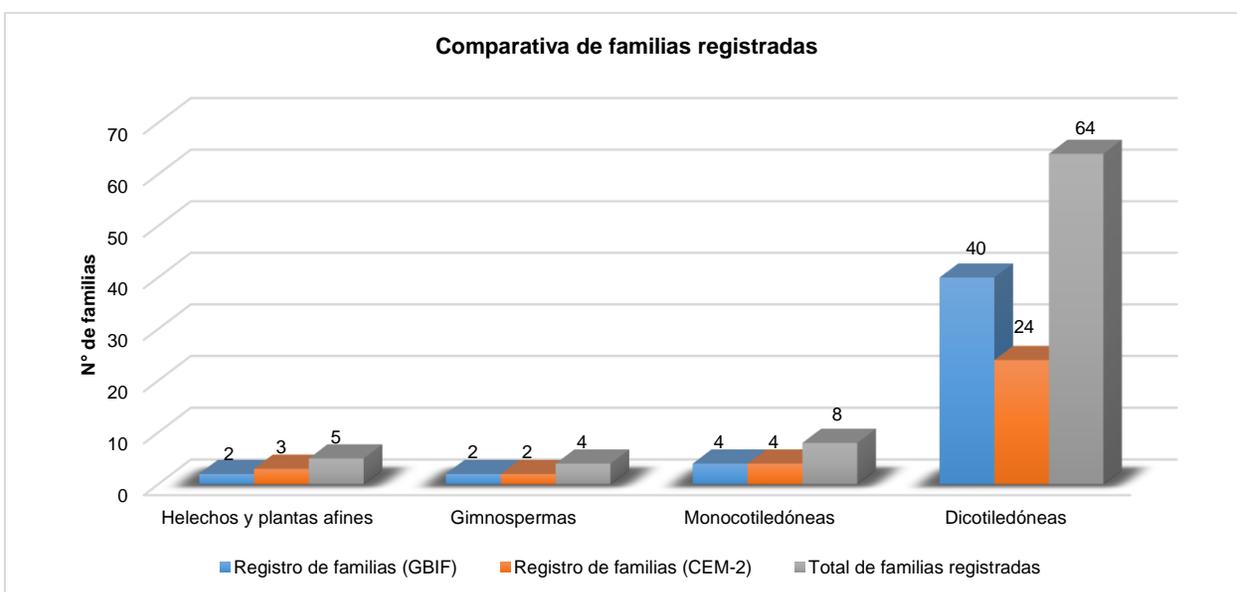


Figura IV.2.2.2.1.45. Familias registradas en ambas bases de datos utilizadas

CAPÍTULO IV

Como se puede observar en la grafica anterior, las familias que pertenecen a las dicotiledóneas son las domintantes con un total de 64 familias que perteneses tanto a los registros historicos (40 familias) como los directos (24 familias). En segundo lugar se registra las monocotiledóneas con 8 familias, mientras que los helechos y plantas afines conforman el tercer puesto con solo 5 familias presentes en este análisis. Finalmente las gimnospermas son la clase menos representativa con unicamente 4 familias, presentando la misma proporción en ambos registros.

Con respecto a los géneros las dicotiledóneas nuevamente dominan en el area de estudio con un total de (146) géneros distribuidos en 100 para los registros historicos y 46 para los registros directos obtenidos. En segundo lugar en dominancia de género se encuentran las monocotiledóneas con 33 registros (20 para los registros historicos y solo 13 para los registros directos). Los gimnospermas le siguen en dominancia con 6 géneros registrados; en este caso, se encontro una mayor cantidad de registros directos (CEM-2) con 4 generos con respecto a los datos historicos que figuran unicamente con 2 géneros. Finalmente los helechos ocupan en ultimo lugar con 5 géneros reportados, distribuidos en 3 para los registros directos y solo 2 para los registros historicos. La siguiente grafica se muestra una comparativa realizada entre los géneros.

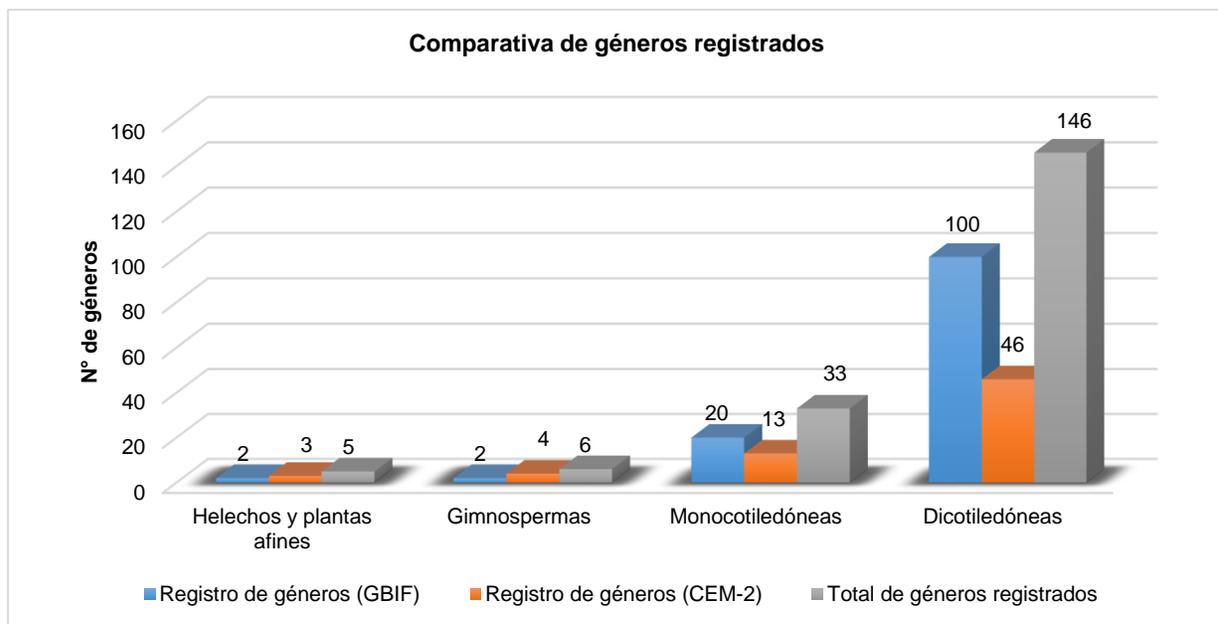


Figura IV.2.2.1.46. Géneros registrados en ambas bases de datos utilizadas

En ese mismo orden, la siguiente grafica muestra una comparativa realizada con respecto a las especies reportadas en ambas bases de datos utilizadas.

CAPÍTULO IV

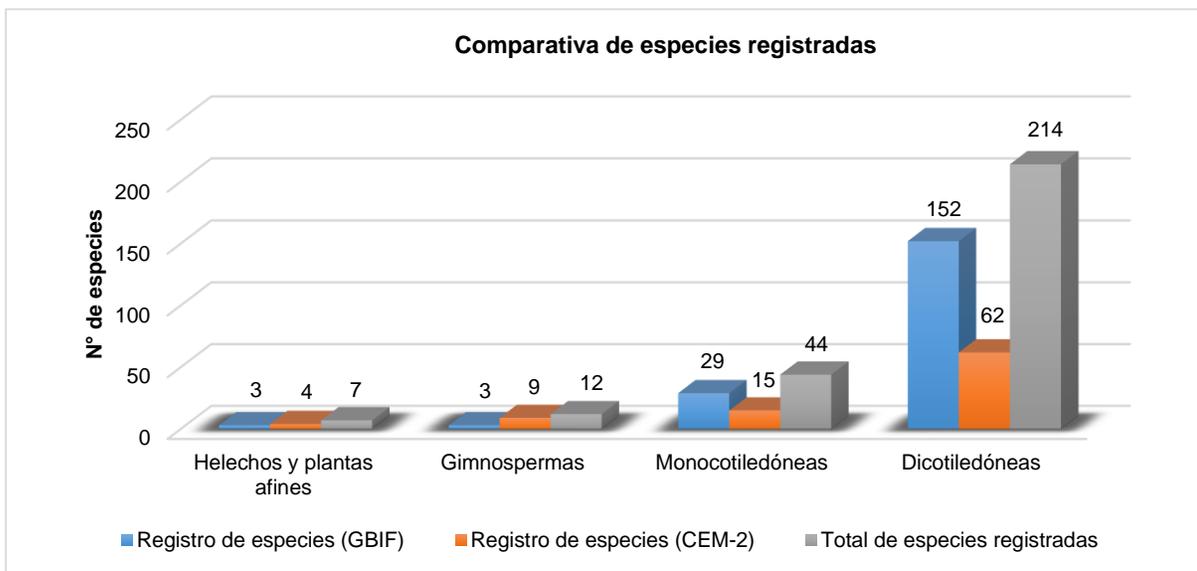


Figura IV.2.2.2.1.47. Especies registradas en ambas bases de datos utilizadas

Con respecto a las especies de flora encontradas tanto en la base de datos de registros históricos como para los registros directos se observa que las dicotiledóneas predominan de igual manera, observándose (214) especies distribuidas en 152 registros históricos y 62 para los registros directos. En segundo lugar se presentan las monocotiledóneas con 44 registros distribuidas en 29 para los datos históricos y 15 para los registros directos. Las gimnospermas le siguen con 12 especies registradas, distribuidas en 9 para registros directos y solo 3 para los registros históricos. Finalmente se encuentran los helechos con 7 especies, observándose mas registros en los datos directos que en los históricos para esta zona de interés.

Después de presentar abundancia de familias, géneros y especies; se observa que la distribución y dominancia de clases es muy marcada para el gremio de las dicotiledóneas con un (77.54%), las monocotiledóneas con un (15.58%), gimnospermas con (4.35%) y los helechos y plantas afines con (2.54%). La clasificación taxonómica de cada uno de los registros se presenta de forma resumida en la siguiente tabla.

Tabla V.2.2.2.1.10. Clasificación taxonómica de cada uno de los registros obtenidos

| Clase | Registros (GBIF) | Registros (CEM-2) | Total de registros |
|---------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| FAMILIAS | | | |
| Helechos y plantas afines | 2 | 3 | 5 |
| Gimnospermas | 2 | 2 | 4 |
| Monocotiledóneas | 4 | 4 | 8 |
| Dicotiledóneas | 40 | 24 | 64 |
| GÉNEROS | | | |
| Helechos y plantas afines | 2 | 3 | 5 |
| Gimnospermas | 2 | 4 | 6 |
| Monocotiledóneas | 20 | 13 | 33 |
| Dicotiledóneas | 100 | 46 | 146 |
| ESPECIES | | | |
| Helechos y plantas afines | 3 | 4 | 7 |

CAPÍTULO IV

| | | | |
|------------------|-----|----|------------|
| Gimnospermas | 3 | 9 | 12 |
| Monocotiledóneas | 29 | 15 | 44 |
| Dicotiledóneas | 152 | 62 | 214 |

Como se puede observar existe una dominancia muy marcada de las dicotiledóneas con respecto a las monocotiledóneas, gimnospermas y helechos; esto se debe a que poseen una mayor plasticidad, lo que le permite encontrar formas vitales muy variadas para adaptarse a vivir en cualquier ecosistema prácticamente. Esta clase forma la mayoría de los componentes de muchos tipos de hábitat diferentes, tales como pastizales, la mayoría de los bosques, con la excepción de los bosques boreales, y la mayoría de los hábitats terrestres en el planeta. Además de que proveen alimento y albergue a los organismos que viven en estos hábitats.

La flora identificada directamente está representada con el 40% de las familias, 34% de los géneros y el 32% de las especies, con respecto al total; indicando que los valores obtenidos reflejan una diversidad baja que se encuentra entre el 30 y 40% con respecto al total.

Entre ambas bases de datos empleadas en este análisis las familias con mayor número de géneros son: Poaceae, Cupressaceae, Orobanchaceae, Asteraceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Solanaceae, Aspleniaceae y Plantaginaceae. De las cuales todas figuran dentro de los registros directos, por lo que resultaron ser dominantes. A pesar de ello, hay otras familias que son monogénicas que si bien no son abundantes en cuanto a géneros, lo son en cuanto a especies se refiera como el caso de las Pinaceae y Fagaceae reforzando su dominio dentro del bosque de pino, bosque de encino-pino y pino-encino.

Las familias dominantes de cada clase con mayor número de especies son: Poaceae con (29) especies, Cupressaceae (3), Orobanchaceae (7), Asteraceae (66) especies, Geraniaceae (5), Lamiaceae (11), Solanaceae (8), Aspleniaceae (4) y Plantaginaceae con (6) especies. En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de representatividad obtenido de todas las familias analizadas, registrando 253 especies distribuidas en 57 familias.

Tabla V.2.2.2.1.11. Familias registradas con mayor número de especies

| Clase | Familias | Cantidad de especies registradas por familia | Porcentaje (%) |
|---------------------------|---------------|--|----------------|
| Helechos y plantas afines | Aspleniaceae | 4 | 1.58 |
| | Polypodiaceae | 1 | 0.40 |
| | Pteridaceae | 2 | 0.79 |
| Gimnospermas | Cupressaceae | 3 | 1.19 |
| | Pinaceae | 7 | 2.77 |
| Monocotiledóneas | Asparagaceae | 4 | 1.58 |
| | Bromeliaceae | 1 | 0.40 |
| | Cyperaceae | 2 | 0.79 |
| | Orchidaceae | 3 | 1.19 |
| | Poaceae | 29 | 11.46 |
| Dicotiledóneas | Acanthaceae | 1 | 0.40 |
| | Amaranthaceae | 1 | 0.40 |
| | Apiaceae | 2 | 0.79 |
| | Apocynaceae | 3 | 1.19 |
| | Asteraceae | 66 | 26.09 |
| | Berberidaceae | 1 | 0.40 |
| | Betulaceae | 1 | 0.40 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|-------------------|------------|------------|
| Bignoniaceae | 1 | 0.40 |
| Boraginaceae | 1 | 0.40 |
| Brassicaceae | 3 | 1.19 |
| Cactaceae | 2 | 0.79 |
| Campanulaceae | 2 | 0.79 |
| Caryophyllaceae | 6 | 2.37 |
| Cistaceae | 1 | 0.40 |
| Cobaeaceae | 1 | 0.40 |
| Convolvulaceae | 1 | 0.40 |
| Crassulaceae | 2 | 0.79 |
| Ericaceae | 3 | 1.19 |
| Euphorbiaceae | 2 | 0.79 |
| Fabaceae | 3 | 1.19 |
| Fagaceae | 12 | 4.74 |
| Gentianaceae | 1 | 0.40 |
| Geraniaceae | 5 | 1.98 |
| Gesneriaceae | 2 | 0.79 |
| Grossulariaceae | 1 | 0.40 |
| Hypericaceae | 1 | 0.40 |
| Lamiaceae | 11 | 4.35 |
| Lauraceae | 2 | 0.79 |
| Leguminosae | 5 | 1.98 |
| Linaceae | 1 | 0.40 |
| Melastomataceae | 1 | 0.40 |
| Myrtaceae | 1 | 0.40 |
| Onagraceae | 1 | 0.40 |
| Orobanchaceae | 7 | 2.77 |
| Oxalidaceae | 1 | 0.40 |
| Papaveraceae | 1 | 0.40 |
| Plantaginaceae | 6 | 2.37 |
| Polygalaceae | 1 | 0.40 |
| Rhamnaceae | 2 | 0.79 |
| Rosaceae | 5 | 1.98 |
| Rubiaceae | 7 | 2.77 |
| Santalaceae | 2 | 0.79 |
| Scrophulariaceae | 3 | 1.19 |
| Solanaceae | 8 | 3.16 |
| Schrophulariaceae | 2 | 0.79 |
| Urticaceae | 4 | 1.58 |
| Violaceae | 1 | 0.40 |
| TOTAL | 253 | 100 |

CAPÍTULO IV

Después de observar los porcentajes de representatividad de todas las familias analizadas, se hace incipiente en las familias dominantes con su respectivo porcentaje de acuerdo a la tabla anterior: Poaceae (11.46 %), Orobanchaceae (2.77 %), Asteraceae (26.09 %), Geraniaceae (1.98 %), Lamiaceae (4.35 %), Solanaceae (3.16 %), Aspleniaceae (1.58 %) y Plantaginaceae (2.37 %), de las cuales todas estas familias fueron identificadas como parte de los registros directos (CEM-2) a pesar de las diferencias notables para el SAR y AP.

Para poder conocer que especies se comparten entre los registros se presenta la siguiente tabla. Esto incluye una amplia variedad de elementos en solo 21 familias del total; sin embargo, y a pesar de las diferencias cualitativas y cuantitativas, las Asteraceae (grupo con mayor riqueza y abundancia), se consideraran cosmopolitas por las adaptaciones que han desarrollado evolutivamente, su amplia distribución y su establecimiento en muchos tipos de hábitats. Las clases fueron ordenadas conforme al mayor número de especies obtenidas.

Tabla V.2.2.2.1.12. Ausencia/presencia de las familias con mayor número de especies de ambos registros obtenidos

| CLASE | FAMILIA | ESPECIE | GBIF | CEM-2 |
|----------------|--|---|------|-------|
| Dicotiledóneas | Acanthaceae | <i>Jacobinia umbrosa</i> S.F.Blake. | X | |
| | Amaranthaceae | <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. | X | |
| | Apiaceae | <i>Angelica nelsonii</i> J.M.Coult. & Rose. | X | |
| | Apiaceae | <i>Daucus carota</i> L. | | X |
| | Apocynaceae | <i>Asclepias curassavica</i> L. | X | |
| | Apocynaceae | <i>Asclepias notha</i> W.D.Stevens. | X | X |
| | Apocynaceae | <i>Vinca major</i> L. | | X |
| | Asteraceae | <i>Achillea millefolium</i> L. | | X |
| | Asteraceae | <i>Acourtia turbinata</i> (La Llave & Lex.). | | X |
| | Asteraceae | <i>Ageratina enixa</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob. | X | |
| | Asteraceae | <i>Ageratina espinosara</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob. | X | |
| | Asteraceae | <i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Ageratina mairetiana</i> (DC.) . | | X |
| | Asteraceae | <i>Ageratina pazcuarensis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob. | X | |
| | Asteraceae | <i>Aldama dentata</i> La Llave. | X | |
| | Asteraceae | <i>Alloispermum scabrum</i> (Lag.) H.Rob. | X | |
| | Asteraceae | <i>Ambrosia polystachya</i> DC. | X | |
| | Asteraceae | <i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC. | X | |
| | Asteraceae | <i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. | X | |
| | Asteraceae | <i>Astranthium xanthocomoides</i> (Less.) Larsen. | X | |
| | Asteraceae | <i>Baccharis conferta</i> Kunth. | | X |
| | Asteraceae | <i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell. | X | |
| | Asteraceae | <i>Bidens anthemoides</i> Sherff. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Bidens ballsii</i> Sherff. | X | |
| | Asteraceae | <i>Bidens ostruthioides</i> Sch.Bip. | X | |
| | Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> L. | X | |
| | Asteraceae | <i>Bidens triplinervia</i> Kunth. | X | |
| | Asteraceae | <i>Brickellia problematica</i> B.L.Turner. | X | |
| | Asteraceae | <i>Brickellia veronicaefolia</i> (Kunth) A.Gray. | X | |
| | Asteraceae | <i>Cirsium anartiolepis</i> Petr. | | X |
| | Asteraceae | <i>Cirsium orizabense</i> Klatt. | X | |
| | Asteraceae | <i>Cirsium subcoriaceum</i> Sch.Bip. ex Seem. | X | |
| | Asteraceae | <i>Dahlia merckii</i> Lehm. | X | |
| | Asteraceae | <i>Dahlia scapigera</i> Knowles & Westc. | X | |
| | Asteraceae | <i>Erigeron canadensis</i> L. | X | |
| | Asteraceae | <i>Erigeron karvinskianus</i> DC. | X | |
| | Asteraceae | <i>Eryngium proteiflorum</i> F. | | X |
| | Asteraceae | <i>Erigeron scaposus</i> DC. | X | |
| | Asteraceae | <i>Fleischmannia pycnocephala</i> (Less.) King & H. Rob. | X | |
| | Asteraceae | <i>Florestina purpurea</i> Rydb. | X | |
| | Asteraceae | <i>Galinsoga quadriradiata</i> Cav. | X | |
| | Asteraceae | <i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq.) Dunal. | X | |
| Asteraceae | <i>Heterotheca inuloides</i> Cass. | | X | |
| Asteraceae | <i>Hieracium abscissum</i> Less. | X | | |
| Asteraceae | <i>Hieracium crepidispermum</i> Fr. | X | | |
| Asteraceae | <i>Hieracium mexicanum</i> Less. | X | | |
| Asteraceae | <i>Hymenoxys chrysanthemoides</i> DC. | X | | |
| Asteraceae | <i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch.Bip. | X | | |

CAPÍTULO IV

| CLASE | FAMILIA | ESPECIE | GBIF | CEM-2 |
|-------|-----------------|--|------|-------|
| | Asteraceae | <i>Iostephane heterophylla</i> Benth. | X | |
| | Asteraceae | <i>Lactuca sativa</i> L. | | X |
| | Asteraceae | <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv. | X | |
| | Asteraceae | <i>Oxylobus arbutifolius</i> A.Gray. | X | |
| | Asteraceae | <i>Peteravenia schultzi</i> (Schnittspahn) R.M.King & H.Rob. | X | |
| | Asteraceae | <i>Psacalium peltatum</i> Cass. | X | |
| | Asteraceae | <i>Pseudognaphalium bourgovii</i> (A.Gray). | | X |
| | Asteraceae | <i>Pseudognaphalium obtusifolium</i> (L.) Hilliard & B.L.Burt. | | X |
| | Asteraceae | <i>Pseudognaphalium liebmannii</i> (Sch.Bip. ex Klatt) Anderb. | X | |
| | Asteraceae | <i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H.Rob. & Brettell. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Sabazia multiradiata</i> (Seaton) Longpre. | X | |
| | Asteraceae | <i>Senecio callosus</i> Sch.Bip. | | X |
| | Asteraceae | <i>Senecio cinerarioides</i> Kunth. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Senecio mairetianus</i> DC. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Senecio roseus</i> Klatt. | X | |
| | Asteraceae | <i>Senecio salignus</i> DC. | | X |
| | Asteraceae | <i>Senecio toluccanus</i> DC. | X | |
| | Asteraceae | <i>Simsia amplexicaulis</i> Pers. | X | |
| | Asteraceae | <i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L. | | X |
| | Asteraceae | <i>Stevia isomeca</i> Grashoff. | X | |
| | Asteraceae | <i>Stevia monardifolia</i> Kunth. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Stevia salicifolia</i> Cav. | X | |
| | Asteraceae | <i>Stevia serrata</i> Cav. | X | X |
| | Asteraceae | <i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch. Bip. | X | |
| | Asteraceae | <i>Villanova achilleoides</i> Less. | X | |
| | Berberidaceae | <i>Mahonia moranensis</i> (Schult. & Schult.f.) I.M.Johnst. | X | |
| | Betulaceae | <i>Alnus jorullensis</i> Kunth. | | X |
| | Bignoniaceae | <i>Distictis buccinatoria</i> (DC.) A.H. Gentry. | X | |
| | Bignoniaceae | <i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann. | X | |
| | Boraginaceae | <i>Lithospermum distichum</i> Ortega. | X | |
| | Brassicaceae | <i>Brassica rapa</i> L. | | X |
| | Brassicaceae | <i>Raphanus raphanistrum</i> L. | | X |
| | Brassicaceae | <i>Draba nivicola</i> Rose. | X | |
| | Cactaceae | <i>Epiphyllum oxypetalum</i> (DC.) Haw. | X | |
| | Cactaceae | <i>Opuntia</i> sp. | | X |
| | Campanulaceae | <i>Lobelia nana</i> . | X | |
| | Campanulaceae | <i>Lobelia laxiflora</i> Kunth. | X | |
| | Caryophyllaceae | <i>Arenaria reptans</i> Hemsl. | X | |
| | Caryophyllaceae | <i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb. | X | |
| | Caryophyllaceae | <i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schlecht. | X | |
| | Caryophyllaceae | <i>Cerastium lithophilum</i> Greenm. | X | |
| | Caryophyllaceae | <i>Arenaria bourgaei</i> Hemsl. | X | |
| | Caryophyllaceae | <i>Drymaria filiformis</i> Robins. & Seaton. | X | |
| | Cistaceae | <i>Helianthemum glomeratum</i> (Lag.). | | X |
| | Cobaeaceae | <i>Cobaea minor</i> M.Martens & Galeotti. | X | |
| | Convolvulaceae | <i>Ipomoea stans</i> Cav. | X | |
| | Crassulaceae | <i>Echeveria mucronata</i> Schltld. | | X |
| | Crassulaceae | <i>Thompsonella minutiflora</i> (Rose) Britton & Rose. | X | |
| | Ericaceae | <i>Pernettya ciliata</i> Small. | X | |
| | Ericaceae | <i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth. | X | X |
| | Ericaceae | <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth. | X | X |
| | Euphorbiaceae | <i>Acalypha vagans</i> Cav. | X | |
| | Euphorbiaceae | <i>Croton dioicus</i> Cav. | X | |
| | Fabaceae | <i>Macroptilium gibbosifolium</i> (Ortega) A.Delgado | X | |
| | Fabaceae | <i>Lupinus montanus</i> Kunth. | X | |
| | Fabaceae | <i>Phaseolus anisotrichos</i> Schltld. | X | |
| | Fagaceae | <i>Quercus mexicana</i> Bonpl. | X | |
| | Fagaceae | <i>Quercus candicans</i> N. | X | X |
| | Fagaceae | <i>Quercus castanea</i> Née. | | X |
| | Fagaceae | <i>Quercus x dysophylla</i> Benth. | | X |
| | Fagaceae | <i>Quercus floccosa</i> Liebm. | X | |
| | Fagaceae | <i>Quercus crassifolia</i> Bonpl. | | X |
| | Fagaceae | <i>Quercus crassipes</i> Bonpl. | X | |
| | Fagaceae | <i>Quercus glabrescens</i> Benth. | X | |
| | Fagaceae | <i>Quercus laurina</i> Bonpl. | | X |
| | Fagaceae | <i>Quercus leiophylla</i> A.DC. | X | |
| | Fagaceae | <i>Quercus rugosa</i> Née. | | X |
| | Fagaceae | <i>Quercus insignis</i> M.Martens & Galeotti. | X | |
| | Gentianaceae | <i>Gentiana lanceolata</i> Griseb. | X | |

CAPÍTULO IV

| CLASE | FAMILIA | ESPECIE | GBIF | CEM-2 |
|-------|------------------|--|------|-------|
| | Geraniaceae | <i>Geranium seemanni</i> | X | |
| | Geraniaceae | <i>Geranium kerberi</i> R. Knuth in Engl. | X | |
| | Geraniaceae | <i>Geranium potentillifolium</i> DC. | | X |
| | Geraniaceae | <i>Geranium seemanii</i> Peyr. | | X |
| | Geraniaceae | <i>Erodium cicutarium</i> (L.). | X | |
| | Gesneriaceae | <i>Achimenes grandiflora</i> (Schiede) DC. | X | |
| | Gesneriaceae | <i>Achimenes erecta</i> (Lam.) H.P. Fuchs. | X | |
| | Grossulariaceae | <i>Ribes jorullense</i> Kunth. | X | |
| | Hypericaceae | <i>Hypericum philonotis</i> Cham. & Schldt. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Agastache mexicana</i> (Kunth) Lint & Epling. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Marrubium vulgare</i> L. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Salvia amarissima</i> Ortega. | | X |
| | Lamiaceae | <i>Salvia elegans</i> Vahl. | | X |
| | Lamiaceae | <i>Salvia involucrata</i> Cav. | | X |
| | Lamiaceae | <i>Cunila lythrifolia</i> Benth. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Lepechinia schiedeana</i> Vatke. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Origanum humile</i> Mill. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Hyptis atrorubens</i> Poit. | X | |
| | Lamiaceae | <i>Asterohyptis stellulata</i> (Benth.) Epling. | X | |
| | Lauraceae | <i>Beilschmiedia mexicana</i> (Mez) Kosterm. | X | |
| | Lauraceae | <i>Ocotea psychotrioides</i> Kunth. | X | |
| | Leguminosae | <i>Astragalus guatemalensis</i> Hemsl. | | X |
| | Leguminosae | <i>Lupinus elegans</i> Kunth. | | X |
| | Leguminosae | <i>Lupinus montanus</i> Kunth. | | X |
| | Leguminosae | <i>Pisum sativum</i> L. | | X |
| | Leguminosae | <i>Vicia faba</i> L. | | X |
| | Linaceae | <i>Linum orizabae</i> Planch. | X | |
| | Melastomataceae | <i>Miconia glaberrima</i> (Schldt.) Naudin. | X | |
| | Myrtaceae | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. | | X |
| | Onagraceae | <i>Gaura coccinea</i> Nutt. ex Pursh. | | X |
| | Orobanchaceae | <i>Castilleja pringlei</i> Fernald. | X | |
| | Orobanchaceae | <i>Castilleja tolucensis</i> Kunth. | X | |
| | Orobanchaceae | <i>Castilleja pectinata</i> M.Martens & Gall. | X | |
| | Orobanchaceae | <i>Castilleja tenuiflora</i> Benth. | X | X |
| | Orobanchaceae | <i>Castilleja scorzonerifolia</i> Kunth. | X | |
| | Orobanchaceae | <i>Castilleja speciosa</i> M.Martens & Galeotti. | X | |
| | Orobanchaceae | <i>Conopholis alpina</i> Liebm. | | |
| | Oxalidaceae | <i>Oxalis latifolia</i> Kunth. | X | |
| | Papaveraceae | <i>Argemone platyceras</i> Link & Otto. | | X |
| | Plantaginaceae | <i>Plantago linearis</i> Raf. | X | |
| | Plantaginaceae | <i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth. | X | |
| | Plantaginaceae | <i>Penstemon apateticus</i> Straw. | X | |
| | Plantaginaceae | <i>Penstemon isophyllus</i> Robinson. | X | |
| | Plantaginaceae | <i>Penstemon gentianoides</i> (Kunth) Poir. | X | X |
| | Plantaginaceae | <i>Rumex obtusifolius</i> L. | | X |
| | Polygalaceae | <i>Monnina xalapensis</i> Kunth. | X | |
| | Rhamnaceae | <i>Ceanothus durangoinus</i> Loes. | X | |
| | Rhamnaceae | <i>Ceanothus coeruleus</i> Lag. | X | X |
| | Rosaceae | <i>Alchemilla procumbens</i> Rose. | X | X |
| | Rosaceae | <i>Potentilla candicans</i> Schlecht. | X | |
| | Rosaceae | <i>Prunus serotina</i> Ehrh. | | X |
| | Rosaceae | <i>Rubus liebmanni</i> Focke. | | X |
| | Rosaceae | <i>Alchemilla pectinata</i> Kunth. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schldt. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Spermacoce laevis</i> Lam. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R.Anderson. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Mexotis latifolia</i> (M.Martens & Galeotti) Terrell & H.Rob. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Bikkia parviflora</i> Schltr. & K.Krause. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Galium aschenbornii</i> Schauer. | X | |
| | Rubiaceae | <i>Galium uncinulatum</i> DC. | X | |
| | Santalaceae | <i>Arceuthobium globosum</i> Hawksw. & Wiens. | | X |
| | Santalaceae | <i>Arceuthobium vaginatum</i> (Willd.) J. Presl | X | |
| | Scrophulariaceae | <i>Mimulus glabratus</i> A.Gray. | X | |
| | Scrophulariaceae | <i>Mimulus orizabae</i> Benth. | X | |
| | Scrophulariaceae | <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | X | |
| | Solanaceae | <i>Cestrum elegans</i> (Brongn. ex Neumann) Schldt. | X | |
| | Solanaceae | <i>Cestrum fasciculatum</i> (Schlecht.) Miers. | X | |
| | Solanaceae | <i>Nectouxia formosa</i> Kunth. | X | |
| | Solanaceae | <i>Physalis orizabae</i> Dunal. | X | |

CAPÍTULO IV

| CLASE | FAMILIA | ESPECIE | GBIF | CEM-2 |
|---------------------------|---|--|------|-------|
| | Solanaceae | <i>Solanum demissum</i> Lindl. | X | |
| | Solanaceae | <i>Solanum pubigerum</i> Dunal | X | |
| | Solanaceae | <i>Solanum stoloniferum</i> Schltld. | X | |
| | Solanaceae | <i>Solanum tuberosum</i> L. | X | X |
| | Schrophulariaceae | <i>Buddleja cordata</i> Kunth. | | X |
| | Schrophulariaceae | <i>Buddleja parviflora</i> Kunth. | | X |
| | Urticaceae | <i>Pilea acuminata</i> Liebm. | X | |
| | Urticaceae | <i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm. | X | |
| | Urticaceae | <i>Pilea pubescens</i> Liebm. | X | |
| | Urticaceae | <i>Pilea vulcanica</i> Liebm. | X | |
| Violaceae | <i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz. | X | | |
| Monocotiledóneas | Asparagaceae | <i>Echeandia reflexa</i> (Cav.) Rose. | X | |
| | Asparagaceae | <i>Echeandia parviflora</i> . | X | |
| | Asparagaceae | <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck. | | X |
| | Asparagaceae | <i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl. | | X |
| | Bromeliaceae | <i>Tillandsia erubescens</i> Schltld. | | X |
| | Cyperaceae | <i>Carex ballsii</i> Nelm. | X | |
| | Cyperaceae | <i>Cyperus esculentus</i> L. | X | |
| | Orchidaceae | <i>Corallorhiza macrantha</i> Schltr. | | X |
| | Orchidaceae | <i>Habenaria flexuosa</i> Lindl. | X | |
| | Orchidaceae | <i>Dichromanthus michuacanus</i> (Lex.) Salazar & Soto Arenas. | X | |
| | Poaceae | <i>Agrostis toluensis</i> Kunth. | X | |
| | Poaceae | <i>Aristida adscensionis</i> L. | X | X |
| | Poaceae | <i>Aristida gibbosa</i> (Nees) Kunth. | X | |
| | Poaceae | <i>Briza minor</i> L. | X | |
| | Poaceae | <i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn. | X | X |
| | Poaceae | <i>Bromus dolichocarpus</i> Wagnon. | | X |
| | Poaceae | <i>Calamagrostis eriantha</i> (Kunth) Steud. | X | |
| | Poaceae | <i>Calamagrostis orizabae</i> (E.Fourn.) Beal. | X | |
| | Poaceae | <i>Chloris submutica</i> Kunth. | X | |
| | Poaceae | <i>Chusquea bilimekii</i> E.Fourn. | X | |
| | Poaceae | <i>Deschampsia liebmänniana</i> (E.Fourn.) Hitchc. | X | |
| | Poaceae | <i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link. | X | |
| | Poaceae | <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. | | X |
| | Poaceae | <i>Festuca amplissima</i> Rupr. ex Galeotti. | X | |
| | Poaceae | <i>Festuca livida</i> (Kunth) Willd. ex Spreng. | X | |
| | Poaceae | <i>Festuca toluensis</i> Kunth. | X | X |
| | Poaceae | <i>Festuca willdenowiana</i> Schult. & Schult.f. | X | |
| | Poaceae | <i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr. | X | |
| | Poaceae | <i>Hordeum vulgare</i> L. | | X |
| | Poaceae | <i>Muhlenbergia breviseta</i> E.Fourn. | X | |
| | Poaceae | <i>Muhlenbergia nigra</i> Hitchc. | X | |
| | Poaceae | <i>Muhlenbergia macroura</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc. | | X |
| Poaceae | <i>Peyritschia koelerioides</i> (Peyr.) E.Fourn. | X | X | |
| Poaceae | <i>Poa annua</i> L. | X | | |
| Poaceae | <i>Poa scaberula</i> Hook.f. | X | | |
| Poaceae | <i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav) Kunth. | | X | |
| Poaceae | <i>Trisetum rosei</i> Scribn. & Merr. | X | | |
| Poaceae | <i>Trisetum spicatum</i> (L.) K.Richt. | X | | |
| Poaceae | <i>Zea mays</i> L. | | X | |
| Gimnospermas | Cupressaceae | <i>Juniperus deppeana</i> Steud. | X | X |
| | Cupressaceae | <i>Juniperus monticola</i> Martinez. | X | |
| | Cupressaceae | <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. | | X |
| | Pinaceae | <i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltld. & Cham. | X | X |
| | Pinaceae | <i>Pinus cembroides</i> Zucc. | | X |
| | Pinaceae | <i>Pinus hartwegii</i> Lindl. | | X |
| | Pinaceae | <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltld. & Cham. | | X |
| | Pinaceae | <i>Pinus montezumae</i> Lamb. | | X |
| | Pinaceae | <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham. | | X |
| Pinaceae | <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. | | X | |
| Helechos y plantas afines | Aspleniaceae | <i>Asplenium castaneum</i> Schltld. & Cham. | | X |
| | Aspleniaceae | <i>Asplenium cristatum</i> Lam. | X | |
| | Aspleniaceae | <i>Asplenium sphaerosporum</i> A.R.Sm. | X | |
| | Aspleniaceae | <i>Asplenium monanthes</i> L. | | X |
| | Polypodiaceae | <i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn. | | X |
| | Pteridaceae | <i>Cheilanthes lendigera</i> (Cav.) Sw. | | X |
| Pteridaceae | <i>Gaga hirsuta</i> (Link) Fay W. Li & Windham. | X | | |

CAPÍTULO IV

De manera general el análisis mostrado reflejan que dentro del SAR al existir una superficie mucho mayor de (33,102.62 Ha), se presenta una mayor cantidad de registros a diferencia de los obtenidos directamente dentro del AP que solo tiene una superficie de (1,316.5 Ha); sin embargo, el esfuerzo realizado muestra una importante cantidad de registros obtenidos directamente, además de encontrar y reportar especies que dentro del AP para GBIF no se presentan. Sin duda, tanto las familias, géneros y especies se comparten en gran medida en base a los datos analizados.

Del total de especies identificadas directamente (CEM-2) que presentan algún estatus de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), es para la orquídea terrestre (*Corallorhiza macrantha*) y el cedro blanco (*Cupressus lusitánica*). Para el caso de estas especies en los registros de GBIF no están reportadas, por lo que los resultados obtenidos son satisfactorios ya que se aumenta y contribuye con el conocimiento florístico para la zona de estudio. No obstante, los árboles que únicamente posiblemente resulten afectados de *Cupressus lusitánica* están ubicados en los sitios de plataformas de maniobra (G12, G13, G14), todos ellos son cultivados con fines de generar cortinas rompevientos en formación de cercos vivos, por lo que no forman parte de vegetación primaria y con un total de 10 árboles afectar no se pondrá en riesgo la integridad del ecosistema. Por ello, y para lograr llevar a cabo un proyecto sustentable, se propone como medida de compensación la siembra en proporción 3:1 de la misma especie en base a los árboles que resulten afectados.

Para el caso de *Corallorhiza macrantha* una orquídea de hábitos terrestres únicamente se observó una planta en bosque cultivado (plantación forestal), a pesar de estar dentro del AP se encuentra fuera de la superficie referida de afectación (18.527 Ha) que corresponde al desmonte de la vegetación para los caminos de acceso y plataformas de maniobra, su ubicación esta aproximadamente a 100 m de los elementos mencionados. Por ello, esta planta no será afectada por ninguna causa por las diferentes obras y actividades del proyecto. Cabe aclarar que en caso de llegar a observar esta planta durante las diferentes fases del proyecto deberá ser rescatada y reubicada a sitios seguros de su afectación.

En otro contexto, a pesar de que se identificaron otras plantas directamente que presentan interés ecológico, pero que no están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán ser rescatadas y reubicadas, tal es el caso de las siguientes especies: *Nolina parviflora*, *Tillandsia erubescens* y *Echeveria mucronata*. Con estas acciones encaminadas a la protección y conservación de especies se lograra el desarrollo de un proyecto amigable con el medio ambiente y sustentable desde diversas perspectivas.

A pesar de lo anterior, se presentan especies indicadoras de perturbación debido a la reducción de las coberturas forestales, lo que está incrementando superficies destinadas a la agricultura y estas plantas resultan favorecidas por estas causas al abrir claros dentro del bosque. Con este análisis se pretendió profundizar en la ecología de la vegetación del SAR y AP, analizando la composición florística y determinismo ecológico de diversas especies y tratando de interpretar las afinidades compartidas entre los registros. Debido a sus características, este tipo de bosques han y están siendo aprovechados para diversos fines, con frecuencia simultáneamente. Los bosques de clima templado tienen un gran valor por ser la fuente principal de madera, por su contribución al ciclo hidrológico y por su valor estético. La perturbación y deforestación que se presenta en la vegetación del ecosistema templado muestra una matriz de paisaje bastante fragmentada; los factores más comunes que mayormente inciden en su deterioro han sido la agricultura y la deforestación.

CAPÍTULO IV

Es importante señalar la importancia del componente social para la protección efectiva del área en estudio. El éxito en la conservación ha dependido de la solución en el control de la tala inmoderada con las comunidades vecinas y de la prueba en marcha de un manejo forestal, ya que actualmente talan amplias extensiones de bosques sin los permisos necesarios, solo será posible cuando se reconozca el valor de estas acciones y puedan mejorar las prácticas de manejo de sus recursos y territorios. Estos datos constituyen una información de vital importancia para la zona, que si bien sólo corresponde a una pequeña porción de toda la extensión vegetal para el estado de Puebla, corresponde a un estudio preciso en donde se logro caracterizar los componentes que forman parte de la riqueza y estructura, además de puntualizar a ciertas especies que desde los estudios previos (registros históricos) han desaparecido en la zona o aquellos que no fueron reportados por GBIF. Por otra parte, este análisis proveen datos informativos, que enriquecen cualquier estudio florístico y pueden ser usados también como base de comparación.

IV.2.2.2 Fauna

Puebla es considerado uno de los estados más importantes en relación a la diversidad faunística, hoy en día se estima una riqueza de 1003 especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), cantidad que lo ubica en los primeros sitios a nivel nacional, esta considerable riqueza faunística es el resultado de la interacción de factores bióticos y abióticos, entre los que sobresalen la accidentada topografía y la ubicación geográfica del estado, los cuales han permitido que en el estado se puedan encontrar casi todos los ecosistemas descritos en el país; por otra parte, el estado se ubica en el área donde se sobreponen las regiones biogeográficas neártica y neotropical, lo que ha favorecido que se hayan reportado especies de ambas regiones (Villa y Cervantes, 2003; Ceballos y Oliva, 2005; CONABIO, 2011).

Si bien a nivel estatal la riqueza faunística tiene bastante importancia, cuando se cambia el punto de vista a un nivel regional se observan otro tipo de escenarios y en cada uno de ellos es posible registrar especies diferentes, particularmente para la región donde se ubica el proyecto en cuestión, donde es notable el cambio de uso de suelo que se ha realizado desde hace varias décadas para establecer diversas actividades antropogénicas, situación que ha ocasionado una reducción, y en algunos casos, una pérdida total de las áreas óptimas para la presencia de fauna silvestre, generando diversos procesos de reducción y extinción local de las especies más susceptibles a estos cambios ambientales (CONABIO, 2011).

Es por ello que para conocer con un poco más de precisión la situación de la fauna silvestre del sistema ambiental delimitado para el proyecto, se realizaron dos actividades principalmente:

- Trabajo de gabinete: que se enfoco en la búsqueda de registros bibliográficos e históricos para elaborar un listado de especies de probable ocurrencia para el SAR.
- Trabajo de campo: donde se ejecutaron metodologías para obtener registros de las diversas especies de vertebrados terrestres para las aéreas de afectación e influencia del proyecto.

CAPÍTULO IV

a) Técnicas y metodologías de muestreo

Herpetofauna (Anfibios y reptiles).

Para la obtención de registros de anfibios y reptiles se realizaron búsquedas directas en las áreas donde se colocarán los aerogeneradores revisando todos los sitios que pudieran funcionar como un refugio para estos organismos (montículos de rocas, cercos vivos, manchones de vegetación forestal, sitios con acumulación de hojarasca, entre otros) de igual manera, dentro del área de influencia para capturar a todos los organismos que se llegaron a observar.



Figura IV.2.2.2.1. Revisión de sitios que pueden ser utilizados por las diversas especies de herpetozoos como refugio.

Una vez que se haya tenido una captura exitosa se obtuvo registro fotográfico para determinar a nivel de especie de cada uno de los organismos, apoyándose en las con ayuda de las claves dicotómicas de Flores-Villela, *et. al.* (1995) y Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004).



Figura IV.2.2.2.2. Toma de fotografías para realizar la determinación taxonómica de los organismos capturados

CAPÍTULO IV

Ornitofauna (Aves):

Para este grupo se establecieron puntos de observación en los sitios donde se construirán los aerogeneradores para determinar las especies presentes en el área del proyecto e identificar si establecen realizan actividades reproductivas o solamente visitan el área para forrajear, en cada punto de observación se permaneció durante un lapso de 15 minutos, donde se contabilizaron y fotografiaron todas las aves mismas que se identificaron con las guías de Peterson y Chalif (1999); Sibley (2000); Howell y Webb (2005); y Dunn y Alderfer (2006)

Además se revisaron los cercos vivos y remanentes de vegetación existentes en el área de proyecto para identificar la presencia de nidos de las diversas especies.



Figura IV.2.2.2.3. Revisión de remanentes de vegetación forestal para determinar la presencia de nidos

CAPÍTULO IV

Mastofauna (Mamíferos)

Para este grupo se realizaron tres actividades, la primera fue la búsqueda de registros indirectos (huellas y excretas) que permiten identificar a las especies medianas y mayores presentes con mayor velocidad, cada uno de estos registros se determinó con ayuda de la guía de Aranda (2012)



Figura IV.2.2.2.4. Toma de fotografías de huellas para su posterior determinación taxonómica

En la segunda actividad se colocaron trampas Sherman cebadas con avena y extracto de vainilla cerca de las áreas de afectación del proyecto para capturar roedores a los cuales se les tomó fotografías para determinar a nivel de especie con la ayuda de los trabajos de Villa y Cervantes (2003) y Ceballos y Oliva (2005).



Figura IV.2.2.2.5. Colocación de Trampas Sherman

Finalmente la tercera actividad que se realizó fue colocar redes de niebla en sitios donde transitan con mayor frecuencia, para capturar a los murciélagos presentes en el área, los cuales se determinarían a especie con ayuda de la guía de Medellín *et. al.* (2008).

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.2.6. Revisión de las redes de niebla para identificar a los murciélagos capturados

Finalmente se revisó el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para determinar si alguna de las especies registradas se encontrara en alguna de sus categorías de riesgo.

b) Resultados

El trabajo de gabinete permitió establecer una riqueza de probable ocurrencia para el SAR de 224 especies de vertebrados terrestres, siendo las aves el grupo más representado con 143 (64% del total); en cambio los anfibios son el grupo con menos especies tan solo con 15 (7% del total), el listado obtenido se incluye en los anexos de este documento.

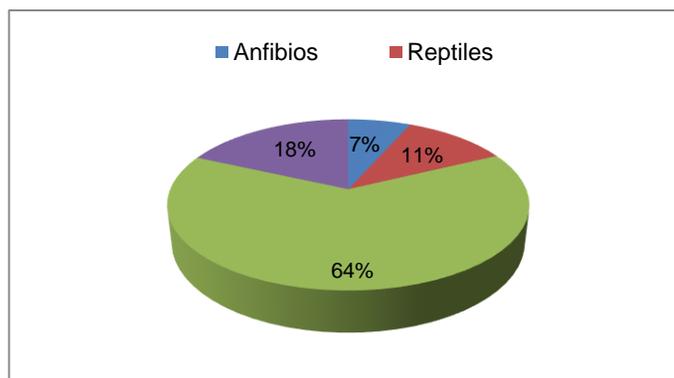


Figura IV.2.2.2.7. Representación porcentual por grupo faunístico de las especies de probable ocurrencia para el SAR.

CAPÍTULO IV

Al revisar el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se identificaron 52 especies de probable ocurrencia en alguna de sus categorías, siendo los reptiles y las aves los grupos con más especies en esta situación con 15 respectivamente; poco más del 60% de las especies en riesgo se encuentran en la categoría de especies sujetas a protección especial, el resto se encuentran como especies amenazadas y no se detectaron especies en peligro de extinción.

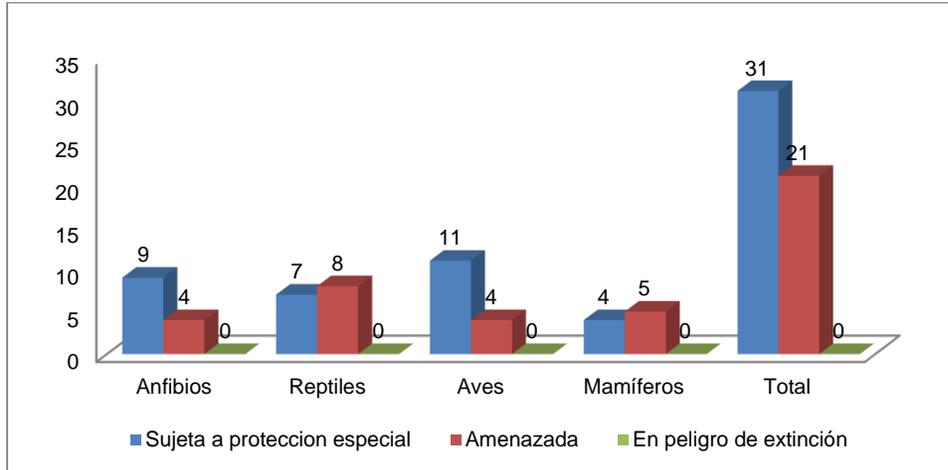


Figura IV.2.2.2.8. Cantidad de especies de probable ocurrencia referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En lo referente al trabajo de campo, se lograron registrar 44 especies de vertebrados terrestres en las áreas de afectación e influencia del proyecto, siendo las aves el grupo con la mayor cantidad con 30 (68%), el resto se reparte en partes iguales entre reptiles y mamíferos con siete especies (16%) cada uno de ellos.

Estos datos pueden explicarse si consideramos el estado ambiental actual que prevalece en el área de estudio el cual presenta un intenso cambio de uso de suelo realizado por los pobladores de la región para establecer actividades agropecuarias durante varias décadas, reduciendo considerablemente la disponibilidad de nichos para la fauna silvestre, una muestra más de esta situación es la ausencia de registros de anfibios, los cuales son considerados indicadores de la calidad ambiental.

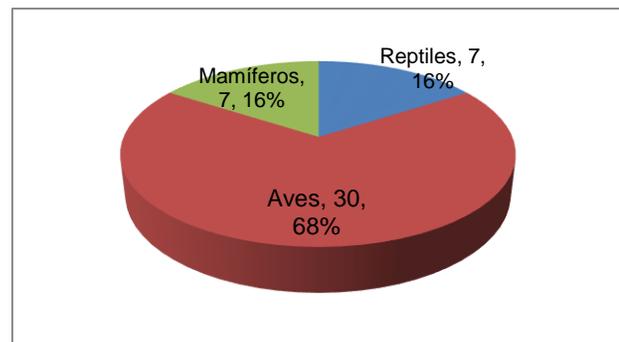


Figura IV.2.2.2.9. Cantidad de especies registradas y porcentaje del total de cada grupo faunístico

Del total de especies registradas siete de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, cinco de ellas pertenecen a los reptiles y las dos restantes son aves.

CAPÍTULO IV

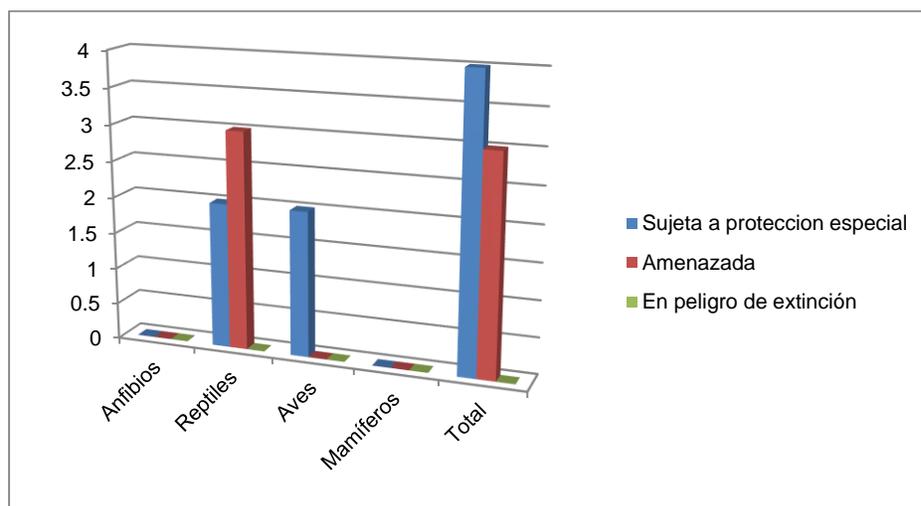


Figura IV.2.2.2.10. Cantidad de especies referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo a su categoría de riesgo.

Tabla IV.2.2.2.1. Listado de especies registradas durante el trabajo de campo, se incluyen las categorías de riesgo de las especies referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | NOM-059-SEMARNAT-2010 | IUCN |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------|
| REPTILES | | | | |
| Anguidae | <i>Barisia imbricata</i> | Alicante | Sujeta a protección especial | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Phrynosoma orbiculare</i> | Camaleón | Amenazada | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus bicanthalis</i> | Lagartija espinosa transvolcánica | - | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus grammicus</i> | Lagartija de mezquite | Sujeta a protección especial | LC |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus formosus</i> | Lagartija espinosa norteña | - | LC |
| Viperidae | <i>Crotalus ravus</i> | Víbora de cascabel | Amenazada | LC |
| Viperidae | <i>Crotalus intermedius</i> | Víbora de cascabel | Amenazada | LC |
| AVES | | | | |
| Ardeidae | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza ganadera | - | LC |
| Accipitridae | <i>Cyrcus cyaneus</i> | Aguililla rastrea | - | Ni |
| Accipitridae | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla colirroja | - | LC |
| Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Halcón cernícalo | - | LC |
| Phasianidae | <i>Cyrtonyx montezumae</i> | Codorniz de Moctezuma | Sujeta a protección especial | LC |
| Turdidae | <i>Sialia mexicana</i> | Azulejo gorjiazul | - | LC |
| Turdidae | <i>Myadestes occidentalis</i> | Clarín jilguero | Sujeta a protección especial | LC |
| Turdidae | <i>Turdus migratorius</i> | Zorzal petirrojo | - | LC |
| Trochilidae | <i>Archilochus alexandri</i> | Colibrí barbinegro | - | LC |
| Tyrannidae | <i>Sayornis phoebe</i> | Mosquero fibí | - | LC |
| Tyrannidae | <i>Sayornis saya</i> | Mosquero llanero | - | LC |
| Corvidae | <i>Aphelocoma ultramarina</i> | Chara pechigris | - | LC |
| Aegithalidae | <i>Psaltriparus minimus</i> | Sastrecillo | - | LC |
| Sittidae | <i>Sitta carolinensis</i> | Saltapalos pechiblanco | - | LC |

CAPÍTULO IV

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | NOM-059-SEMARNAT-2010 | IUCN |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------|
| Regulidae | <i>Regulus caléndula</i> | Reyezuelo sencillo | - | LC |
| Parulidae | <i>Dendroica coronata</i> | Chipe corona dorada | - | LC |
| Parulidae | <i>Dendroica townsendi</i> | Chipe de Townsend | - | LC |
| Parulidae | <i>Myioborus miniatus</i> | Pavito alioscuro | - | LC |
| Parulidae | <i>Ergaticus ruber</i> | Chipe rojo | - | LC |
| Peucedramidae | <i>Peucedramus taeniatus</i> | Chipe ocotero | - | LC |
| Thraupidae | <i>Piranga bidentata</i> | Tangara dorsirrayada | - | LC |
| Cardinalidae | <i>Pheucticus melanocephalus</i> | Picogruesso tigrillo | - | LC |
| Emberizidae | <i>Pipilo erythrophthalmus</i> | Rascador ojirrojo | - | Ni |
| Emberizidae | <i>Pipilo fuscus</i> | Rascador arroyero | - | LC |
| Emberizidae | <i>Oriturus superciliosus</i> | Gorrión cachetioscuro serrano | - | LC |
| Emberizidae | <i>Spizella passerina</i> | Gorrión cejiblanco | - | LC |
| Emberizidae | <i>Pooecetes gramineus</i> | Gorrión coliblanco | - | Ni |
| Emberizidae | <i>Junco phaeonotus</i> | Junco ojilumbre | - | LC |
| Fringillidae | <i>Carpodacus mexicanus</i> | Gorrión mexicano | - | LC |
| Fringillidae | <i>Spinus psaltria</i> | Dominico dorsioscuro | - | Ni |
| MAMIFEROS | | | | |
| Vespertilionidae | <i>Corynorhinus mexicanus</i> | Murciélago orejas de mula | - | NT |
| Felidae | <i>Lynx rufus</i> | Gato montes | - | LC |
| Canidae | <i>Canis latrans</i> | Coyote | - | LC |
| Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | - | LC |
| Procyonidae | <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | - | LC |
| Muridae | <i>Peromyscus melanotis</i> | Ratón montañero | - | LC |
| Leporidae | <i>Sylvilagus sp.</i> | Conejo | - | Ni |

Ni = especie no incluida en el listado rojo de la IUCN

LC = especie con categoría de riesgo “Preocupación menor” en la Lista Roja de la IUCN. Una especie se considera bajo preocupación menor (abreviado oficialmente como LC desde el nombre original en inglés, Least Concern) cuando, tras ser evaluada por la IUCN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, es la de menor riesgo en la lista.

NT = especie con categoría de riesgo “Casi amenazado” en la Lista Roja de la IUCN Una especie está Casi Amenazado (abreviado oficialmente como NT desde el nombre original en inglés, Near Threatened) cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable ahora, pero está cerca de la clasificación para o pueda calificar para una categoría de amenaza en el futuro cercano.

Para cada grupo de organismos se obtuvo la abundancia proporcional, este parámetro nos indica la proporción que tiene cada especie del total de individuos que integran una muestra, por lo que es un atributo poblacional variable en el tiempo y espacio que nos indica el estado o tendencia de una población en un momento o periodo dado. (González-García, 2011), en este caso restringiéndolo a los datos obtenidos durante las visitas de campo realizadas al proyecto.

CAPÍTULO IV

Se obtiene dividiendo la cantidad total de los individuos de cada especie registrada entre la cantidad total de individuos de todas las especie registradas durante un muestreo delimitado.

$$abundancia\ proporcional = \frac{\text{total de individuos de una especie registrada}}{\text{Total de individuos de todas las especies registradas}}$$

Herpetofauna (Anfibios y reptiles)

Como resultado del trabajo realizado en campo se registraron siete especies y la mayoría de ellas se encuentra en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de esto de la mayoría de ellas se obtuvieron muy pocos registros, tan solo dos especies presentaron una cantidad mayor de diez registros y en contraparte, tres especies solamente se registraron una vez, esto se debe a varios aspectos de comportamiento de las diversas especies y también a la reducción de nichos ecológicos resultado de un intenso cambio de uso de suelo que se ha realizado en el área durante las últimas décadas.

De esta forma la mayoría de los registros obtenidos durante la visita de campo se concentran en dos especies capaces de sobrevivir en sitios modificados o creados por el hombre, tanto el *Sceloporus bicanthalis*, como el *S. grammicus*, pueden sobrevivir en los alrededores de los campos de cultivo ocupando los cercos vivos o muros de piedra como refugio, de igual manera tienen la capacidad de sobrevivir en construcciones humanas, abandonadas o en uso, utilizando cualquier grieta para protegerse.

En cambio especies venenosas y otras más a las cuales se les atribuye esta característica presentaron las menores cantidades de registros, si bien estas especies generalmente son solitarias y únicamente cuando se reproducen pueden encontrarse en parejas o pequeños grupos también se enfrentan una permanente presión por parte de los pobladores de la región que siempre los matan cuando llegan a encontrarlos.

Tabla IV.2.2.2.2.2. Abundancia proporcional de los reptiles registrados en campo

| ESPECIE | INDIVIDUOS | ABUNDANCIA PROPORCIONAL |
|-------------------------------|------------|-------------------------|
| <i>Barisia imbricata</i> | 2 | 0.03174603 |
| <i>Phrynosoma orbiculare</i> | 1 | 0.01587302 |
| <i>Sceloporus bicanthalis</i> | 35 | 0.55555556 |
| <i>Sceloporus grammicus</i> | 18 | 0.28571429 |
| <i>Sceloporus formosus</i> | 5 | 0.07936508 |
| <i>Crotalus ravus</i> | 1 | 0.01587302 |
| <i>Crotalus intermedius</i> | 1 | 0.01587302 |
| TOTALES | 63 | 1 |

CAPÍTULO IV

Otra situación que se debe mencionar es la ausencia de registros de anfibios, a pesar de visitar los sitios que generalmente usan para realizar sus actividades cotidianas (cuerpos de agua temporales, sitios con acumulación de hojarasca, árboles caídos), no se logró obtener evidencia de su presencia en las áreas de afectación e influencia del proyecto y esto en gran medida se debe a que en todos estos sitios siempre existe alguna prueba de la presencia del hombre, lamentablemente siempre se encontraron desechos inorgánicos y en algunos casos recipientes que contenían químicos pesticidas que afectan gravemente a las poblaciones de anfibios, debido a la alta sensibilidad que tienen estos organismos en su piel.

A pesar de esta situación se deberán implementar medidas que reduzcan en la medida de lo posible cualquier impacto que pueda generar la construcción del proyecto hacia las especies de este grupo, ya que la mayor parte de las especies registradas se encuentran en una situación de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ornitofauna (Aves)

Este es el grupo que presentó la mayor cantidad de registros durante las visitas de campo realizadas, esto se debe a la facilidad que tienen para cubrir mayores extensiones por medio del vuelo, lo que permite que tengan mayor resistencia para enfrentar la reducción de la cobertura vegetal que ha ocurrido en la región durante las últimas décadas, además se pudo observar que dentro del área de afectación del proyecto ninguna de las especies registradas realiza actividades reproductivas, para ello ocupan zonas con mayor cobertura vegetal y que se encuentran en zonas de difícil acceso, que los permitan protegerse de sus depredadores, tales como lo son barrancas y cañadas.

En las aves los resultados obtenidos permiten observar un recambio de especies que se presenta entre el invierno y verano, cuando muchas especies migratorias arriban a las zonas de bosques templados de nuestro país, y que una vez que las temperaturas se elevan estas retornan a sus áreas reproductivas en el norte del continente, independientemente de la temporada del año, se puede observar una situación que no se cambia y es el hecho de que las especies de mayor abundancia son las paseriformes (Gorriones, chipes, semilleros, etc) los cuales principalmente se pueden encontrar utilizando los cercos vivos y manchones de vegetación para realizar la mayor parte de sus actividades y visitando los campos agrícolas para forrajear

En cambio las aves de mayor tamaño, como lo son las falconiformes (Halcones, aguilillas, etc), se observaron en una menor cantidad en ambas estaciones, esta situación se puede entender cuando se considera el cambio de uso de suelo que han realizado los pobladores de la región, mismo que ha reducido drásticamente los sitios idóneos para que estas especies puedan realizar sus actividades cotidianas, solamente se observaron realizando sobrevuelos típicos del forrajeo.

Tabla IV.2.2.2.3. Abundancia proporcional de las aves registradas en campo

| ESPECIE | INDIVIDUOS INVIERNO | ABUNDANCIA INVIERNO | INDIVIDUOS VERANO | ABUNDANCIA VERANO |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Bubulcus ibis</i> | 2 | 0.0137931 | 0 | 0 |
| <i>Circus cyaneus</i> | 1 | 0.00689655 | 1 | 0.01136364 |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | 2 | 0.0137931 | 3 | 0.03409091 |
| <i>Falco sparverius</i> | 1 | 0.00689655 | 1 | 0.01136364 |
| <i>Cyrtonyx montezumae</i> | 0 | 0 | 2 | 0.02272727 |
| <i>Sialia mexicana</i> | 4 | 0.02758621 | 2 | 0.02272727 |
| <i>Myadestes occidentalis</i> | 1 | 0.00689655 | 2 | 0.02272727 |
| <i>Turdus migratorius</i> | 2 | 0.0137931 | 4 | 0.04545455 |
| <i>Archilochus alexandri</i> | 0 | 0 | 3 | 0.03409091 |

CAPÍTULO IV

| | | | | |
|----------------------------------|-----|------------|----|------------|
| <i>Sayornis phoebe</i> | 6 | 0.04137931 | 0 | 0 |
| <i>Sayornis saya</i> | 7 | 0.04827586 | 0 | 0 |
| <i>Aphelocoma ultramarina</i> | 5 | 0.03448276 | 2 | 0.02272727 |
| <i>Psaltriparus minimus</i> | 0 | 0 | 8 | 0.09090909 |
| <i>Sitta carolinensis</i> | 0 | 0 | 1 | 0.01136364 |
| <i>Regulus caléndula</i> | 2 | 0.0137931 | 0 | 0 |
| <i>Dendroica coronata</i> | 23 | 0.15862069 | 9 | 0.10227273 |
| <i>Dendroica townsendi</i> | 7 | 0.04827586 | 0 | 0 |
| <i>Myioborus miniatus</i> | 2 | 0.0137931 | 0 | 0 |
| <i>Ergaticus ruber</i> | 2 | 0.0137931 | 0 | 0 |
| <i>Peucedramus taeniatus</i> | 6 | 0.04137931 | 3 | 0.03409091 |
| <i>Piranga bidentata</i> | 1 | 0.00689655 | 0 | 0 |
| <i>Pheucticus melanocephalus</i> | 0 | 0 | 2 | 0.02272727 |
| <i>Pipilo erythrophthalmus</i> | 0 | 0 | 1 | 0.01136364 |
| <i>Pipilo fuscus</i> | 5 | 0.03448276 | 2 | 0.02272727 |
| <i>Oriturus superciliosus</i> | 18 | 0.12413793 | 17 | 0.19318182 |
| <i>Spizella passerina</i> | 14 | 0.09655172 | 0 | 0 |
| <i>Poocetes gramineus</i> | 10 | 0.06896552 | 0 | 0 |
| <i>Junco phaeonotus</i> | 17 | 0.11724138 | 12 | 0.13636364 |
| <i>Carpodacus mexicanus</i> | 2 | 0.0137931 | 13 | 0.14772727 |
| <i>Spinus psaltria</i> | 5 | 0.03448276 | 0 | 0 |
| TOTALES | 145 | | 88 | |

Si bien se registraron especies migratorias no se puede hablar a ciencia cierta de la existencia de una ruta o rutas exactas que una ave sigue durante la migración, de manera general se reconocen cuatro rutas migratorias principales en Norteamérica y que atraviesan el territorio nacional, la del Pacífico en donde las aves se desplazan siguiendo la vertiente de este océano y la Sierra Madre Occidental, la ruta central en la que las aves transitan principalmente por la vertiente del Golfo y la Sierra Madre Oriental, la ruta del Mississippi que pasa por la península de Yucatán y la ruta Atlántica, que pasa por las islas del Caribe mexicano (Berlanga y Rodríguez, 2010), además se debe considerar que el área ya no cuenta con las características que permitan que un grupo numeroso de aves migratorias puedan visitarlo, todo esto debido al intenso cambio de uso de suelo que han realizado los pobladores de la región, lo que ha reducido casi totalmente la capacidad de carga que necesitan este tipo de lugares para soportar el arribo de las diversas especies migratorias.

A pesar de todo lo anterior se deberán establecer estrategias que permitan reducir los impactos que pudiera generar el proyecto hacia las aves durante sus etapas de construcción y operación.

Mastofauna (Mamíferos)

En relación a los mamíferos de igual manera los intensos cambios en la vegetación en el área del proyecto han modificado las áreas de actividad de las diversas especies, este escenario donde se carece de continuidad en la cobertura vegetal, permite que especies de hábitos generalistas puedan sobrevivir sobre especies de hábitos especializados y donde los recursos que utilizan han desaparecido, a pesar de esta capacidad, las diversas especies de mamíferos enfrentan otro tipo de presiones por parte de los pobladores, particularmente las especies de carnívoros y roedores, son considerados perjudiciales, ya que eventualmente pueden llegar a matar algún pieza de ganado o afectar los cultivos.

CAPÍTULO IV

En este caso los datos obtenidos durante la visita de campo y su posterior análisis de gabinete, permiten observar que actualmente predominan especies generalistas en el área de influencia del proyecto, principalmente especies que se consideran entre las más exitosas a nivel nacional por la plasticidad ecológica que tienen y que incluso les permite sobrevivir en ecosistemas intensamente modificados, tal es el caso del cacomixtle (*B. astutus*), especie que presentó la mayor abundancia proporcional.

Tabla IV.2.2.2.4. Abundancia proporcional de los mamíferos registrados en campo.

| FAMILIA | ESPECIE | INDIVIDUOS | ABUNDANCIA PROPORCIONAL |
|-------------------------|---------------------------------|------------|-------------------------|
| Vespertilionidae | <i>Corynorhinus mexicanus</i> | 4 | 0.06896552 |
| Felidae | <i>Lynx rufus</i> | 3 | 0.05172414 |
| Canidae | <i>Canis latrans</i> | 6 | 0.10344828 |
| Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 11 | 0.18965517 |
| Procyonidae | <i>Bassariscus astutus</i> | 15 | 0.25862069 |
| Muridae | <i>Peromyscus melanotis</i> | 7 | 0.12068966 |
| Leporidae | <i>Sylvilagus sp.</i> | 12 | 0.20689655 |
| | TOTAL | 58 | |

Un aspecto importante, y por lo tanto del que se debe de hablar, es la ausencia de refugios para murciélagos dentro del área de influencia del proyecto, aunque no se desecha la posibilidad de que en algunas otras áreas del sistema ambiental puedan existir, el establecimiento de actividades agrícolas y el uso excesivo de pesticidas han reducido la principal fuente de alimento de las especies de murciélagos que pudieran encontrarse en el área, sin embargo, se deberán establecer medidas que reduzcan en la medida de lo posible cualquier impacto que pudiera presentarse para estas especies, principalmente durante la operación del proyecto; de igual manera, durante la construcción del mismo, se deberá capacitar a la planta laboral para que evite maltratar o cazar a las especies de mamíferos que pudieran llegar a encontrarse.

A manera de conclusión, si bien es un hecho que las áreas de afectación e influencia del proyecto se han modificado intensamente para establecer diversas actividades agropecuarias aún existen especies que tienen la capacidad para sobrevivir en estas condiciones, por lo tanto se deberán establecer estrategias particulares para cada grupo que permitan reducir en la medida de lo posible los impactos generados por la construcción y operación del proyecto.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico.

a) Demografía

El municipio de Atzitzintla tiene una superficie de 94.40 km² donde en el año 2010 alojaba a una población total de 8,408 habitantes, lo que da una densidad poblacional de 89 hab/ km²; la cual es mayor al promedio nacional pero menor a la del estado de Puebla. En cuando a su superficie el municipio ocupa el lugar número 126 entre los municipio de Puebla.

A continuación se muestra el crecimiento poblacional del municipio en los últimos años.

CAPÍTULO IV

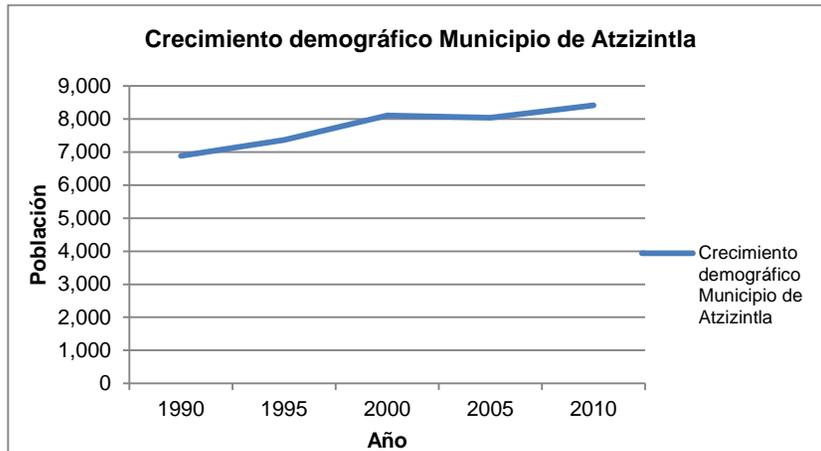


Figura IV.2.2.3.1. Crecimiento demográfico del municipio

Del total de la población censada en el año 2010, el 49% fueron hombres y el 51% fueron mujeres. Así mismo de la población total se tiene que el 1.2 % habla alguna lengua indígena, dentro del municipio se reportan náhuatl y chinanteco.

b) Vivienda y servicios

También de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, esa año se contabilizaron 1831 viviendas particulares habitadas, de las que solo dos son departamentos en edificio y una clasificada como vivienda o cuarto de azotea. El 39% de ellas cuenta con dos cuartos, y el 30% con tres cuartos, el 13% cuenta con cuatro cuartos.

La mayor parte de estas viviendas (73%) tiene piso de cemento o firme, el 57% tiene techo de lámina, palma, o madera y el 41% cuenta con techo de losa. El 34% cuenta con paredes de madera o adobe y el 63% de tabique, ladrillo o block.

Por parte de los servicios urbanos en las viviendas para ese mismo año, se tiene que el 48% cuenta con drenaje sanitario, el 97% dispone de agua entubada y el 97% cuenta con energía eléctrica. En resumen el 47% de las viviendas cuenta con los tres servicios, lo anterior se muestra en la siguiente gráfica.

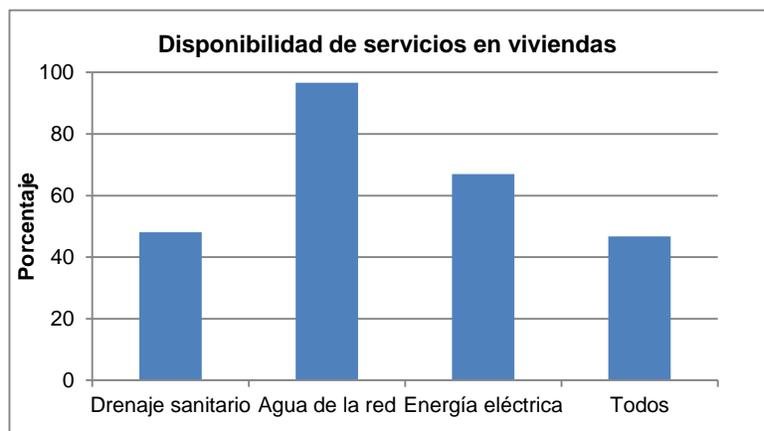


Figura IV.2.2.3.2. Disponibilidad de servicios en viviendas

CAPÍTULO IV

c) Condición de actividad económica

Durante el año 2010 se censó en el municipio una Población económicamente activa de 2,587 personas, de las cuales el 92% se encontraba Ocupada; por otro lado la Población económicamente no activa fue de 3,320 personas. De la PEA-Ocupada, el 83% trabaja en el sector primario, el 2.9% en el secundario y el 8% en el sector terciario.



Figura IV.2.2.3.3. Distribución de la PEA-O por sector

El municipio tiene zonas en donde se presentan bosques de pinos, pastizales, matorrales desérticos rosetófilos; al norte bosque de oyameles, en las estribaciones del volcán Citlaltépetl, sin embargo esta vegetación ha sido desplazada para crear áreas de agricultura de temporal. Entre los cultivos que se pueden encontrar son: maíz, frijol, trigo, arvejón, cebada y papa. Por otro lado se cría ganado bovino, ovino, porcino, caprino, de carne y de leche, y equino.

En cuanto al comercio, cuenta con micro y pequeñas empresas como tiendas de abarrotes, farmacias, papelerías, talleres mecánicos, etc. Es común que los habitantes de este municipio acudan a Ciudad Serdán y Esperanza para abastecerse a través de los tianguis y en los mercados municipales de estas localidades.

d) Infraestructura para educación básica

El municipio cuenta con 35 instituciones de educación pública desde preescolar hasta bachillerato: 14 preescolares, 12 primarias, 7 secundarias y 2 bachilleratos. En ellas se tuvo una matrícula de 2,492 alumnos en el ciclo escolar 2010.

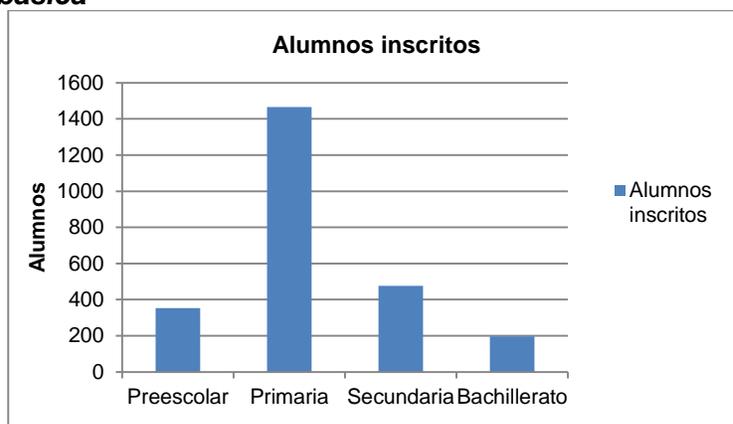


Figura IV.2.2.3.4. Matricula de alumnos inscritos en educación básica

e) Índices de desarrollo humano

De acuerdo a las oficinas del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD-México) en el año 2005 se determinó que el municipio de Atzitzintla tiene un Índice de desarrollo humano de 0.68, con un Grado de desarrollo humano Medio, colocándolo en el lugar número 2,102 a nivel nacional.

CAPÍTULO IV

Este índice se basa en un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno. El parámetro de salud se mide según la esperanza de vida al nacer, la educación por medio de la tasa de alfabetización de adultos y la riqueza (o nivel de vida digno) por medio de PIB per cápita en dólares.

Tabla IV.2.2.3.1. Indicadores de desarrollo

| Indicador | Valor |
|--|--------|
| Tasa de mortalidad infantil | 32.82 |
| Tasa de alfabetismo ⁽¹⁾ | 74.48 |
| Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años de edad | 56.99 |
| Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC) | 3,911 |
| Índice de salud ⁽²⁾ | 0.7436 |
| Índice de educación ⁽³⁾ | 0.6865 |
| Índice de ingreso ⁽⁴⁾ | 0.612 |

IV.2.2.4. Paisaje

En la actualidad existe un gran interés por los diagnósticos ambientales, que evalúan la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas bajo la consideración de los aspectos naturales y culturales que en él convergen (Arler 2000; O’Neill y Walsh, 2000). El enfoque paisajístico hace posible sintetizar e integrar los aspectos estructurales y funcionales del territorio en un momento determinado (Bertrand, 1968; Huggett 1995; Farina, 1998; García-Romero, 2002; Muñoz 2002), y su valoración constituye una herramienta útil y rápida para un buen diagnóstico ambiental con fines de conservación en escalas geográficas amplias.

Dada la complejidad de los sistemas ambientales, el valor del paisaje puede ser obtenido a través del uso de indicadores ambientales (Arler,2000; O’Neill y Walsh, 2000). Numerosos autores registran que la fragmentación, la deforestación, la apertura de vías de comunicación, los aspectos fisonómicos de la vegetación, el ángulo y la longitud de la pendiente y la erosión de suelos pueden ser indicadores de la degradación ambiental y, por lo tanto, el valor del paisaje a escalas geográficas amplias. Por ejemplo e independientemente del sistema de manejo de los recursos, la morfología de las laderas es un indicador de la sensibilidad del ambiente a escala del paisaje, sobre todo con sus implicaciones en la estabilidad de laderas, la erosión y la pérdida de fertilidad de suelos (Lugo, 1998; Gerrard, 1993). Así la fragmentación es considerada como una de las consecuencias negativas de la expansión y dinámica de uso del suelo que mayores impactos tiene sobre la degradación ambiental (Farina, 1998) y la calidad escénica del paisaje. Lo anterior se debe a que dicho proceso se relaciona con la subdivisión del paisaje, la reducción del hábitat, la pérdida de la biodiversidad y el freno de la resiliencia de los ecosistemas (Bastian y Röder, 1998). Por otro lado la vegetación es considerada como un indicador de la calidad visual del paisaje (García-Romero, 2002; Onaindia et al. 2004) debido a su amplia distribución y a su capacidad de respuesta frente a sus variaciones ambientales, que se manifiestan en cambios en la composición de especies y en la estructura fisonómica (Van Gils y Van Wijngaarden, 1984, Drdos, 1992).

CAPÍTULO IV

La valoración de la integración paisajística analiza y valora la capacidad o fragilidad de un paisaje para así acomodar los cambios producidos por las actuaciones sin perder su valor o carácter paisajístico, los valores a considerar en el momento de valorar el paisaje corresponden a la cuenca visual y a la intervisibilidad.

La intervisibilidad califica a un área en función del grado de visibilidad reciproca de todas las unidades entre sí, valorando con ello la existencia de panorámicas amplias en el horizonte visual de cada punto del territorio de evaluación.

El concepto de Paisaje tiene sin duda una gran cantidad de acepciones, esto se debe a que se trata de una cuestión de percepción individual entre las personas, no obstante, para el presente proyecto se entenderá por **Paisaje** a: toda extensión de cualquier dimensión en cuyos límites, los diferentes componentes naturales de la estructura geológica, litología, relieve, clima, agua, suelo, fauna y flora, tanto en estado natural como modificado por el hombre se encuentran en estrecha interacción formando un sistema (Mateo, 2007).

Metodología

Con fines de estimar la calidad visual del paisaje, se llevó a cabo una metodología sustentada en la ponderación en campo de ocho elementos propios del Paisaje (Geomorfología, Vegetación, Fauna, Agua, Color, Fondo escénico, Singularidad o rareza, y Actuaciones humanas). Este procedimiento se aplicó en 30 sitios de muestreo que corresponden en cierta medida a la ubicación puntual de los sitios de muestreo de flora cercanos a los 24 generadores o turbinas. El desarrollo metodológico y algunas recomendaciones sobre el mismo se indican de forma general a continuación.

1. Como primer paso y previo a la salida de campo, se generó una matriz que funge como guía para la valoración de la vista paisajística. Dicha matriz presenta una escala de calidad de cinco niveles, donde cada nivel muestra una breve descripción de las posibles condiciones en que se encuentra cada factor del paisaje, y a su vez, muestra un valor numérico para usarse en las evaluaciones en campo.

| FACTORES | CALIDAD DE PAISAJE | | | | |
|---------------|--|--|---|---|--|
| | MUY ALTA | ALTA | MEDIA | BAJA | MUY BAJA |
| GEOMORFOLOGÍA | Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular. | Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. | Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular. | Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente. | Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| VEGETACIÓN | Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica. | Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada. | Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada. | Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterada. | Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |

CAPÍTULO IV

| | | | | | |
|-----------------------|--|---|--|---|--|
| FAUNA | Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies. | Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje | Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente. | Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies. | Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| AGUA | Elemento que realiza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico. | Elemento que realiza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico. | Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia. | Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje. | Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| COLOR | Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje. | Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante. | Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje. | Colores medianamente contrastantes aunque con poca variedad. | Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| FONDO ESCÉNICO | El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual. | El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| SINGULARIDAD O RAREZA | Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje. | Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos. | Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tomarse ligeramente heterogéneo. | Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo. | No presenta rareza o singularidad a nivel regional |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |
| ACTUACIONES HUMANAS | Libre de intervención o modificación humana | La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista | La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual. | Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje | La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual. |
| | Valor= 5 | Valor=4 | Valor=3 | Valor=2 | Valor=1 |

Fuente: Elaboración propia

- Se seleccionaron 30 sitios de evaluación, de los cuales se centraron dentro del polígono del proyecto y del Área de Influencia para tener una mejor caracterización del paisaje (cuencas visuales) y que en algunos casos corresponde a las lomas más altas cerca de donde serán colocados los generadores y a sitios de muestreo que efectuó el equipo de flora. La ubicación de los puntos de muestreo se indican en el siguiente mapa.

CAPÍTULO IV

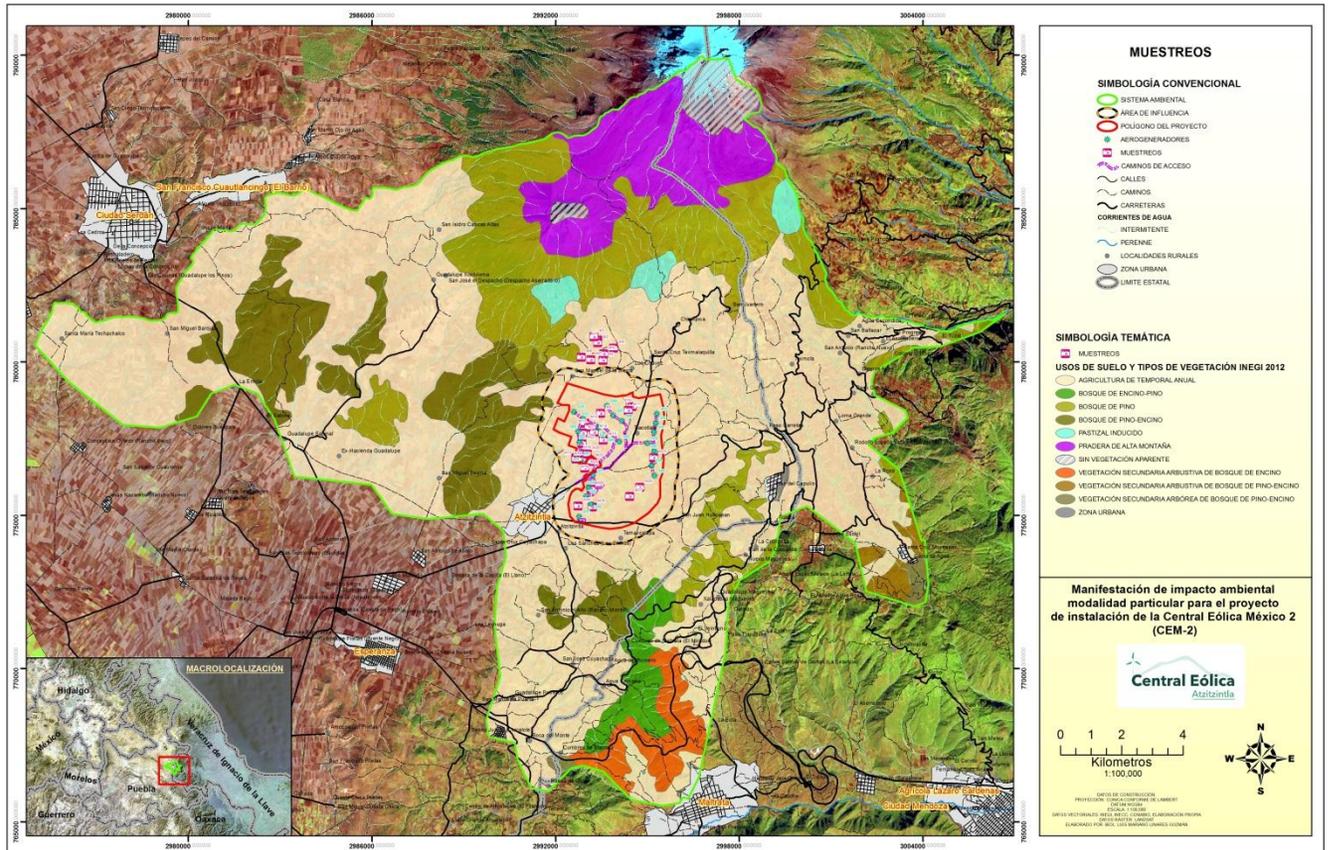


Figura IV.2.2.4.1. Sitios de muestreo o de Evaluación de Diagnóstico y Paisaje.

3. Es recomendable que la ponderación la lleve a cabo un grupo multidisciplinario, pero con amplios conocimientos sobre los factores a evaluar (en términos paisajísticos), para así obtener resultados con diferentes enfoques y criterios.
4. Para la evaluación de los sitios, se consideró un radio promedio entre 50 y 100 m según las características topográficas y de la vegetación presentes en el área. La finalidad obviamente es tener una buena visibilidad del entorno inmediato.
5. Finalmente es fundamental que los ponderadores mantengan un alto nivel de objetividad a la hora de asignar los valores a los factores seleccionados.
6. El levantamiento de información paisajística se basó en la identificación de las formas de relieve en la zona de estudio, desde los principios de fotointerpretación utilizando criterios morfológicos y de altimetría. La identificación de formas de relieve fue la base que sirvió para estratificar en diferentes clases o conjuntos de formas de relieve o topofomas, que después se consideraron como unidades morfológicas para su evaluación, considerando en su totalidad para cada unidad sus 8 los factores de la calidad paisajística. Esta etapa se llevó a cabo en varias dos fases.

CAPÍTULO IV

Trabajos en gabinete y fotointerpretación

Primero se llevó a cabo una revisión bibliográfica relacionada a geomorfología, climatología, hidrología, edafología, vegetación y uso del suelo. Después con ayuda del programa Arc View (versión 3.2) se delimito el polígono del Sistema Ambiental, simultáneamente se llevó a cabo una fotointerpretación con el fin de identificar los diferentes conjuntos de tipo de vegetación. Además se trabajó con el mismo Arc View para obtener una capa de topografías y altimetría para determinar el conjunto de unidades morfológicas buscando una relación con la fauna, vegetación y uso de suelo para así finalmente dividir la evaluación en unidades morfológicas y su posterior evaluación en base a los 8 factores que integran la matriz de calidad paisajística en base a los 25 sitios de evaluación o cuencas visuales.

7. Es importante mencionar que muchas de las valoraciones del paisaje dependan de la subjetividad del evaluador (es) y de las condiciones del clima, o tiempo atmosférico así como la estación del año para la valoración, así tenemos que para la evaluación de paisaje de este proyecto se efectuó en época invernal, con buen tiempo atmosférico sin presencia de niebla, viento y lluvia. Ya que en otra época del año la valoración en algunos elementos paisajísticos puede cambiar.

Finalmente es fundamental que los ponderadores mantengan un alto nivel de objetividad y de experiencia a la hora de asignar valores a los factores seleccionados.

Tabla IV.2.2.4.1. Escala de calidad paisajística

| Clasificación | Valor |
|---------------|-------------|
| Muy alta | 33.6 - 40 |
| Alta | 27.2 - 33.5 |
| Media | 20.8 - 27.1 |
| Baja | 14.4 - 20.7 |
| Muy baja | 8 - 14.3 |

Resultados

Según la metodología aplicada, el área de estudio se muestra como un paisaje heterogéneo en términos de su calidad visual. Así por ejemplo, se observaron sitios desde una calidad media-baja a muy baja. En promedio, la calidad del paisaje para el área de estudio se localiza en la escala de calidad baja con un puntaje de 18. Que corresponde a una calidad baja.

De los sitios evaluados, el 18, 21, 24 y 25 presentaron los valores más bajos con 14 y 15 puntos respectivamente, esto los ubica en la parte intermedia de la escala de calidad baja, indicando que hay elementos de su componente paisajístico que se encuentran deteriorados o simplemente no son de relevancia en términos visuales. En contraste, los sitios 1, 2, 3 y 30 obtuvieron el mayor valor con un total de 24, 22 y 21 puntos correspondientes a una calidad visual del paisaje media, lo que sugiere que se trata de un sitio donde los elementos naturales vistos desde el sitio de evaluación, muestran una calidad muy importante. El resto de los puntos de evaluación presentaron una calidad visual baja con 16, 17, 18 y 19 puntos respectivamente.

CAPÍTULO IV

Tabla IV.2.2.4.1. Evaluación de Ponderación de Elementos del Paisaje.

| Factores | Sitio 1 | Sitio 2 | Sitio 3 | Sitio 4 | Sitio 5 | Sitio 6 | Sitio 7 | Sitio 8 | Sitio 9 | Sitio 10 | Sitio 11 | Sitio 12 | Sitio 13 | Sitio 14 | Sitio 15 | Sitio 16 | Sitio 17 | Sitio 18 | Sitio 19 | Sitio 20 | Sitio 21 | Sitio 22 | Sitio 23 | Sitio 24 | Sitio 25 | Sitio 26 | Sitio 27 | Sitio 28 | Sitio 29 | Sitio 30 | Calidad paisajística | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|------|
| Geoformas | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2.66 |
| Vegetación | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1.36 |
| Fauna | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.86 |
| Agua | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Color | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2.93 |
| Fondo escénico | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3.4 | |
| Singularidad | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3.2 | |
| Actuaciones Huamanas | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1.56 | |
| Calidad Paisajística | 24 | 24 | 22 | 20 | 20 | 18 | 17 | 20 | 19 | 17 | 18 | 18 | 19 | 18 | 18 | 17 | 16 | 14 | 17 | 17 | 15 | 16 | 16 | 14 | 15 | 17 | 17 | 18 | 18 | 21 | 18 | |

Ahora bien, es imprescindible conocer cuáles son los factores que contribuyen de manera positiva al resto de los demás. En la gráfica siguiente se muestra que el factor agua es el que presenta la menor puntuación con 1 punto de valoración en una escala de 5 puntos. Esto se debe a que en el área de estudio no se encuentra tan presente este elemento, solo se puede observar un pequeño arroyo intermitente que no realza la calidad visual del paisaje, el caudal de este arroyo se encuentra dentro del Área de Influencia del Proyecto. El valor con mayor en la calidad del paisaje corresponde al Fondo escénico con 3.4 puntos de promedio, esto se debe al fondo que se presenta en muchas de las cuencas visuales, siendo el volcán Pico de Orizaba con la Sierra Negra y en el cual se aprecia con un excelente detalle el Telescopio milimétrico un fondo de escenario único, interesante y poco común. Le sigue con un valor de 3.2 la singularidad pues como se menciona anteriormente la magnificencia presente del volcán y el telescopio milimétrico y la nieve de las montañas le dan un toque original al escenario en varios de los sitios de evaluación.

Los factores restantes mostraron valores cercanos entre sí como es el caso del elemento color con un puntaje de 2.9, quizás es uno de los elementos de la calidad del paisaje más notorio con esa amplia gama de cromas, del verde de los cultivos y de la escasa vegetación, lo blanco de la nieve del volcán, los cafés y ocres del suelo, hasta los amarillos y rosas de las flores de los diferentes cultivos de la zona.

Sin duda alguna uno de los elementos con valores de evaluación de calidad de paisaje media corresponde a la Fauna en términos de diversidad y abundancia. Se detectó una actividad significativa en el grupo de las aves y en menor medida la herpetofauna y mastofauna, aunque estos últimos representan mayor reto para la obtención de registros y avistamientos.

CAPÍTULO IV

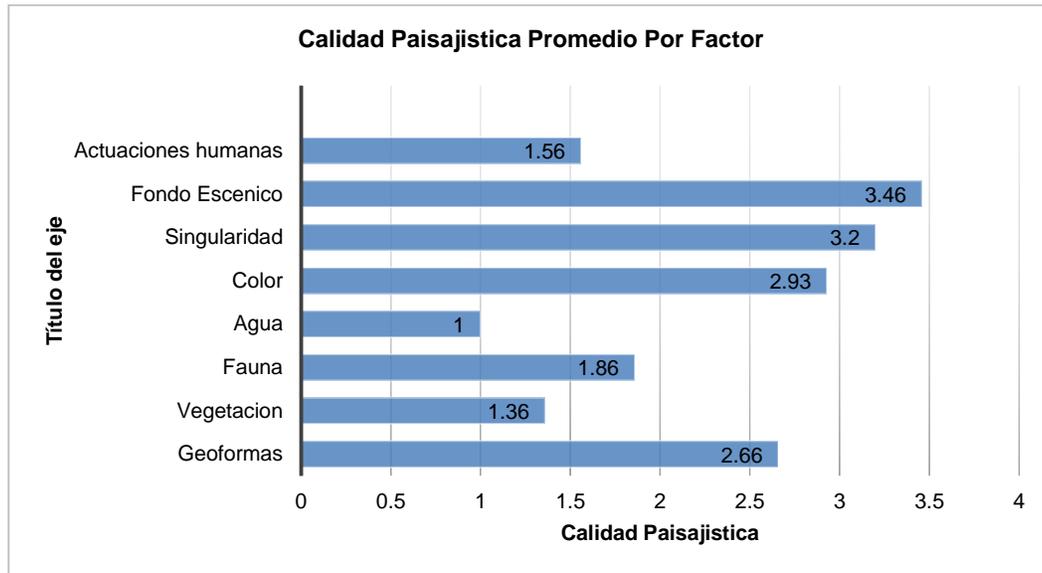


Figura IV.2.2.4.2. Valores obtenidos por factor. Fuente: Elaboración propia

- Análisis de Resultados por Factor

Geoformas

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) encontramos 6 unidades morfológicas o unidades de paisaje. Primeramente en la parte alta se encuentra la **Sierra Volcánica con estratos de volcanes aislados**, esta unidad morfológica o de paisaje se delimita al norte del Sistema Ambiental y está comprendida entre los 3,310 msnm hasta los 5027 msnm. Es una unidad montañosa que forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, localmente se le conoce como el Volcán Pico de Orizaba y la Sierra Negra. Se caracteriza por presentar un relieve o sistema de topoformas de sierra volcánica con estrato volcánico con una amplitud de pendientes muy variadas que van de muy fuertemente inclinadas (30-45°), pendiente fuertemente inclinadas (20-30°), pendientes medianamente inclinadas (15-20°), pendientes ligeras a medianamente inclinadas (10-15°) hasta finalmente pendientes ligeramente inclinadas (5-10°) que corresponden a la subprovincia fisiográfica de lagos y volcanes del Anáhuac.

CAPÍTULO IV

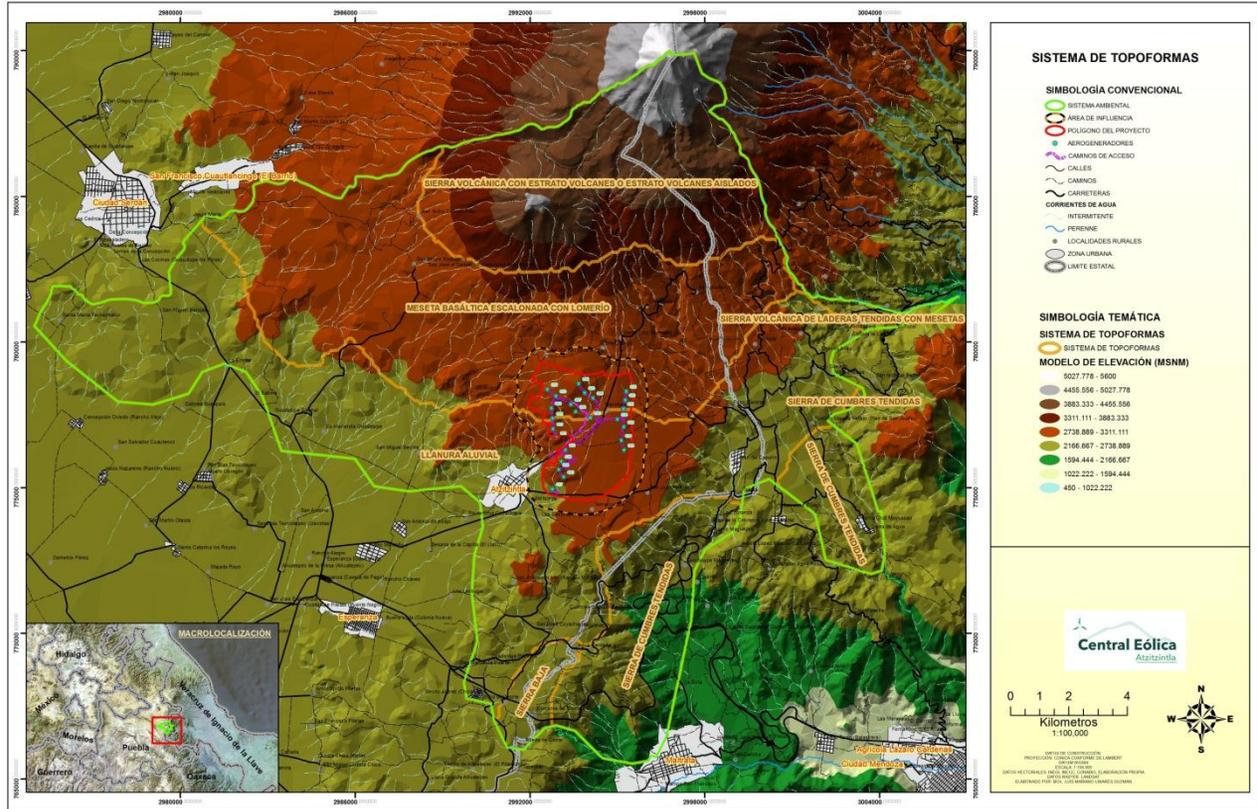


Figura IV.2.2.4.3. Identificación de Unidades de Paisaje con Altimetría

Casi en la parte media del sistema ambiental tenemos a la unidad de **Meseta Basáltica escalonada con lomeríos**, esta unidad se extiende desde la parte media hasta la parte noreste y noroeste del sistema ambiental y en su mayoría el área del proyecto se encuentra inmersa en esta unidad de paisaje. La unidad de paisaje también pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y a la subprovincia fisiográfica de lagos y volcanes del Anáhuac. Se tienen pendientes de ligeras a medianamente inclinadas (10-15°), pendientes ligeramente inclinadas (5-10°) y pendientes suavemente inclinadas (3-5°). Presenta rangos altitudinales de 2,738-3,310 msnm.

La otra Unidad de paisaje presente en el sistema es la **Llanura aluvial**, que presenta altitudes de 2,166-3,311 msnm y con pendientes medianamente inclinadas (15-20°), ligeramente inclinadas (5-10°) a pendientes planas menor a 1°. Esta unidad de paisaje ocupa una pequeña parte sur del área del proyecto.



Figura IV.2.2.4.4. Apreciación de los horizontes amplios y claros donde se aprecian detalles de flora, vegetación y geofoms.

CAPÍTULO IV

Sierra Volcánica de Laderas Tendidas con Mesetas. Se localiza en la parte noreste del Sistema Ambiental. Presenta pendientes medianamente inclinadas (15-20°), pendientes ligeras a medianamente inclinadas (10-15°) y pendientes ligeramente inclinadas (5-10°) y de igual forma pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico. Presenta un rango altitudinal de 1,594-2,738 msnm.

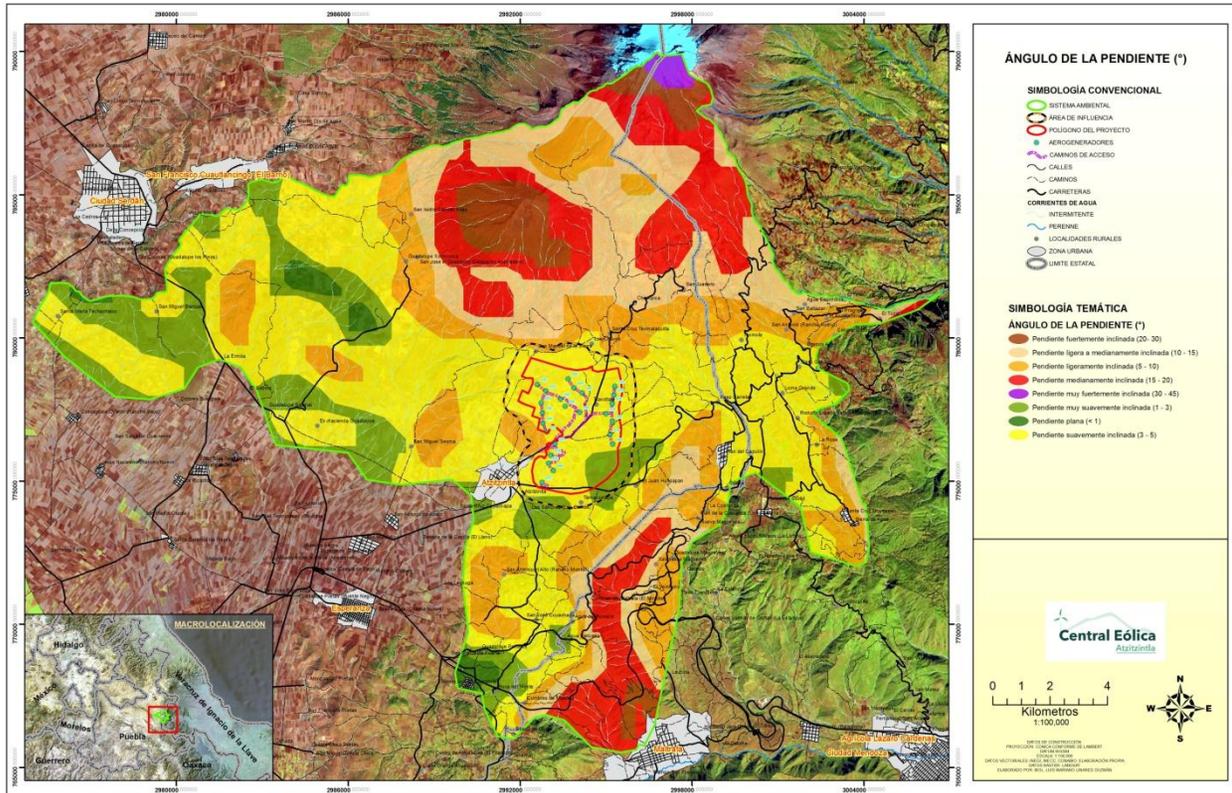


Figura IV.2.2.4.5. Ángulos de la pendiente en el SAR Y AI

La unidad de **Sierra de Cumbres Tendidas** pertenece a la provincia fisiográfica de Sierra Madre del Sur y a la subprovincia de sierras orientales se localiza en la parte baja sur y sureste del sistema ambiental, tiene altitudes que van de los 1,594-2,738 msnm con pendientes suavemente inclinadas, pendientes planas, medianamente inclinadas, fuertemente inclinadas y pendientes de ligera a medianamente inclinadas.

Finalmente la **Unidad de Sierra Baja**. Pertenece a una porción de una pequeña cadena de montañas que delimita el sistema ambiental en su parte baja o hacia el sur, presenta pendientes de ligeras a medianas, pendientes suavemente inclinadas, pendientes planas, pendientes ligeramente inclinadas, presenta un rango altitudinal de 2,166-2,738 msnm.

Debido a las geformas presentes en el área de estudio el paisaje se presenta con horizontes amplios y generosos en su apreciación visual. Esto se debe a grandes extensiones con diferentes gradientes de altitud en montañas y lomeríos y partes bajas que no dificultan la apreciación visual de algunos detalles paisajísticos.

CAPÍTULO IV

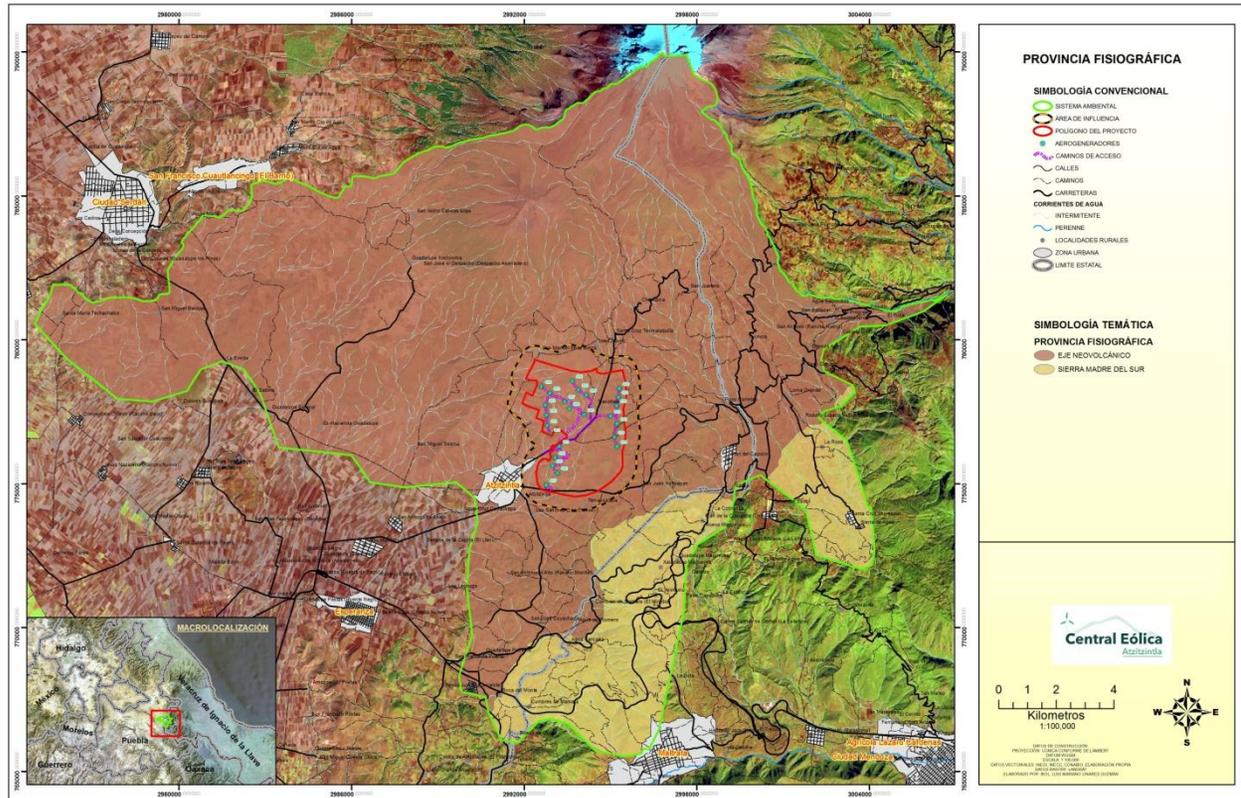


Figura IV.2.2.4.6. Provincias fisiográficas en la evaluación de la calidad paisajística.

Vegetación

De acuerdo con lo observado y registrado en el área de estudio, el espacio que originalmente ocupaba la vegetación es utilizada para la agricultura; así podemos decir en forma general que la vegetación más apreciada en el Área de Afectación Directa del Proyecto corresponde a Agricultura de temporal y en el Área de Influencia podemos decir que son manchones muy fragmentados e impactados de Ecosistemas Forestales del tipo de Bosques de Pino- encino con vegetación primaria y secundaria, bosque de pino con vegetación primaria y secundaria , Bosque de Encino-pino con vegetación secundaria primaria y secundaria, vegetación de Pino con vegetación primaria y agricultura, Bosque de Pino con vegetación primaria con pastizal natural, Bosque de encino y *Juniperus* con Izotal de montaña de *Nolina*, con vegetación primaria y secundaria, Izotal de montaña de *Nolina*, con vegetación primaria y secundaria, Bosque de encino con vegetación primaria y también se observa vegetación secundaria arbustiva que brindan una funcionalidad como cercos vivos de rompevientos en las inmediaciones de las zonas agrícolas con los parches de vegetación de bosque. Esta fragmentación de la vegetación en el momento de la valoración permitió que se obtuviera una valoración baja.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.4.7. Tipos de vegetación en el Área del proyecto principalmente bosque de pino, bosque de pino encino, bosque de encino, pastizal, entre otros. Nótese los parches de la vegetación en medio de la agricultura.

Dentro del Sistema Ambiental tenemos También ecosistemas de Bosque de Pino dominado por *Pinus hartwegii*, Bosque de Oyamel y Pastizales de Altura o alpinos, brindan una sensación de frescura y tranquilidad al paisaje, las formas cónicas de las copas de los Pinos se aprecian a detalle a gran distancia.



Figura IV.2.2.4.8. Presencia del bosque de oyamel y los pastizales naturales de altura.

Fauna

La Fauna estuvo muy poco representada en términos de diversidad y abundancia. Se detectó una gran actividad principalmente en el grupo de las aves y en menor medida la herpetofauna y los mamíferos, aunque estos últimos grupos representan un mayor reto para la obtención de registros ya que los ecosistemas se encuentran muy fragmentados por la agricultura en el Área de Afectación Directa, además que la agricultura aporta más alimento para algunas especies como las aves y roedores, mientras que reduce la disponibilidad de vegetación natural para otras (mamíferos), además que el uso de plaguicidas reduce el elenco de insectos y puede afectar a las aves y algunos mamíferos subterráneos.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.4.9. Algunos ejemplares de fauna avistados en la zona de estudio. Primera imagen de la derecha *Buteo jamaicensis*, centro; *Crotalus ravus* y *Phrynosoma orbiculare*.

Agua

El recurso agua en la zona es escaso, por lo que es poco frecuente encontrar cuerpos de agua superficiales intermitentes que le den mayor valor escénico al paisaje, solo se aprecia un arroyo permanente en las afueras del Área del Proyecto, este se encuentra cubierto en sus orillas por vegetación de bosque de galería con especies de Oyamel y Pino. La valoración de este factor fue baja de 1.



Figura IV.2.2.4.10. El componente agua es muy escaso en las escenas paisajísticas evaluadas. Este es un arroyo intermitente que está dentro del Área de Influencia del Proyecto.

Color

La escasa vegetación arbórea de especies del género *Pinus*, *Abies* *Quercus* principalmente le brindan un poco de verdor a la zona, en general el elemento color en esta evaluación se caracteriza por ser algo policromático con una gama de colores, peculiar e interesante es su amplitud escénica dominando el azul del cielo y el color ocre y aspero de la Sierra Negra y del Volcán sin poder faltar la blancura de la nieve del coloso. En el momento de la evaluación no se tuvieron inclemencias climáticas y aunado a los bajo de algunos estratos de vegetación se pudo observar los diferentes tipos de cromas en el paisaje. Este factor tuvo una valoración media en la calidad paisajística.

CAPÍTULO IV



Figura IV.2.2.4.11. Las cuatro imágenes muestran a detalle la policromía y la amplitud escénica de algunas cuencas, nótese la dominancia de atención visual que tiene el Volcán Pico de Orizaba y los colores de la vegetación.

Fondo escénico

El Fondo escénico también tomó un lugar muy importante en los resultados obtenidos, y esto se debe a que la región se caracteriza por presentar un sistema de geoformas variado y aunado a parches de vegetación forestal relictual que incrementa su valor visual y que en cierta forma no obstaculiza la visibilidad del escenario.

El fondo escénico se aprecia con facilidad debido a la visibilidad que hubo en el momento de la evaluación pues se puede apreciar el horizonte a detalle desde un punto conjunto o de puntos (cuenca visual). Así podemos decir que las 30 cuencas visuales de los sitios de evaluación son de gran amplitud de 7-10 km y con una excelente visibilidad. Además se detecta para los 30 puntos de evaluación o cuencas visuales de evaluación una intervisibilidad excelente ya que se logra tener semejanza en la calidad de las panorámicas como en los diferentes horizontes de cada punto en el que se ubica el observador. La valoración final promedio de este factor fue de 3.46.

Singularidad

La singularidad paisajística en este proyecto lo brinda sin duda alguna la grandeza del fondo escénico proporcionado por Volcán Pico de Orizaba con su cubierta nevada y el Cerro de la Sierra Negra donde se encuentra localizado el Gran Telescopio Milimétrico que armoniza de una manera singular con la Orografía del entorno. Este elemento tuvo una valoración promedio de 3.2.

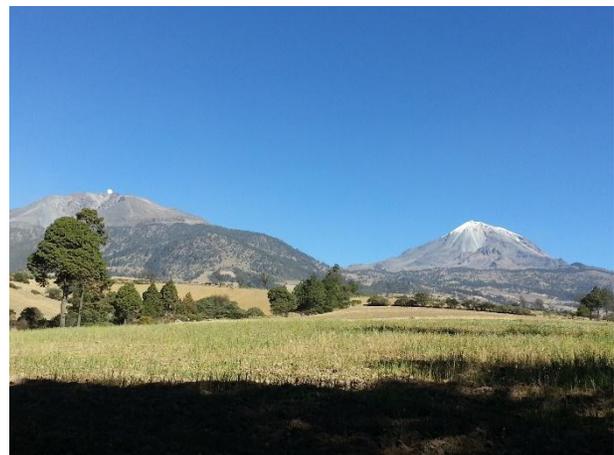


Figura IV.2.2.4.12. Esplendida imagen que muestra la singularidad del paisaje y además el fondo escénico.

Actuaciones Humanas

Existen actuaciones humanas sobresalientes o más bien significativas que han alterado o modificado la originalidad y calidad paisajística de la zona, se pueden identificar de manera clara las áreas agrícolas, las construcciones habitacionales en los núcleos poblacionales de San Manuel, Atzitzintla y Texmalaquilla, así como una hacienda abandonada.

CAPÍTULO IV

Algunas actuaciones lineales en el Área del proyecto son algunos caminos, brechas y caminos pavimentados.



Figura IV.2.2.4.13. Ejemplo de actuaciones humanas; asentamientos poblacionales, agricultura y caminos

Conclusión

Se estimó que el área de estudio muestra cierta heterogeneidad en el paisaje en términos de calidad paisajística. Los componentes de origen antrópico sin duda dominan el Sistema Ambiental formando un mosaico paisajístico en donde los parches de vegetación forestal se observan dispersos y altamente fragmentados debido a la agricultura de temporal, únicamente las barreras vivas en su mayoría por especies arbustivas como *Senecio* y *Baccharis*; son las que dividen los pequeños espacios de vegetación relictual con la agricultura por otro lado las variantes de toporformas (geoformas), el fondo escénico y singularidad del paisaje son los elementos que agregan valor visual al entorno inmediato. De tal forma que la construcción de los generadores de energía no perjudicaría de manera significativa la calidad paisajística más bien le brindaría un valor más a la singularidad y fondo escénico del paisaje. De tal manera que se considera que en términos de evaluación de paisaje el proyecto resulta viable.



Figura IV.2.2.4.14. La serie de tres imágenes muestran panorámicas de algunas áreas del polígono donde se observan los parches de vegetación de bosque con la agricultura y las barreras o cercos vivos de arbustos.

CAPÍTULO IV

IV.3 Diagnóstico ambiental

Ponderación de factores ambientales en campo

a) Metodología

Los métodos que utilizan la ponderación de variados factores habitualmente arrojan resultados satisfactorios, cuando se utilizan de la forma correcta, es decir, bajo ciertas consideraciones que reducen la sobre o sub-valoración de algún factor en específico. Para el presente apartado, que considera la valoración ambiental en una escala local; se han considerado ocho factores representativos del ambiente inmediato durante dos salidas programadas a campo en un total de 30 sitios de muestreo. Estos sitios de muestreo se seleccionaron mediante una fotointerpretación satelital (Imagen de Google Earth) de las coberturas de vegetación, dichos sitios de muestreo fueron asignados con numeración progresiva del 1-30 en diferentes zonificaciones de muestreo (5) para el caso del área de Influencia Directa del Proyecto.

Este método se basa en juicios de valor, se tomaron en cuenta algunas consideraciones para reducir el sesgo en los resultados obtenidos, planteando un seguimiento metodológico muy simple, pero efectivo, el cual se indica a continuación:

1. Elaboración de la matriz guía, que incluye 8 factores ambientales de interés. A cada factor se le asignó un nivel de calidad ambiental tanto cualitativo como cuantitativo.

| Factor ambiental/social/antrópico | Nivel de Calidad | Valoración |
|-------------------------------------|---|------------|
| Geoformas | Original | 5 |
| | Escasamente modificadas | 4 |
| | Moderadamente modificadas | 3 |
| | Altamente modificadas | 2 |
| | Totalmente modificadas | 1 |
| Suelo | Sin erosión | 5 |
| | Escasa erosión | 4 |
| | Moderadamente erosionado | 3 |
| | Altamente erosionado | 2 |
| | Extremadamente erosionado | 1 |
| Cubierta vegetal | Mayor al 100% | 5 |
| | 75-100% | 4 |
| | 50-75% | 3 |
| | 25-50% | 2 |
| | Menor al 25% | 1 |
| Naturalidad de la Vegetación | Sin Vegetación secundaria o sucesional | 5 |
| | Domina la vegetación natural primaria que la secundaria | 4 |
| | Igual vegetación natural primaria que la secundaria | 3 |
| | Domina la vegetación secundaria sobre la primaria | 2 |
| | Solo vegetación secundaria | 1 |
| Presencia de ganadería | Nula | 5 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|--|--------------------|---|
| | Escasa | 4 |
| | Moderada | 3 |
| | Alta | 2 |
| | Muy alta | 1 |
| Presencia de Cultivos | Nula | 5 |
| | Escasa | 4 |
| | Moderada | 3 |
| | Alta | 2 |
| | Muy Alta | 1 |
| Hábitat para la Fauna | Potencial muy alto | 5 |
| | Potencial alto | 4 |
| | Potencial medio | 3 |
| | Potencial bajo | 2 |
| | Potencial muy bajo | 1 |
| Evidencia de acción antrópica (casas, caminos, brechas, basura, etc). | Nula | 5 |
| | Escasa | 4 |
| | Media | 3 |
| | Alta | 2 |
| | Muy alta | 1 |

- Para el diagnóstico Ambiental se trabajó en conjunto con el personal de flora en los mismos sitios de muestreo para poder tener una mayor claridad de los impactos generados a la Flora. Se utilizaron fotografías satelitales y terrestres para identificar las unidades de vegetación y los sitios de muestreo. Se realizaron recorridos de campo con el fin de corroborar los resultados de INEGI y del INFYS y así poder generar algún ajuste que requiera ser modificado para obtener una fotointerpretación con datos más precisos. Los sitios de muestreo fueron numerados y seleccionados sistemáticamente en puntos específicos, donde únicamente dentro del área del proyecto se presentan manchones de vegetación, ya que la mayor parte de la superficie está ocupada por terrenos agrícolas. Así se logró establecer 30 sitios circulares con un radio de 11.28 m, dando una superficie para cada uno de 400 m² (0.04 Ha), con un total de 12,000 m² muestreados en (1.2 Ha).
- Se determinó un radio de muestreo que no sobrepasara la visualización clara del entorno por parte del ponderador (es), siendo este, 50 o 100 m según las condiciones del sitio pues la mayor parte de los sitios de muestreo ya se encuentran fragmentados por la actividad agrícola.
- Se recomienda que las ponderaciones las realice un grupo multidisciplinario con la finalidad de obtener resultados más confiables, al venir de varios enfoques y percepciones.
- También es de suma importancia que los ponderadores cuenten con abundantes conocimientos sobre los factores seleccionados para su evaluación.
- Otra condición no menos importante, es mantener un alto grado de objetividad a la hora de asignar los valores a cada factor.
- Este procedimiento se realizó en un total de 30 sitios de muestreo, y en su totalidad estos sitios se encuentran dentro del sistema ambiental del proyecto. La ubicación espacial de los sitios de evaluación se indica en el siguiente mapa:

CAPÍTULO IV

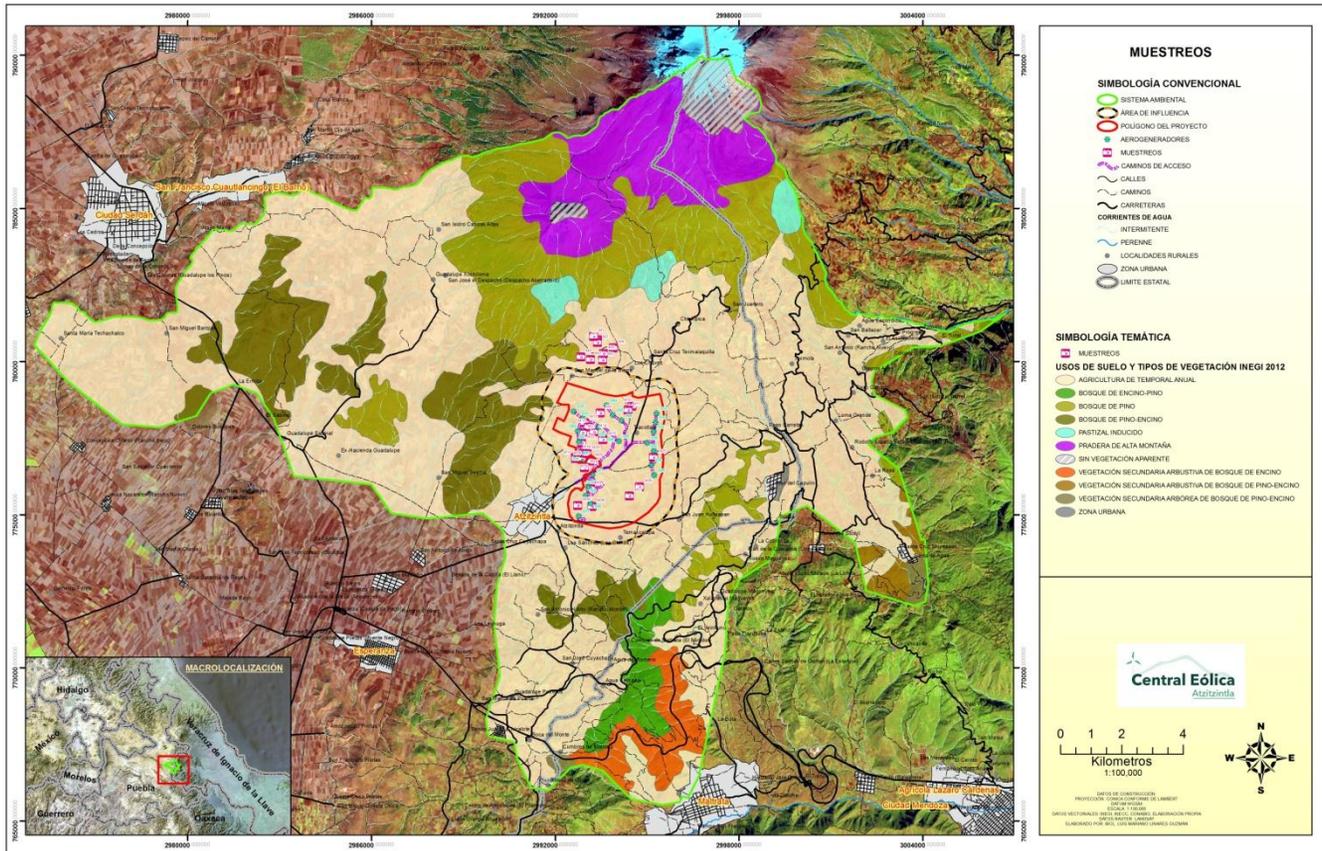


Figura IV.3.1. Sitios de muestreo y evaluación para el diagnóstico ambiental

Finalmente se generó una tabla de calidad ambiental de cinco niveles.

De tal forma, que se pueden estimar las condiciones del ambiente a partir de la cuantificación y cualificación de los resultados obtenidos por sitio de evaluación y como resultado absoluto de la superficie total de estudio.

| Escala de Calidad Ambiental | |
|-----------------------------|-----------|
| Muy Baja | 8-14.4 |
| Baja | 14.5-20.8 |
| Media | 20.9-27.2 |
| Alta | 27.3-33.6 |
| Muy Alta | 33.7-40 |

b) Resultados

La calidad ambiental del área de estudio indica, según los resultados obtenidos, un valor bajo en base a la escala ambiental planteada, obteniendo un puntaje de 20.73. Los sitios de muestreo revelaron valores que van desde los 17, 18,19 y 20 puntos equivalentes a una calidad baja, media 21, 22, 23,24 y 25 puntos y hasta 28 puntos que es un valor alto. La siguiente tabla muestra los valores asignados en la ponderación en campo para cada uno de los sitios y para cada uno de los factores ambientales.

CAPÍTULO IV

Tabla IV.3.1. Valores asignados en la ponderación en campo por sitio y por factor

| Factor | Sitio de Muestreo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Calidad Ambiental Promedio |
|--|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| Geoformas | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.5 |
| Suelo | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2.3 | |
| Cubierta Vegetal | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2.46666667 |
| Naturalidad de la Vegetación | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.53333333 |
| Ganadería | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.36666667 |
| Agricultura | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1.76666667 |
| Hábitat para la Fauna | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2.16666667 |
| Evidencia de Acción Antrópica (casas, caminos, brechas, basura, etc.) | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.63333333 |
| Valores de Calidad Ambiental por Sitio | 24 | 25 | 21 | 20 | 18 | 19 | 18 | 20 | 21 | 18 | 17 | 18 | 20 | 18 | 20 | 22 | 25 | 23 | 22 | 18 | 17 | 22 | 22 | 28 | 18 | 22 | 22 | 22 | 22 | 20.73333333 | |
| Valor de CA Absoluta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.73333333 | |

De los treinta puntos evaluados, los sitios 12 y 22 obtuvieron los valores más bajos (17), estando estos sitios en la parte media del polígono del proyecto. Las condiciones de esta zona apuntan a un terreno ampliamente desmontado en su mayoría dominado por vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, bosque de encino-pino con vegetación primaria y secundaria y con un rango de cobertura vegetal bajo del 25 al 50% y con una dominancia de agricultura de temporal, formando así parches de vegetación relictual. Lo mismo sucede con los sitios 7, 5, 11, 13, 15, 21, 26 que arrojaron un resultado de valoración de 18 es decir bajo, de igual manera el sitio 6 con 19 puntos y finalmente los sitios 4, 8, 9, 14 y 16 con 20 puntos. Estos 15 sitios obtuvieron una valoración baja lo que representa el 50% del total de sitios evaluados.



Figura IV.3.2. Panorámica del sitio 5 y 8, obsérvese la cobertura de vegetación y la frontera con la agricultura de temporal.

Por otro lado, el sitio 25 presento el valor más alto con 28 puntos, esto se debe a que en el interior del sitio de muestreo presentan mayor vegetación arbórea, también a que la agricultura se encuentra a mayor distancia del centro de muestreo lo que demuestra una importante diferencia entre calidades ambientales dentro de la misma poligonal del proyecto pues algunos sitios muestran evidencias de impactos ambientales puntuales y acumulativos como es el caso de incendios, tala no autorizada, degradación de suelos, daños directos al arbolado (ocoteo), apertura de caminos para tránsito de maquinaria agrícola, etc. y otros conservan una mayor cobertura vegetal lo que resulta en valores más altos. El sitio 1 tuvo una puntuación de 24, los sitios 2 y 25 con 25 puntos; el sitio 19 con 23 puntos, los sitios 17, 20, 23, 24, 27, 28, 29 y 30 con 22 puntos respectivamente, mientras que los sitios 3 y 10 con 21 puntos de valoración, en su conjunto todos estos puntos tienen una calidad media a excepción del sitio 25 con una calidad ambiental alta. Los 14 sitios con calidad media representan el 49% del total de sitios evaluados y 1% con calidad alta.

CAPÍTULO IV



Figura IV.3.3. Calidad Ambiental por Sitio.

Al observar la tabla de Resultados de Factores Ambientales se detectan calidades ambientales variadas de bajas, medias a altas, esto se debe a la forma que contribuyen los factores en los resultados obtenidos. Un factor en puntaje alto fueron las geoformas (3.5), las cuales no se observan de una manera tan significativa en su modificación, a excepción de los caminos actuales siendo en su mayoría pequeñas brechas para el tránsito de la maquinaria agrícola; en cuanto a la presencia del ganado (4.3) en algunos sitios se obtuvieron valores altos pues se observó poca ganadería extensiva (borregos), que no se vio generalizada en todo el área del Sistema Ambiental ni en las áreas de Influencia directa del proyecto. Consideramos que la cantidad de superficie agrícola y la explotación forestal de hace más de 50 años es lo que más fragmento los ecosistemas forestales del Sistema Ambiental Regional (SAR).



Figura IV.3.4. Imágenes que muestran algunos impactos ambientales en los sitios de muestreo



Figura IV.3.5. Imágenes que detallan el tipo de ganadería de la zona y las modificaciones a las geoformas (brechas y caminos dentro de las zonas forestales y agrícolas).

CAPÍTULO IV

Los otros factores que tuvieron menor puntaje en la ponderación fueron suelos (2.3), ya que en su mayoría del área de estudio presenta problemas severos de erosión hídrica provocando arrastre de material de las partes altas y de mayor pendiente a las partes de menor grado o porcentaje de pendiente generando cárcavas que con el tiempo se vuelven pequeñas barrancas, esto se corrobora en los muestreos pues del total de 30 sitios de muestreo 21 presentaron problemas de erosión hídrica; es decir, pérdida del suelo superficial y deformación del terreno (cárcavas).



Figura IV.3.6. Las 4 imágenes muestran los problemas de erosión hídrica (cárcavas) en diferentes áreas del polígono del proyecto.

Tenemos que para el Sistema Ambiental Regional, el Área de Influencia y el Área de Afectación Directa el tipo de degradación de suelos es Ed (Deformación del terreno por acción del viento); Fc (Degradación física por compactación); Qd (Declinación de la fertilidad; deterioro interno del suelo). Sin embargo es importante mencionar que en el mapa de la carta temática de degradación de suelos no se menciona la degradación de Pérdida del suelo superficial (Hs) y Deformación del terreno (Hc) ambas por acción hídrica es importante mencionarlas ya que en las visitas a campo se observó de manera muy puntual este tipo de degradación y que por las afectaciones empieza a ser severa. La siguiente tabla muestra las principales formas de degradación en todo el SAR.

Tabla IV.3.2. Superficies por tipo de degradación de suelos en el SAR.

| # Polígono | Ha | Tipo de Degradación |
|---------------|-----------|--|
| 1 | 4,989.598 | SN |
| 2 | 1,430.295 | SN |
| 3 | 6,503.223 | Ed (Deformación del terreno por acción del viento) |
| 4 | 27.406 | Ed(Deformación del terreno por acción del viento) |
| 5 | 10292.082 | Qd (Declinación de la fertilidad) |
| 6 | 758.699 | SN |
| 7 | 68.051 | SN |
| 8 | 206.441 | SN |
| 9 | 203.097 | Ed (Deformación del terreno por acción del viento) |
| 10 | 59.874 | Ed (Deformación del terreno por acción del viento) |
| 11 | 69.848 | Ed (Deformación del terreno por acción del viento) |
| 12 | 2,445.467 | Ed (Deformación del terreno por acción del viento) |
| 13 | 4,347.230 | SN |
| 14 | 121.724 | FC (Degradación física por compactación) |
| 15 | 411.916 | FC (Degradación física por compactación) |
| 16 | 1,167.665 | Qd (Declinación de la fertilidad) |
| Total: | | 3,3102.616 Ha |

A continuación se representan por superficies y porcentajes las formas más importantes de degradación en el SAR.

CAPÍTULO IV

Tabla IV.3.3. Porcentajes por tipo de degradación dl Suelo en el SA

| Tipo de Degradación | Superficie Total (Ha) | % |
|---|-----------------------|--------------|
| Ed (Deformación del terreno por acción del viento) | 9,308.915 | 28.12 |
| Qd (Declinación de la fertilidad; deterioro interno del suelo) | 11,459.745 | 34.61 |
| Fc (Degradación física por compactación) | 533.64 | 1.61 |
| Total: | 21,302.3 | 64.34 |

Como se puede notar estas tres formas de degradación del suelo representan el 64.34% de la superficie total del Sistema Ambiental Regional.

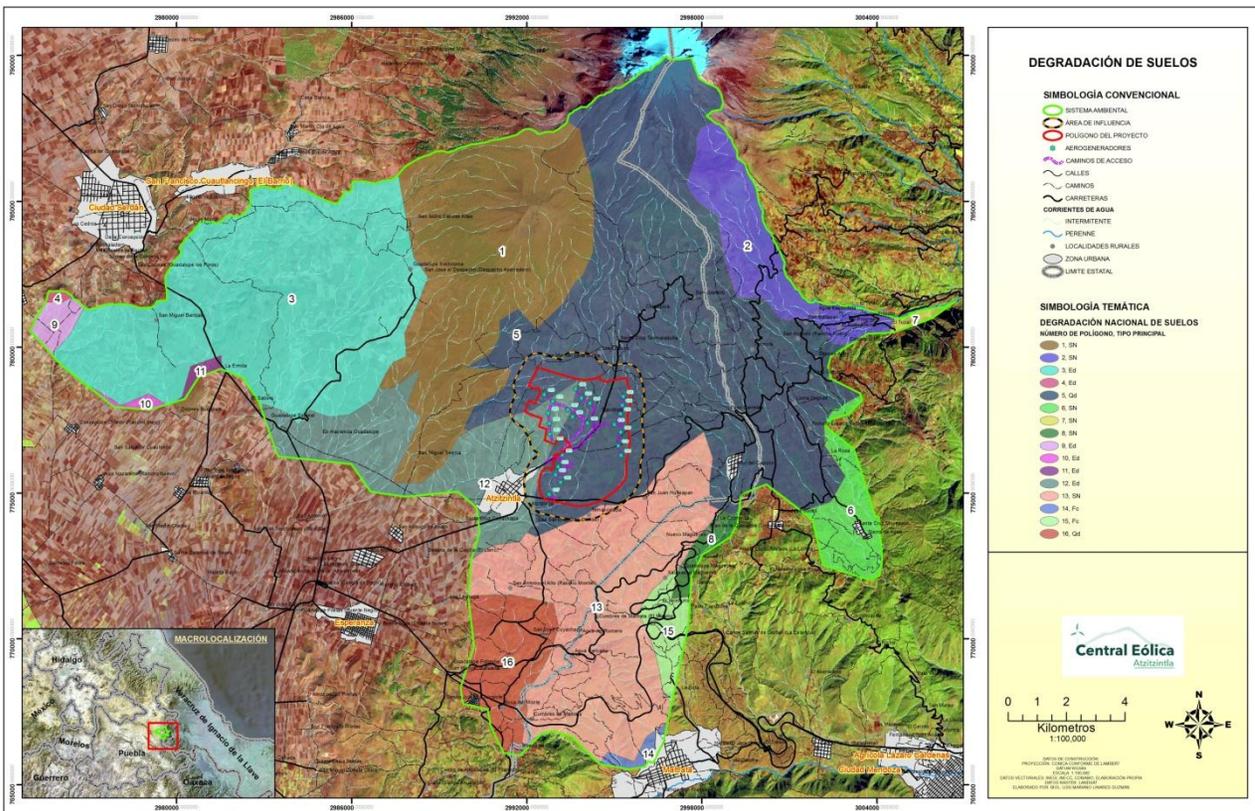


Figura IV.3.7. Formas de degradación del suelo en el SAR.

Cubierta vegetal (2.4) la mayoría de los sitios ya presentan disminución en la cobertura vegetal principalmente en su estrato arbóreo lo que trae consigo problemas de erosión al existir poca cobertura y aportación de materia orgánica; Agricultura (1.7) la mayor parte del área de estudio domina la agricultura de temporal y mecanizada donde se siembran cultivos de Papa (*Solanum tuberosum*), Zanahoria (*Daucus carota*), Haba (*Vicia faba*), Avena (*Hordeum Vulgare*), Chicharo (*Pisum sativum*), Brócoli(*Brassica oleracea* Var. *Itálica*), coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), Lechuga (*Lactuca sativa*), col (*Brassica oleracea*) y Maíz (*Zea mais*); y Hábitat para la fauna (2.1) obtuvo un valor bajo pues al estar fragmentados los ecosistemas por la agricultura se disminuyen los nichos ecológicos, las áreas de alimentación, de anidamiento y los corredores biológicos.

CAPÍTULO IV

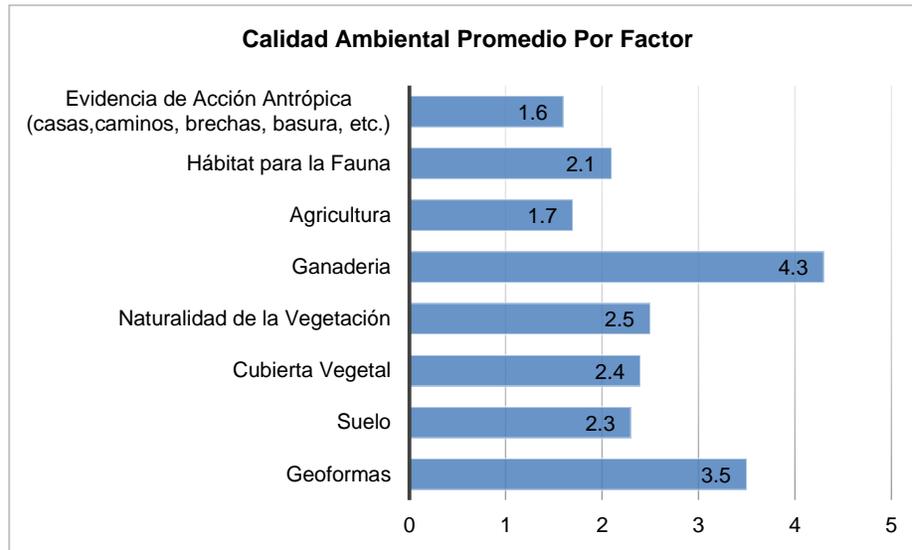


Figura IV.3.8. Calidad Ambiental Promedio por Factor.

En cuanto a la evidencia de la acción antrópica esta obtuvo un puntaje de 1.6 es importante mencionar que dentro del área de influencia directa del proyecto la agricultura provoca que se implementen más acciones antrópicas en el ecosistema ya impactado, uno de ellos es el uso de agroquímicos con variados grados de toxicidad pues se sabe que es una zona donde se siembran diferentes tipos de cultivos desde hortalizas hasta gramíneas como maíz y avena y algunas leguminosas como Haba. El uso de maquinaria agrícola, la apertura de caminos para poder sacar los productos a las zonas de mercado y las construcciones de casas y la presencia de tala no autorizada, quemas agropecuarias, entre otras acciones provocadas por el ser humano.



Figura IV.3.9. Las 4 imágenes muestran la fuerte acción antrópica en el área de estudio. La primera imagen del lado derecho muestra la matriz en parches de agricultura con pocos fragmentos de vegetación natural. La segunda imagen uno de los cultivos que se siembran en la zona; la papa y la tercera muestra la contaminación y polución de envases de agroquímicos y la cuarta imagen la pérdida de cobertura vegetal.

La naturalidad de la vegetación presentó un puntaje de (2.5), ya que como se acaba de mencionar, una parte poco significativa del terreno, anteriormente forestal, se encuentra cubierta por vegetación secundaria arbustiva y herbácea y reminiscencias de la vegetación del tipo de bosque como es el caso de algunas especies dominantes del género *Pinus* y *Quercus* que en muchos casos sobrepasan las clases diamétricas de los 40 cm a la altura de pecho (DAP).

CAPÍTULO IV



Figura IV.3.10. Ilustraciones de la naturalidad de la vegetación que hay en los sitios de muestreo en sus diferentes tipos de ecosistemas forestales rodeados por las zonas agrícolas.

c) Conclusiones

En base a la metodología de Ponderación de Factores Ambientales en Campo se arrojaron resultados satisfactorios para su análisis, estos indican en forma general una Calidad Ambiental Baja con un porcentaje de 20.73, esto se debe a que del total de sitios de evaluación 15 obtuvieron una calidad ambiental baja (50%) y solo un sitio presento una calidad ambiental alta esto se debió a la presencia de un rodal de vegetación de bosque con cobertura del 75% aproximadamente con probabilidad de ser un nicho de refugio de animales y presentando pocos impactos severos en el sitio de evaluación, el resto de los sitios de evaluación indica una calidad ambiental media. Ahora bien esta valoración baja en la calidad ambiental se debe a que los factores evaluados en su conjunto tienden a manifestar un Ambiente impactado y deteriorado.

Uno de los elementos que aporta de forma significativa una influencia en la valoración baja es la agricultura presentándose en el área de estudio una matriz de parcelas agrícolas con pequeños manchones de vegetación relictual del tipo de Bosque y de cercos vivos de arbustos que funcionan como barreras rompevientos.

La pérdida de cobertura de la vegetación debido al crecimiento de la frontera agrícola trae consigo la disminución considerable de sitios o nichos para los diferentes gremios faunísticos que se notaron escasos, aunado a la contaminación y polución existente por el uso de agroquímico que son depositados a cielo abierto, lo que provoca disminución en la presencia de animales en algunos gremios faunísticos principalmente en la herpetofauna (anfibios y reptiles).

CAPÍTULO IV

Otro problema detectado debido a la pérdida de cobertura del suelo y a la actividad agrícola es la degradación de suelos que se ve muy marcada en la zona de estudio resultando casi severa, el tipo predominante de degradación es la erosión hídrica que causa la pérdida superficial del suelo y la deformación del terreno; es decir, la formación de cárcavas muy profundas que inician en las partes altas de la microcuenca y que por gravedad el agua arrastra material hasta las partes más bajas del área del polígono del proyecto, este es un tema que tiene que atenderse.

El elemento agua será poco o casi nulo en impactos debido a que solo hay un arroyo intermitente y se generará poca actividad sobre este cuerpo de agua.

De tal manera que el proyecto ambientalmente es viable dado que la zona de estudio ya presenta impactos ambientales y la colocación y puesta en marcha de los aerogeneradores no generaran impactos significativos en los componentes del ecosistema.

Es importante recalcar que se producirían impactos acumulativos en la apertura y ampliación de los caminos de acceso principalmente a la vegetación, siendo en escala menor a la fauna, específicamente a Aves, mamíferos y reptiles.

Sin embargo estos impactos serían atenuados con medidas adecuadas de mitigación que se proponen en los siguientes capítulos de esta Manifestación.

Diagnóstico ambiental en base al análisis cartográfico del cambio de uso de suelo en el SAR.

a) Metodología

El cambio de uso del suelo y vegetación, o en general el cambio de tipos de cobertura del terreno es, en mayor medida, consecuencia de la interacción de las actividades humanas con el medio natural. Dichos cambios indican el impacto de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades humanas sobre el territorio y sus recursos, y permiten identificar problemas relativos a la sustentabilidad de las actividades humanas.

Parte primordial para entender los procesos de cambio es la identificación espacial y la cuantificación de los cambios, esto contribuye a la caracterización del territorio y a la ubicación de áreas de atención prioritarias, así como al establecimiento de políticas correctivas y a la formulación de los planes de acción respectivos para el mejor manejo de los recursos.

Se ha considerado a la vegetación como uno de los indicadores más importantes de las condiciones naturales del territorio, y no sólo de las naturales como clima, suelo y agua sino también de las influencias antrópicas recibidas. El análisis de los cambios producidos a la cobertura vegetal (deforestación, degradación, revegetación, etc.), considerando básicamente aquéllos ocasionados por las actividades antrópicas, es un elemento fundamental en la caracterización del paisaje y el soporte de las comunidades faunísticas.

Por lo que se decidió realizar los análisis de parte del material cartográfico preparado para tal fin¹⁰ y utilizarlo como indicador del estado de la calidad ambiental como sigue:

¹⁰ Los mapas de Uso de Suelo y Vegetación 1976, 1993, y 2000 +/- 3 años denominados T1, T2 y T3 respectivamente, pertenecen al proyecto "Análisis del Cambio de Uso del Suelo", el cual fue elaborado por medio de un convenio entre el Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT y el Instituto de Geografía-UNAM. Existe un informe de "Análisis del cambio de Uso del Suelo", publicado por el Instituto de Geografía, UNAM en Enero del 2002.

CAPÍTULO IV

En base a la cobertura de uso de suelo y vegetación INEGI 2012, se realizó una agrupación de las comunidades, en base al estado de conservación, es decir la Calidad Ambiental (CA), que representa cada una, posteriormente de determinaron las siguientes categorías en relación a la CA.

| ESCALA DE CA | VALOR NUMÉRICO |
|--------------|----------------|
| Muy alta | 5 |
| Alta | 4 |
| Media | 3 |
| Baja | 2 |
| Muy baja | 1 |

Estas categorías fueron asignadas a cada una de los usos de suelo y vegetación.

Para el SA se consideraron presentes 4 categorías (Alta, Media, Baja y Muy Baja) asignadas de la siguiente manera:

Tabla IV.3.4. Asignación de categoría ambiental para el SA

| Numero identificador | Uso de Suelo y tipos de vegetación (INF e INEGI) | Categoría Asignada para Flora | Categoría Asignada para Ornitofauna | Categoría Asignada para Mastofauna | Categoría Asignada para Herpetofauna | Valor promedio cuantitativo | Valor cualitativo |
|----------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | Agricultura de temporal | 2 | 3 | 2 | 2 | 2.25 | Baja |
| 2 | Área sin vegetación aparente | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.25 | Muy baja |
| 3 | Asentamiento humano | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.25 | Muy baja |
| 4 | Bosque de encino con Vegetación secundaria arbustiva y herbácea | 3 | 4 | 3 | 3 | 3.25 | Media |
| 5 | Bosque de oyamel (incluye ayarín y cedro) con Vegetación primaria y Vegetación secundaria arbórea | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.25 | Alta |
| 6 | Bosque de oyamel (incluye ayarín y cedro) Con Vegetación secundaria arbustiva y herbácea | 3 | 4 | 3 | 3 | 3.25 | Media |
| 7 | Bosque de pino Con Vegetación secundaria | 3 | 4 | 3 | 3 | 3.25 | Media |

CAPÍTULO IV

| | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|------|-------|
| | arbustiva y herbácea | | | | | | |
| 8 | Bosque de pino Vegetación primaria y Vegetación secundaria arbórea | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.25 | Alta |
| 9 | Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) con Vegetación primaria y Vegetación secundaria arbórea | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.25 | Alta |
| 10 | Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) Con Vegetación secundaria arbustiva y herbácea | 3 | 4 | 3 | 3 | 3.25 | Media |
| 11 | Pastizal inducido | 2 | 3 | 2 | 2 | 2.25 | Baja |
| 12 | Pradera de alta montana | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | Baja |

En un inicio se realizó el recorte (*CLIP*) de la capa de uso de suelo y vegetación, con el polígono del SA, posteriormente con las categorías definidas y las comunidades agrupadas se realizó el trabajo cartográfico por medio del comando *DISSOLVE* de la herramienta *GEOPROCESSING WIZARD* en ArcView 3.2 se procedió a agrupar los usos de suelo y vegetación del SA en las categorías antes mencionadas y se generó una nueva capa con las zonas denominadas, Alta, Media, Baja Y Muy Baja en relación a la calidad ambiental (CA).

CAPÍTULO IV

b) Resultados primarios

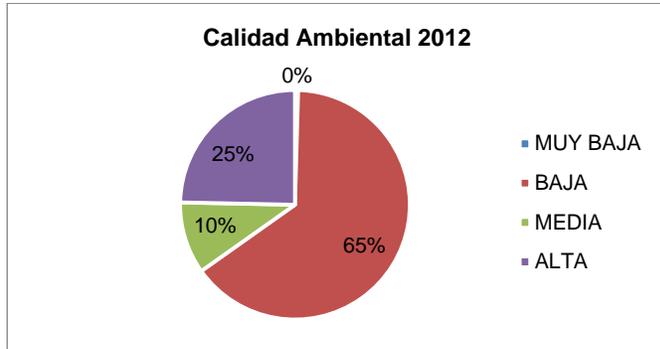


Tabla IV.3.5. Categoría de calidad ambiental

| CATEGORÍA DE CALIDAD AMBIENTAL (CA) | SUPERFICIE (HA) |
|-------------------------------------|-----------------|
| MUY BAJA | 148.191 |
| BAJA | 21432.899 |
| MEDIA | 3356.011 |
| ALTA | 8165.515 |

Figura IV.3.11. Diagnóstico ambiental del SAR

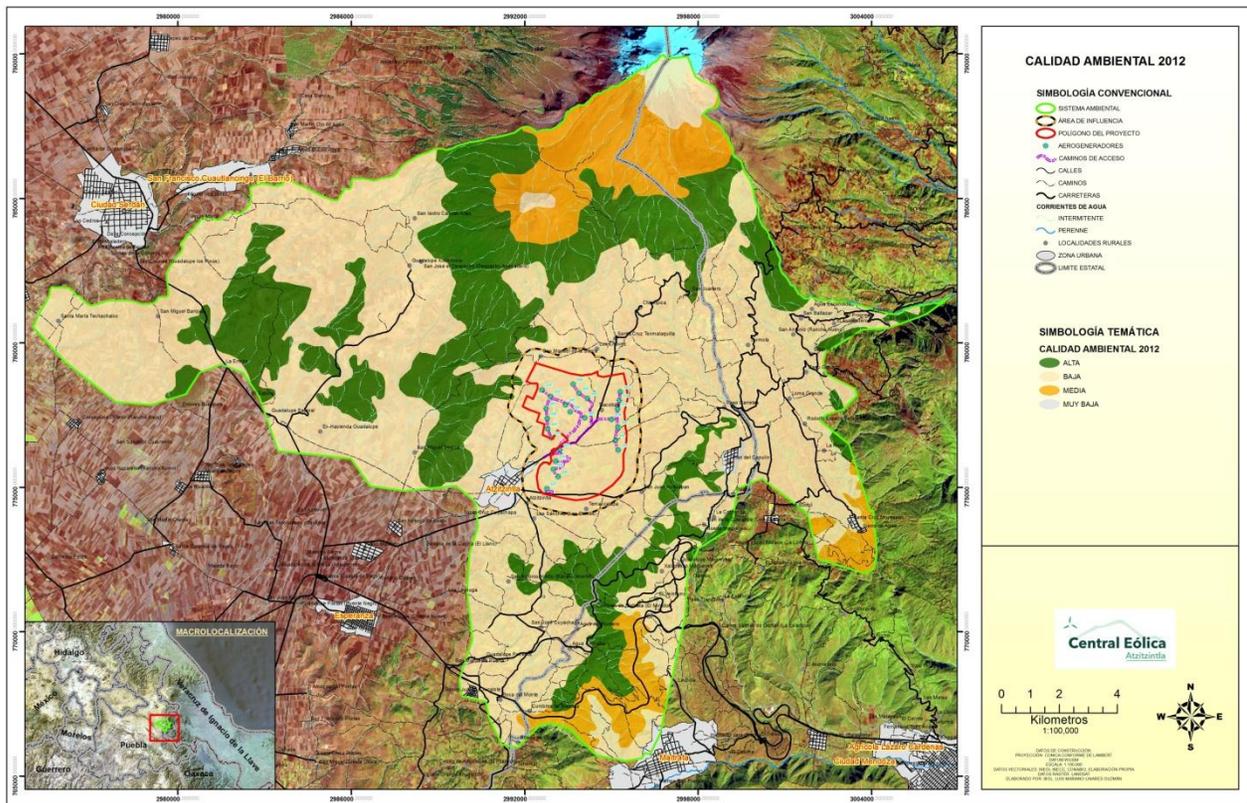


Figura IV.3.12. Mapa del análisis en base a SIG de la calidad ambiental del SAR

CAPÍTULO IV

Una vez obtenidas las capas con la CA asignada se realizó el análisis de la capa de CA 2012, contra la de CA 2000, a la cual se le aplicó el mismo trabajo de edición cartográfica, con el fin de detectar la proporción de cambio de las dos fechas. En el programa IDRISI SELVA, se importaron las imágenes vectoriales, se rasterizaron, y se les aplicó el comando CROOSTAB, esto con el fin de detectar el cambio entre las capas de CA 2000 y 2012, obteniendo una nueva capa denominada crosstab 2000-2012 con 4 tipos de cobertura, el comando croostab permite generar tanto el mapa de cambios como una matriz de transición que muestra, numéricamente, los cambios sufridos en el periodo. De esta manera es posible obtener la matriz de probabilidad de transición, la cual señala en términos relativos (%) la posibilidad que tiene una categoría de CA de mantener su condición o de cambiar a otra categoría. Esto se logra comparando la superficie original de la primera fecha con la obtenida para la nueva fecha con sus respectivas transiciones (Bocco et al. 2001). Su expresión matemática es: $P_{ij} = S_{ij}(2000's) / S_j(2012's)$. Donde P_{ij} es la probabilidad de transición, S_{ij} es la superficie del elemento ij de la matriz de transición de CA en el 2012 y S_j la superficie de la clase de cobertura/CA j en el año de 2000. Así, para cada categoría de CA j , $\sum P_{ij} = 1$. Con esto se obtuvo formalmente el mapa de diagnóstico ambiental en base a los procesos y dinámica de cambio de la Calidad Ambiental 2000-2012.

Diagnóstico ambiental en base a la proporción de cambio

a) Metodología

Según Eastman *et al.* 1995, el coeficiente de Kappa (K') toma valores de -1.0 cuando hay un cambio total del paisaje, de cero que denota cambios del 50% y de 1.0 indicando que no hubo cambios en el paisaje (en este caso en las coberturas comparadas).

Para el análisis se tiene un índice de **0.9468** lo cual indicaría que existió un cambio menor a nivel de SA con respecto a las coberturas analizadas de CA en el periodo 2000-2012.

En la siguiente tabla cada número en las filas y columnas corresponde como sigue:

- CA MUY BAJA=1
- CA BAJA=2
- CA MEDIA = 3
- CA ALTA= 4
- FONDO DE LA IMAGEN= 0

La tabla del comando CROSSTAB muestra una matriz de interacciones entre las diferentes coberturas de CA, donde se muestra porcentualmente lo que una categoría cambio a otra categoría.

CAPÍTULO IV

Tabla IV.3.5. Tabulación Cruzada proporcional

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Total |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0.5728 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.5728 |
| 1 | 0.0000 | 0.0018 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0019 |
| 2 | 0.0000 | 0.0001 | 0.2635 | 0.0031 | 0.0098 | 0.2766 |
| 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0394 | 0.0037 | 0.0433 |
| 4 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0117 | 0.0023 | 0.0914 | 0.1054 |
| Total | 0.5728 | 0.0019 | 0.2755 | 0.0449 | 0.1049 | 1.0000 |

Coefficiente total Kappa (K')= **0.9468**

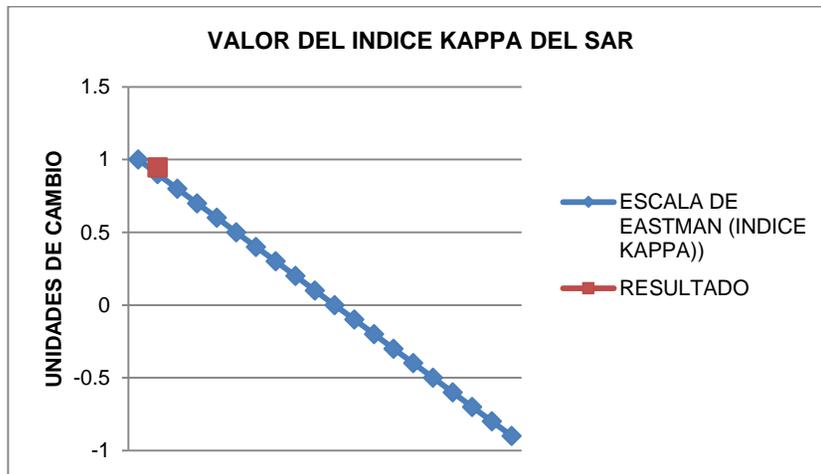


Figura IV.3.13. Valor del índice de Kappa del SA

CAPÍTULO IV

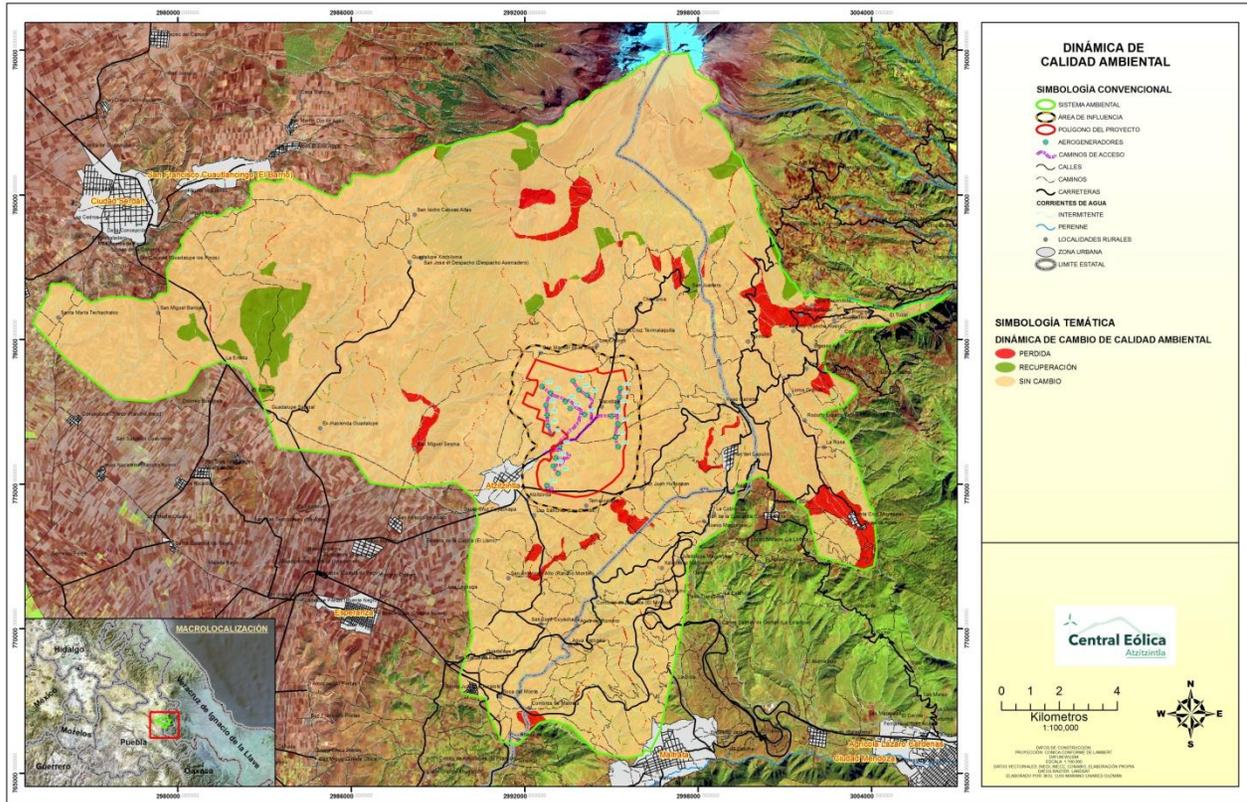


Figura IV.3.14. Mapa de dinámica de cambio de calidad ambiental

Dinámica de cambio: Las leyendas muestran los tipos de cambio detectados en el SA en un periodo de 12 años. Con cambios como:

- Recuperación: Proceso de cambio de CA Muy Baja y Baja a Media o Alta.
- Sin Cambio: Áreas que permanecen con la misma categoría.
- Perdida: Proceso de cambio de CA Baja, Media y Alta a Media o Baja o Muy baja.

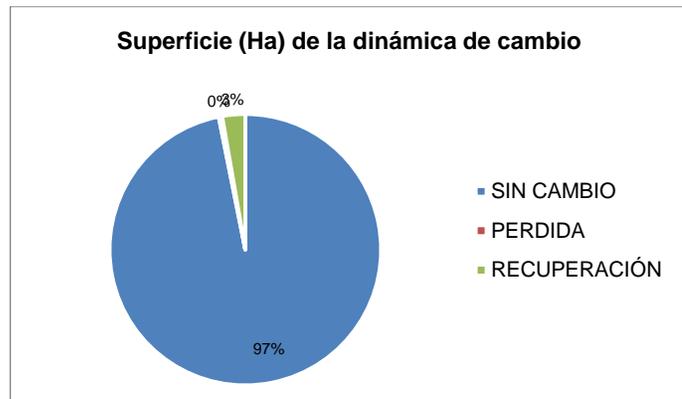


Figura IV.3.15. Superficie (HA) de la dinámica de cambio

CAPÍTULO IV

Porcentajes de la dinámica de cambio.

Los procesos de cambio de CA presenta 13 clases, los cuales fueron agrupados en tres grandes categorías, de las cuales el proceso sin cambios en la cobertura de CA es el predominante (97%), El proceso de pérdida ha sido principalmente por el cambio de CA Media CA Baja, con un 0.49%, por el otro lado el porcentaje más relevante de recuperación es de 2.11% y está dado principalmente por el proceso de CA Baja a CA Alta.

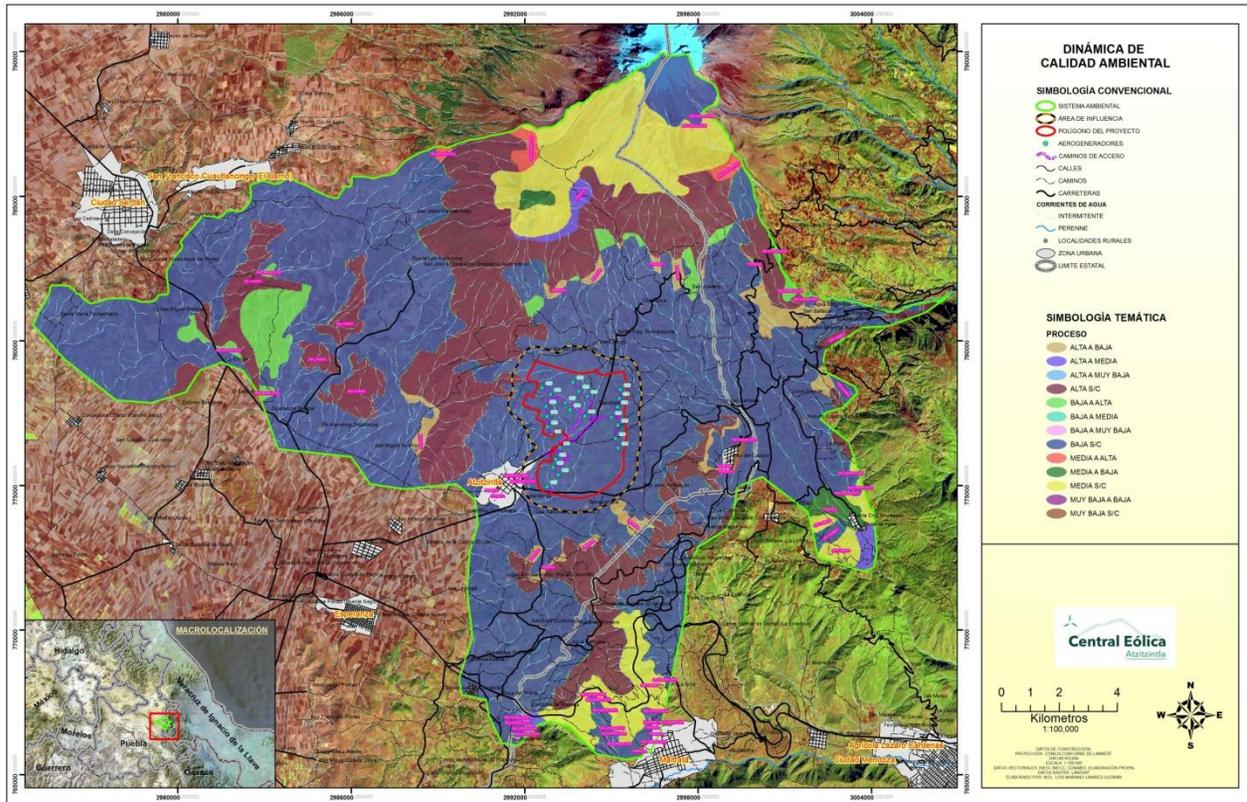


Figura IV.3.16. Proceso de cambio de calidad ambiental

Procesos de cambio de CA en el SA.

En la siguiente tabla se muestran los 13 procesos detectados en el SAR.

Tabla IV.3.6. Procesos detectados dentro del SAR

| Proceso | Superficie en ha | Porcentaje |
|---------------------|------------------|-------------|
| BAJA S/C | 20312.427 | 70.70180227 |
| ALTA S/C | 5934.408 | 20.65599256 |
| MEDIA S/C | 1435.981 | 4.998242934 |
| BAJA A ALTA | 606.702 | 2.111757735 |
| MEDIA A ALTA | 171.193 | 0.595874321 |
| MUY BAJA S/C | 143.066 | 0.497972204 |
| MEDIA A BAJA | 96.279 | 0.335119916 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|------------------------|--------|-------------|
| ALTA A BAJA | 10.547 | 0.036711118 |
| ALTA A MEDIA | 6.401 | 0.022280067 |
| BAJA A MEDIA | 6.040 | 0.021023528 |
| BAJA A MUY BAJA | 3.336 | 0.011611671 |
| MUY BAJA A BAJA | 2.795 | 0.009728603 |
| ALTA A MUY BAJA | 0.541 | 0.001883068 |

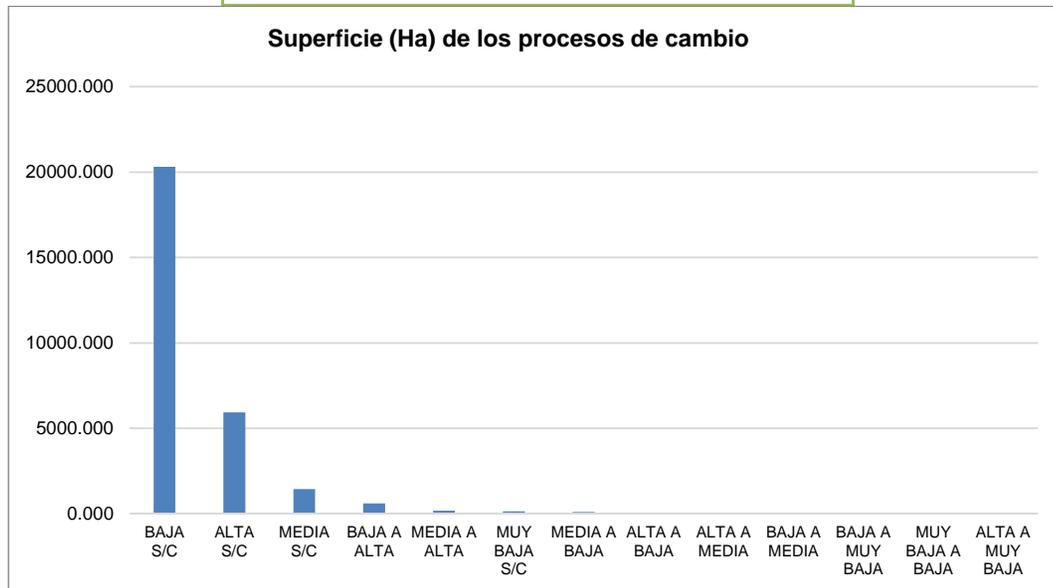


Figura IV.3.17. Superficie de (HA) de los procesos de cambio

b) Conclusión

Una vez realizado el análisis retrospectivo se puede observar lo siguiente:

Para el territorio del estado de Puebla se han elaborado estudios de cambio de uso de suelo (periodo 1980-2000), en él se muestran cambios de alrededor del 30%, donde el deterioro principal se traduce en pérdida de tipos de vegetación (279 mil Ha), paradójicamente se reportan procesos importantes de recuperación de vegetación (175 mil Ha) lo que hace ver que los procesos de cambio de uso de suelo son bastante dinámicos. Para el Sistema ambiental del proyecto, se observa una modificación a nivel de Calidad ambiental de un 3% en un periodo de 12 años el cual muestra un SAR poco modificado, sin embargo el indicador más relevante se observa en el caso del análisis inicial de la agrupación de categorías con un 75% de la superficie del SAR con indicios de pérdida de Calidad Ambiental (Muy Baja 0.4%, Baja 64.7% Y Media 10.1%) y dado que entre la fecha inicial de análisis (2000) y la final (2012) se muestra poco cambio en superficie, podemos concluir que si bien en el periodo analizado no se muestran cambios importantes el Sistema Ambiental en general se muestra alterado en sus coberturas tal como se muestra en la asignación de categorías en ambas fechas, resaltando por mucho las superficies con CA Baja dentro del SAR.

CAPÍTULO IV

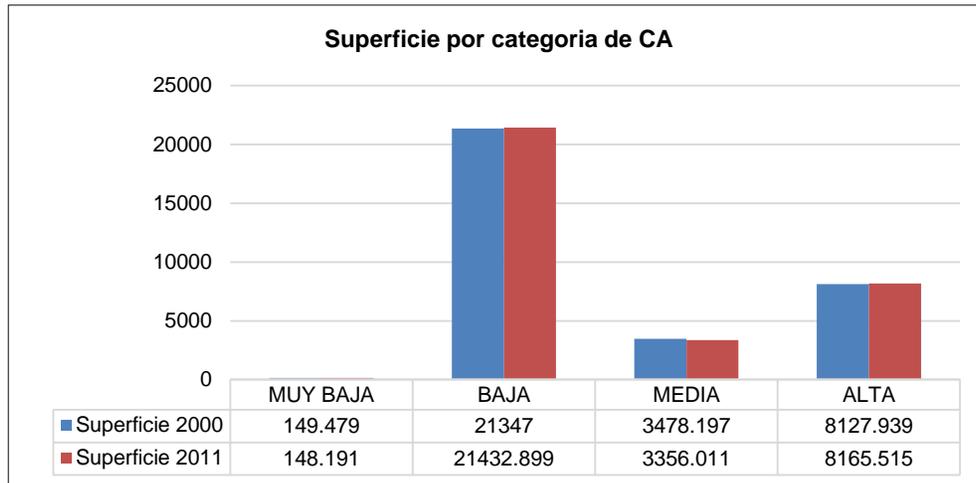


Figura IV.3.18. Superficies por categoría en las dos fechas comparadas.

CAPÍTULO V

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1 Identificación de impactos.

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz evalúa dichos impactos y los caracteriza de acuerdo al beneficio o perjuicio ejercido tanto sobre el Área de influencia como el Sistema Ambiental del proyecto. Estos métodos se describen más ampliamente a continuación:

Con esta matriz se identifican los impactos en base a la interacción entre componentes del sistema ambiental y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

- Se definen los componentes para cada categoría a evaluar: Ecosistemas, Contaminación ambiental, Aspectos estéticos y Aspectos de interés humano.
- Se enlistan las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo al programa de trabajo presentado en el capítulo II y a la información proporcionada por el promovente.

La matriz quedó integrada por las categorías, 31 componentes y actividades, mostrados en las tablas siguientes:

Tabla V.1.1. Categorías, subcategorías y componentes del SA

| | | | |
|-----------------------|--|------------------|------------------------------|
| Vegetación | Vegetación Forestal | Agua | Modificación de cauces |
| | Vegetación No forestal | | Transporte de sólidos |
| | Especies de importancia ecológica | | Calidad perceptible del agua |
| Fauna | Herpetofauna | Suelo | Relieve/topografía |
| | Ornitofauna | | Compactación |
| | Mastofauna | | Estabilidad |
| | Especies de importancia ecológica | | Residuos urbanos |
| Servicios ambientales | Captura de carbono | Atmósfera | Residuos sólidos peligrosos |
| | Regulación climática | | Calidad perceptible del aire |
| | Protección de la biodiversidad y ecosistemas | | Ruido diurno |
| | Protección del suelo | | Ruido nocturno |

ASPECTOS ESTÉTICOS

ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO

CAPÍTULO V

| | | | |
|---------|------------------------|---|--|
| Paisaje | Fondo escénico | Servicios e infraestructura Economía | Disponibilidad de servicios urbanos |
| | Singularidad o rarezas | | Actividades comerciales |
| | Actuaciones humanas | | Generación de empleos |
| | Color | | Seguridad de la población Seguridad de los trabajadores |

Tabla V.2.2. Etapas y actividades para el proyecto

| Preparación del sitio | Construcción | Operación y mantenimiento |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmonte (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) ▪ Despalle (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) ▪ Inst. de obras provisionales ▪ Instalación de obras de desvío de agua pluvial | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alineaciones (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) ▪ Excavaciones para cimentación (áreas operativas, aerogeneradores) ▪ Excavaciones para obras de drenaje menor (caminos) ▪ Acarreo para rellenos ▪ Formación de terracerías ▪ Revestimiento de caminos ▪ Construcción de áreas operativas ▪ Construcción de zapatas (aerogeneradores) ▪ Instalación de torres troncocónicas ▪ Instalación de góndolas y palas de rotor ▪ Conexión con fibra óptica ▪ Instalación de ductos eléctricos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pruebas de pre-operación ▪ Operación ▪ Mantenimiento preventivo ▪ Mantenimiento correctivo |

Para formar la matriz se colocaron las actividades en forma horizontal y los componentes de forma vertical. Posteriormente se procede a llenar la matriz marcando con un 1 la casilla donde se identifique una interacción entre actividad y componente, y con un 0 donde no exista interacción. Los resultados se obtienen de las sumatorias de las interacciones identificadas, obteniendo sumatorias por actividad, por etapa, por subcategoría, o por componente. Estos resultados permiten observar desde que factor presenta el mayor número de interacciones y en relación a que actividad, hasta obtener un resultado ponderado por el número de interacciones en cada componente ambiental.

La metodología utilizada es tomada de Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986; y ésta consiste en calificar cada interacción (impacto) mediante once criterios, clasificados como básicos, y complementarios.

Tabla V.2.3. Criterios para evaluación de impactos

BÁSICOS

Magnitud (M)

Intensidad de la afectación en el área del impacto

CAPÍTULO V

| | |
|-------------------------|---|
| Extensión (E) | Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio |
| Duración (D) | Tiempo del efecto |
| COMPLEMENTARIOS | |
| Sinergia (S) | Interacciones de orden mayor entre impactos |
| Acumulación (A) | Presencia de efectos aditivos de los impactos |
| Controversia (C) | Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto |
| Mitigación (T) | Existencia y eficiencia de medidas de mitigación |

Estos criterios se evalúan con una escala de diez niveles de magnitud (del 0 al 9) dependiendo del efecto que tenga la actividad sobre el componente evaluado.

Tabla V.2.4. Escala de evaluación de criterios

| | | | |
|----------|-----------------|----------|---------------------|
| 0 | Nulo | 5 | Moderado |
| 1 | De Nulo a Bajo | 6 | Moderado a Alto |
| 2 | Muy Bajo | 7 | Alto |
| 3 | Bajo | 8 | Muy Alto |
| 4 | Bajo a Moderado | 9 | Extremadamente Alto |

Tabla V.2.5. Escala de evaluación para los criterios básicos y complementarios

| Criterios básicos | Parámetros y escalas | | |
|----------------------|--|---|--|
| | 1 - 3 | 4 - 6 | 7 - 9 |
| Magnitud (M) | Baja , cuando la afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental | Media , cuando la afectación cubre del 10% al 50% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental. | Alta , cuando la afectación es mayor del 50% de los recursos existentes; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa o criterio ambiental. |
| Extensión (E) | Puntual , afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 100 m. | Local , si el efecto ocurre a una distancia entre los 100 m y los límites de la unidad ecológica. | Regional , el efecto se manifiesta fuera de una unidad ecológica y abarca parcial o totalmente el área de estudio. |
| Duración | Corta , cuando el efecto de la interacción dura menos de 1 | Mediana , el efecto de la interacción dura de 1 a 3 años. | Larga , el efecto de la interacción dura más de tres |

CAPÍTULO V

| (D) | año. | años. | años. |
|---------------------------|--|---|---|
| Criterios complementarios | 0 - 3 | 4 - 6 | 7 - 9 |
| Sinergia (S) | Nula a mínima , cuando una acción actuando sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente | Moderada , cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental poco relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente | Alta , cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente |
| Acumulación (A) | Nula a Mínima , cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio ó éstos son de poca magnitud (<20%) con respecto a los existentes. | Moderada , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan del 20 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes. | Alta , cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan. |
| Controversia (C) | Nula a Mínima , no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones. | Moderada , existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad. | Alta , existe mucha controversia con el proyecto, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información |
| Mitigación (T) | Nula a baja , no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% del impacto ambiental identificado. | Media , existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado. | Alta a Muy alta , las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado. |

Para la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones contenidas en la tabla siguiente:

Tabla V.2.6. Ecuaciones aplicadas

Criterios básicos $MED_{ij} = 1/27(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$

Criterios complementarios $SAC_{ij} = 1/27(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$

Significancia parcial $I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$

Significancia final,
 considerando las medidas de mitigación $S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9}(T_{ij}) \right]$

Donde:

M_{ij} = Magnitud; E_{ij} = Extensión espacial; D_{ij} = Duración;

S_{ij} = Efectos sinérgicos; A_{ij} = Efectos acumulativos; C_{ij} = Controversia;

I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto;

CAPÍTULO V

S_{ij} = Significancia final del impacto; y,

T_{ij} = Medida de mitigación.

A continuación se describen los índices utilizados.

Índice básico: se obtiene utilizando los tres parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), con la siguiente ecuación.

$$IB_{ij} = 1/27(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

El origen de la escala de valoración es 0.111, ya que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice. ($0.111 \leq IB \leq 1$).

Índice complementario. En este índice se utilizan los tres parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), en la siguiente ecuación.

$$IC_{ij} = 1/27(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

Para este índice el origen de la escala es 0, debido a que es el valor más bajo posible a obtener, por lo que sus valores se ubican en el rango $0 \leq IC \leq 1$.

Índice de impacto. Está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios. Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (S, A, C), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula con la ecuación siguiente:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{1-IC_{ij}}$$

Dónde:

II_{ij} = índice de impacto

IC_{ij} = índice complementario

Significancia del impacto. Una vez obtenidos los índices IB, IC e II, se procede a calcular la significancia del impacto (S_{ij}), tomando en cuenta la existencia y en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (T_{ij}) usando la ecuación siguiente:

$$S_{ij} = II_{ij} * \left(1 - \frac{1}{9(T_{ij})}\right)$$

Donde:

II_{ij} = Índice de impacto

T_{ij} = Existencia eficiencia de las medidas de mitigación

Con el uso de las ecuaciones señaladas se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1; utilizando la escala siguiente:

Tabla V.2.7. Clasificación del impacto de acuerdo al valor de la significancia

| Rango del impacto | Clasificación |
|-------------------|---------------|
|-------------------|---------------|

CAPÍTULO V

| | | |
|----------------------|------------------|---|
| 0.110 – 0.249 | Inapreciable (I) |  |
| 0.250 – 0.499 | Menor (M) |  |
| 0.500 – 0.749 | Moderado (Md) |  |
| 0.749 – 1.00 | Alta (A) |  |

CAPÍTULO V

| COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL | | | ACTIVIDADES DE INSTALACIÓN DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------------|---|---|------------------------------|--|---|---|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|------------------|------------------|---|
| CATEGORIAS | SUBCATEGORIA | COMPONENTE | Preparación del sitio | | | | | Construcción | | | | | | | | | | Operación y Mtto. | | | | | |
| | | | Desmonte (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | Despalme (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | Inst. de obras provisionales | Inst. de obras de desvío de agua pluvial | Alineaciones (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | Excavaciones para cimentación (áreas operativas, aerogeneradores) | Excavaciones para OD (caminos) | Acarreos para rellenos | Formación de terracerías | Revestimiento de caminos | Construcción de áreas operativas | Construcción de zapatas (aerogeneradores) | Inst. de torres troncocónicas | Inst. de góndolas y palas de rotor | Conexión con fibra óptica | Inst. de ductos eléctricos | Pruebas de pre operación | Operación | Mtto. Preventivo | Mtto. Correctivo | |
| CATEGORIAS | SUBCATEGORIA | Compactación | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Estabilidad | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Residuos urbanos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | Residuos sólidos peligrosos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | ATMÓSFERA | Ruido diurno | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | Ruido nocturno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | Calidad perceptible del aire | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ASPECTOS ESTÉTICOS | PAISAJE | Fondo escénico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Singularidad o rareza | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Actuaciones humanas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Color | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO | SERVICIOS | Disponibilidad de servicios urbanos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | ECONOMÍA | Actividades comerciales | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | Generación de empleos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | SOCIAL | Seguridad de la población | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Seguridad de los trabajadores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

CAPÍTULO V

Las 73 interacciones o impactos identificados, se agrupan de acuerdo a la subcategoría en la que se presentan obteniendo la distribución siguiente:

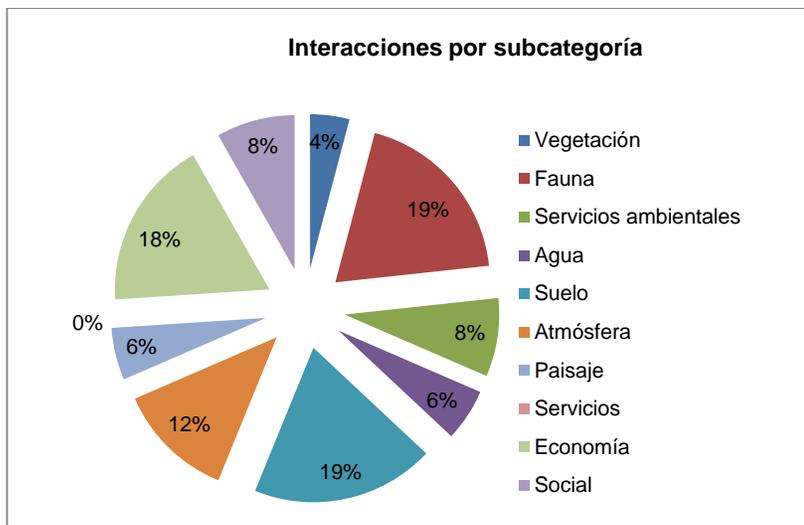


Figura V.2.1. Interacciones por subcategoría

El mayor número de impactos se encuentra en la subcategoría Fauna y Suelo con el 19% de las interacciones cada uno, seguido de la Economía con el 18% de las interacciones, Atmósfera con el 12% de las interacciones y Servicios ambientales con el 8%, también con el 8% de interacciones está la subcategoría social. La subcategoría de Agua tiene un 6% de interacciones así como Paisaje; finalmente se ubica la subcategoría de Vegetación con el 4% de las interacciones.

En el caso de las subcategorías Social y Económica, aún sin haber obtenido el tipo de impacto (positivo o negativo), se prevé que éstas sean positivas ya que se espera la generación de empleos y de actividades comerciales. Y en el caso de Suelo, Fauna, Vegetación y Servicios ambientales, se prevé que estas interacciones sean de tipo negativo debido a las actividades de instalación requeridas para el proyecto.

A continuación se realiza el análisis por etapa, y se observa en la siguiente gráfica que los impactos se presentan mayormente en la etapa de Preparación del sitio y Construcción, ya que en éstas se realizan las actividades más importantes de la instalación.

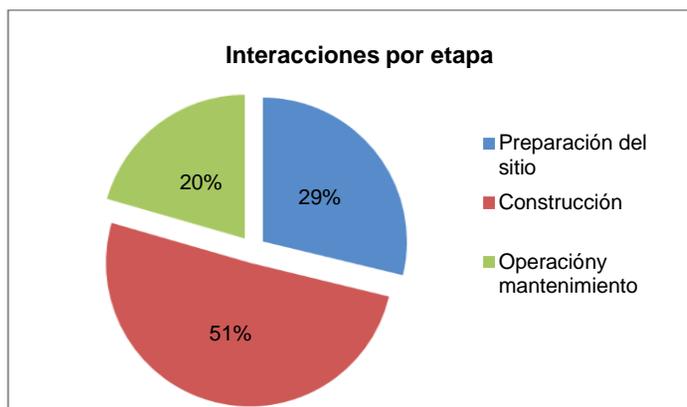


Figura V.2.2. Distribución de interacciones por etapa

CAPÍTULO V

V.3 Valoración de los impactos.

Con proyecto y sin medidas

A continuación se describen los impactos identificados por categoría. En esta valoración no se contempla el criterio “T” referente a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos conforman un escenario “sin medidas de mitigación”.

Con la gráfica siguiente se puede observar cuáles son las actividades de la etapa de Preparación del sitio que generarían más impactos de los 73 identificados en un escenario “sin medidas”. Se observan en la gráfica en mayor proporción impactos Inapreciables (I), seguidos de los Menores (M), y cuatro impactos Moderados (Md) principalmente por desmonte requerido para instalar las áreas operativas, caminos internos y las propias bases de los aerogeneradores, que como se verá más adelante genera una afectación a la vegetación y al suelo.

Se observan al desmonte y despalme como las principales actividades impactantes en esta etapa, debido a la remoción de vegetación principalmente no forestal y el retiro de la primera capa de suelo para desplante de áreas operativas y caminos. Las actividades que menos generan impactos es la instalación de obras provisionales e instalación de obras de desvío de agua pluvial, así mismo estos impactos se ubican en las categorías de menor significancia.

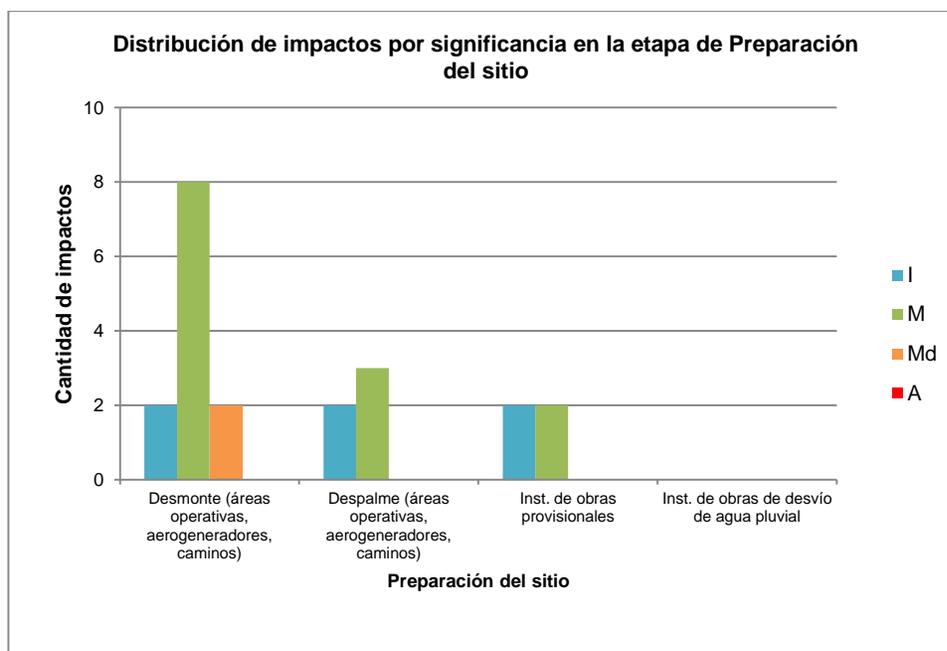


Figura V.3.1. Distribución de impactos por tipo de significancia – Preparación del sitio

CAPÍTULO V

Con la gráfica siguiente se puede observar cuáles son las actividades de la etapa de Construcción que generarían más impactos de los 73 identificados en un escenario “sin medidas”. Se observan en la gráfica en mayor proporción impactos Inapreciables (I), seguidos de los Menores (M). Los impactos Moderados se generan por las actividades de revestimiento de caminos e instalación de las torres troncocónicas, hacia la subcategoría del paisaje, ya que se trata de la instalación de actuaciones humana permanentes que modificarán el fondo escénico.

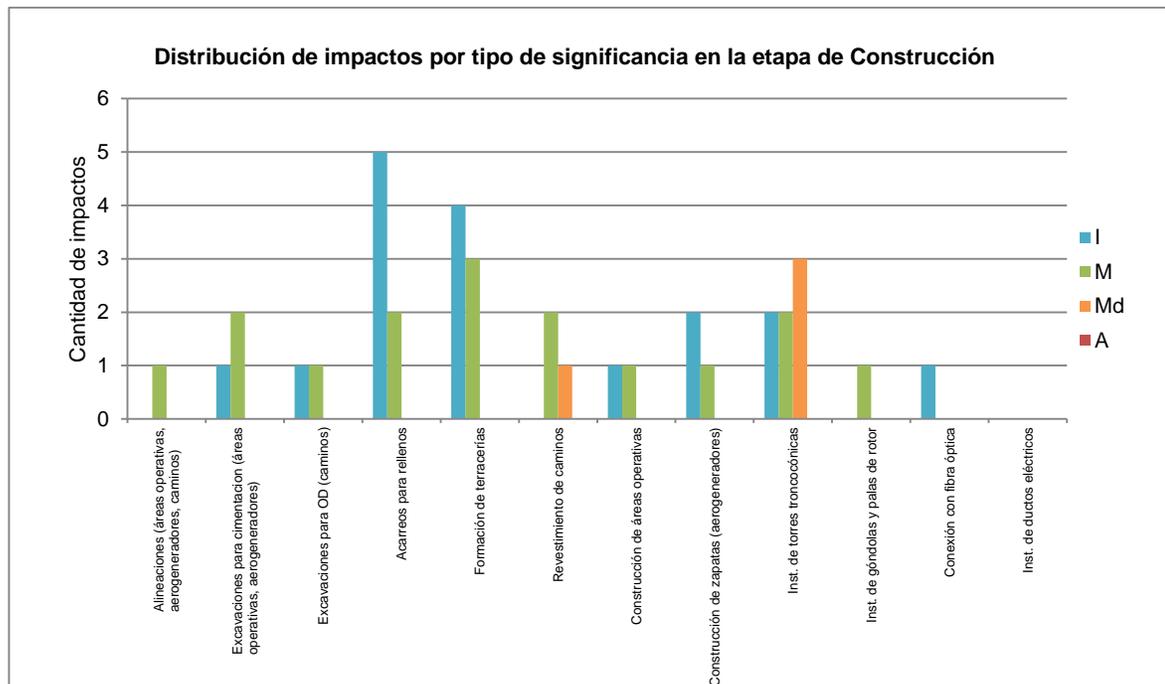


Figura V.3.2. Distribución de impactos por tipo de significancia - Construcción

En el caso de la etapa de operación, se obtiene la gráfica siguiente. En ésta se observa que algunos de los impactos generados son de significancia Moderada y se presentarán durante la operación del proyecto; es importante recordar que es este análisis aún no se determina la naturaleza del impacto (positivo/negativo) sin embargo y de acuerdo a la matriz que se mostrará más adelante, la actividad de operación podrá generar impactos moderado negativos para la categoría de Ecología, pero también impactos Moderados positivos para la categoría de Aspectos de interés humano.

La mayoría de los impactos son Menores y serán generados por las pruebas de operación y mantenimiento, también durante las actividades de mantenimiento se podrán presentar impactos Inapreciables. Estos impactos se asocian principalmente a la categoría de Aspectos de interés humano, algunos de ellos serán positivos como la generación de empleos y actividades económicas, y otros serán negativos ya que se contempla la seguridad de los trabajadores. Estos impactos son Inapreciables, ya que las actividades son puntuales y de corta duración como se explicará en el inciso correspondiente.

CAPÍTULO V

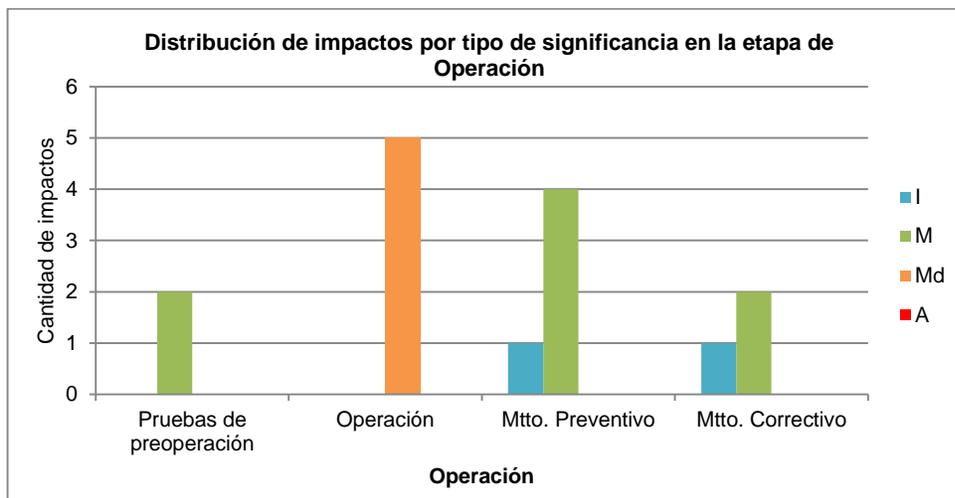


Figura V.3.3. Distribución de impactos por tipo de significancia – Operación y Mtto.

Las tablas siguientes muestran la calificación obtenida de cada interacción componente/actividad para cada criterio, el índice de impacto obtenido y su significancia. Es importante mencionar que la Significancia obtenida en todas las categorías, está determinada por cuatro criterios principalmente: la extensión del impacto, la duración, magnitud y existencia de medidas de mitigación; mismos que a su vez responden al tipo de proyecto y a las características bióticas y abióticas del área en donde se pretende insertar.

Así mismo es importante reiterar que esta valoración no se contempla el criterio “T” referente a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos conforman un escenario “sin medidas de mitigación”.

Ecosistemas

Vegetación

Los impactos a la Vegetación son clasificados como Moderado y Menor. En este caso la vegetación Forestal está representada por especies de las familias Cupressaceae y Pinaceae, que podrán ser afectadas puntualmente por la apertura de caminos interiores y la instalación de algunas torres como la G11, G12, G13 y G14, aunado a esto, de la superficie con afectación permanente, este tipo de vegetación representa el 8.46% y en relación a la superficie del AI es sólo del 0.05%, por lo que la extensión del impacto contribuye a su clasificación en la parte baja (0.52) de la escala de los impactos Moderados (escala de 0.5 – 0.749). En el caso de la vegetación No Forestal el impacto sufrido por el despalme también es de tipo puntual, pues realizará en áreas específicas para caminos interiores y desplante de torres; en cuanto a la superficie que representa respecto a la afectación permanente, se tiene que es del 90.78% y sin embargo en relación al AI es sólo del 0.80%, por ello así como por las cualidades ecológicas de este tipo de vegetación (representada por agricultura y cercos vivos) el impacto se clasifica como Menor (0.49).

CAPÍTULO V

En el caso de las Especies de importancia ecológica, de acuerdo a los datos obtenidos en campo, se observó que para el desplante de las plataformas de maniobra se podrán afectar individuos de *Nolina pseudostrobus* Lindl. y *Cupressus lusitánica* Mill.. Estas afectaciones son puntuales y se calculó que de la primera serían afectados 22 individuos los cuales deberán ser rescatados, mientras que de la segunda son 10 individuos, los cuales ubicados en los sitios (G12, G13, G14), son cultivados con fines de generar cortinas rompevientos en formación de cercos vivos, por lo que no forman parte de la vegetación primaria y no se pondrá en riesgo la integridad del ecosistema. Por ello, y para lograr llevar a cabo un proyecto sustentable, se propone como medida de compensación la siembra en proporción 3:1 de la misma especie en base a los árboles que resulten afectados.

Fauna

En el caso de la fauna, los impactos esperados son Inapreciables, Menores y Moderados. Para la Herpetofauna los impactos son Inapreciables y Menores debido a las actividades de preparación del sitio y excavaciones donde se tiene el riesgo de mortandad, ya que este grupo suele tener periodos de inactividad y enterrarse siendo susceptibles de aplastar. Es importante mencionar que de los individuos encontrados de este grupo, se registraron 7 especies de reptiles de los que la mayoría tiene alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante fueron ubicados pocos individuos debido a la pérdida de nichos por el crecimiento de las áreas de cultivo en la zona. Así también se debe mencionar que se ubicaron generalmente en áreas con vegetación mejor conservada lejanas a las que ocupará el proyecto, es decir, al ubicarse éste dentro de zonas agrícolas es poco probable que estos individuos ocurran en los puntos donde se deban hacer despalmes y excavaciones.

El caso de los anfibios es diferente ya que no se lograron encontrar individuos a pesar de los esfuerzos de muestreo, y de acuerdo a lo observado esto se debe a la presencia humana y uso de pesticidas en los cultivos, además de un pobre manejo de los residuos en la zona; estas especies son muy sensibles, por lo que pequeños cambios en su entorno pueden modificar grandemente sus nichos.

Debido a que ya se tienen evidencias de impactos previos en el sitio, junto con la duración de la actividad impactante, el impacto a este grupo se ubica en la parte media a baja (0.32 y 0.36) de la escala de los impactos Menores llegando a ser Inapreciable (0.20) durante algunas actividades.

Para el grupo de la Ornitofauna se identifican impactos Menores y Moderados, los primeros podrán ocurrir durante el desmonte y los segundos durante las pruebas de operación y operación del proyecto. Al considerar el efecto de la actividad de desmonte hacia la Ornitofauna se encuentra como impacto posible la modificación de microhábitats, el ahuyentamiento por ruido y aunque no se encontraron nidos activos, no se descarta como posible impacto que ellos puedan ser afectados. Las aves observadas durante la salida de campo utilizan los campos cultivo para forrajear y prefieren utilizar los manchones de vegetación forestal y cercos vivos para resguardarse, considerando que este comportamiento se mantenga mientras haya presencia de maquinaria y personal en la etapa de preparación del sitio, las probabilidades de afectación se reducen por lo que el impacto es clasificado en la parte baja (0.32 y 0.36) de la escala de los impactos Menores (escala de 0.25 – 0.499).

CAPÍTULO V

Lo anterior también influye en el impacto probable a las aves durante las pruebas de operación y operación del proyecto, en este caso las aves rapaces serían las que recibirían potencialmente un mayor impacto, pero ya que no se registraron muchos de estos organismos en ambas salidas, ni zonas de anidación el impacto se ubica en la parte media (0.65) de la escala de los Moderados, y Menor (0.45) durante las pruebas de preoperación debido a la duración de esta actividad.

Servicios ambientales

Los servicios ambientales también obtienen un impacto Menor (0.46), asociado a la pérdida de vegetación, la cual colabora en la regulación climática, la protección del suelo y de la biodiversidad; y como se menciona anteriormente ésta pérdida es puntual y representa una superficie reducida en relación al polígono del proyecto y a su área de influencia.

Tabla V.3.1. Evaluación de impactos sin medidas - Ecosistemas

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | | Criterios complementario | | | | Índice básico | Índice complementario | Ind. de Impacto | SIGNIFICANCIA | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|--|-------------------|---|---|---|--------------------------|---|--------|--------|---------------|-----------------------|-----------------|------------------------|--|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia | |
| ECOLOGÍA | Vegetación | Forestal | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0.4815 | 0.1111 | 0.5222 | 0.52 | Md | |
| | | No forestal | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.1111 | 0.4863 | 0.49 | M | |
| | | Especies de importancia ecológica | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0.4815 | 0.1111 | 0.5222 | 0.52 | Md | |
| | Fauna | Herpetofauna | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0741 | 0.3242 | 0.32 | M | |
| | | | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0741 | 0.3616 | 0.36 | M | |
| | | | Excavaciones (cimentación áreas operativas) | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0741 | 0.3616 | 0.36 | M | |
| | | | Excavaciones para OD menor (caminos) | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0741 | 0.3616 | 0.36 | M | |
| | | | Acarreos para rellenos | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0741 | 0.3616 | 0.36 | M | |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0741 | 0.3616 | 0.36 | M | |
| | | | Revestimiento de caminos | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0741 | 0.3616 | 0.36 | M | |
| | | | Construcción de zapatas | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0370 | 0.1971 | 0.20 | I | |
| | | Ornitofauna | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.2222 | 0.2694 | 0.27 | M | |
| | | | Pruebas de pre operación | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0.3704 | 0.1852 | 0.4452 | 0.45 | M | |
| | Operación | | 5 | 2 | 9 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0.5926 | 0.1852 | 0.6529 | 0.65 | Md | | |
| | Mastofauna | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.2222 | 0.0370 | 0.2350 | 0.23 | I | | |
| | Especies de importancia ecológica | Pruebas de pre operación | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0.3704 | 0.1852 | 0.4452 | 0.45 | M | | |
| | | Operación | 5 | 2 | 9 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0.5926 | 0.1852 | 0.6529 | 0.65 | Md | | |
| | Servicios ambientales | Captura de carbono | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.0370 | 0.4580 | 0.46 | M | |
| | | Regulación climática | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.0370 | 0.4580 | 0.46 | M | |
| | | | Revestimiento de caminos | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.0370 | 0.4580 | 0.46 | M | |
| Protección de biodiversidad | | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.0370 | 0.4580 | 0.46 | M | | |
| Protección del suelo | | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.4444 | 0.0370 | 0.4580 | 0.46 | M | | |

CAPÍTULO V

Contaminación ambiental

En esta categoría muchos de los impactos también resultaron poco significativos ya que las emisiones que se pueden generar durante la instalación del proyecto son temporales y de poca magnitud.

Agua

En el caso de la subcategoría Agua, es importante mencionar que aunque dentro del área de estudio existen corrientes intermitentes, éstas no se afectarán debido a la naturaleza del proyecto; los caminos interiores completan la construcción de obras de drenaje menor que permitan tanto el flujo de las corrientes y escurrimientos como del agua de lluvia hacia las pendientes naturales del sitio, de esta forma no se intervendrá su flujo normal y se prevendrá la afectación al proyecto. De esta forma se estima que no se tendrá un efecto hacia la calidad del agua o aprovechamiento de dichos cuerpos de agua.

Únicamente se contempla que de realizarse de forma incorrecta el manejo de material de construcción, éste podría ser arrastrado a las corrientes o escurrimientos cercanos generando turbiedad en el agua, esta situación podría darse también con residuos sólidos arrastrados contaminando estos cauces. Ese impacto sólo se prevé en la etapa de preparación del sitio y aunado a que puede ser prevenido, se clasifica como Inapreciable (0.20).

Suelo

Para esta subcategoría se contempla la compactación por maquinaria al habilitar los caminos de acceso e instalación de obras provisionales así como para la construcción en general, aunque por limitarse estas actividades a la Línea de ceros, este impacto es puntual y temporal. Por lo anterior se clasifica de Inapreciable (0.20) a Menor (0.28).

También como impacto Inapreciable se encuentra la generación de residuos urbanos, se, espera un volumen menor y de forma temporal, principalmente durante las actividades de preparación del sitio y construcción por lo que se clasifica como Inapreciables, el material contemplado a generarse puede incluir desde botellas de plástico, latas de aluminio, papel, cartón, generados por los empleados; así como restos del material utilizado en la construcción y mantenimiento.

Lo anterior aplica también para la generación de residuos peligrosos: el volumen a generar se considera menor y aunado a que cuentan con medida de prevención, el impacto puede ser clasificado como Inapreciable (0.15).

Atmósfera

Para esta subcategoría se considera el ruido generado durante el día, primero por la preparación del sitio y construcción del proyecto y después por la operación del mismo. En el primer caso se espera generación de ruido por la maquinaria y vehículos utilizados en el desmonte, despalme, acarreo, formación de terracerías, instalación de torres troncocónicas y de góndolas; esta emisión será temporal y puntual por lo que el impacto es Inapreciable (0.19).

CAPÍTULO V

En el segundo caso el impacto se clasifica como Moderado (0.56), ya que la actividad impactante es a largo plazo y se refiere al ruido que se genere por la operación de los aerogeneradores, el cual no será superior a los 68-85 dB en el perímetro del predio, en este caso es importante mencionar que el observador de este impacto será en menor medida el humano y en mayor medida la fauna que llegue a ocurrir en el polígono del proyecto. De la misma forma este impacto, con duración más larga, se observa en la generación de ruido por las noches, y es clasificado también como Moderado (0.60).

Finalmente la calidad perceptible del aire, puede verse afectada, pero con un impacto Inapreciable (0.19) durante las actividades de despalme, acarreo y terracerías, ya que se espera la generación de polvo y en cierta medida gases de combustión generados por la maquinaria y equipo utilizado. Es importante mencionar que este impacto es temporal y cuenta con medida preventiva como se verá en el inciso siguiente.

Tabla V.3.2. Evaluación de impactos sin medidas – Contaminación ambiental

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | Criterios complementario | | | Índice básico | Índice complementario | Ind. de Impacto | SIGNIFICANCIA | | |
|-------------------------|--------------|------------------------------|--|------------------------------------|---|---|--------------------------|---|---|---------------|-----------------------|-----------------|---------------|--------|------------------------|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia |
| CONTAMINACIÓN AMBIENTAL | Agua | Transporte de sólidos | Instalación de obras provisionales | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0370 | 0.1971 | 0.20 | I |
| | | | Excavaciones (cimentación áreas operativas) | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0370 | 0.1971 | 0.20 | I |
| | | | Excavaciones (OD menor en caminos) | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0370 | 0.1971 | 0.20 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0370 | 0.1971 | 0.20 | I |
| | Suelo | Compactación | Instalación de obras provisionales | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0370 | 0.1971 | 0.20 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.2222 | 0.0370 | 0.2350 | 0.23 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0.2222 | 0.1481 | 0.2777 | 0.28 | M |
| | | Residuos urbanos | Instalación de obras provisionales | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2222 | 0.0000 | 0.2222 | 0.22 | I |
| | | | Construcción de áreas operativas | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2222 | 0.0000 | 0.2222 | 0.22 | I |
| | | | Construcción de zapatas | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |
| | | | Conexión con fibra óptica | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1481 | 0.0000 | 0.1481 | 0.15 | I |
| | | | Mantenimiento preventivo | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1481 | 0.0000 | 0.1481 | 0.15 | I |
| | | | Mantenimiento correctivo | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1481 | 0.0000 | 0.1481 | 0.15 | I |
| | | | Residuos sólidos peligrosos | Instalación de obras provisionales | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1481 | 0.0000 | 0.1481 | 0.15 |
| | Atmósfera | Ruido diurno | Acarreos para rellenos | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1481 | 0.0000 | 0.1481 | 0.15 | I |
| | | | Desmonte (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |
| | | | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1481 | 0.0000 | 0.1481 | 0.15 | I |
| | | Operación | 4 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5556 | 0.0000 | 0.5556 | 0.56 | Md | |
| | | Ruido nocturno | Operación | 5 | 2 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.5926 | 0.0370 | 0.6042 | 0.60 | Md |
| | | Calidad perceptible del aire | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1852 | 0.0000 | 0.1852 | 0.19 | I |

CAPÍTULO V

Aspectos estéticos

Paisaje

En esta subcategoría todos los componentes presentan un impacto Moderado, y se esperan principalmente dentro de la etapa de construcción ya que en ésta se establecen las estructuras que soportarán los aerogeneradores, las cuales tendrán una permanencia alta, así mismo se establecerán los caminos interiores que darán acceso permanente a las torres. Es decir se trata de un impacto permanente negativo desde la etapa de construcción y que continúa durante toda la etapa de operación del proyecto.

En este caso el principal impacto sobre el paisaje y el fondo escénico lo general los propios aerogeneradores, los cuales son una actuación humana permanente, que si bien contarán con poca afluencia de observadores podrán ser vistos desde una distancia considerable. A pesar de que el sitio seleccionado para el proyecto, presenta modificaciones al paisaje previas como asentamientos humanos, áreas de agricultura y caminos; los aerogeneradores resaltarán en el paisaje y es importante comentar que en algunas poblaciones estas estructuras son aprovechadas como atractivo turístico, por lo que a mediano o largo plazo podría desarrollarse una actividad económica nueva para las poblaciones cercanas.

Tabla V.3.3. Evaluación de impactos sin medidas – Aspectos estéticos

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | Criterios complementario | | | Índice básico | Índice complementario | Ind. de Impacto | SIGNIFICANCIA | | |
|--------------------|--------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|---|---|--------------------------|---|---|---------------|-----------------------|-----------------|---------------|------|------------------------|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia |
| ASPECTOS ESTÉTICOS | Paisaje | Fondo escénico | Inst. de torres troncocónicas | 6 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6296 | 0.0000 | 0.6296 | 0.63 | Md |
| | | Singularidad o rarezas | Inst. de torres troncocónicas | 6 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6296 | 0.0000 | 0.6296 | 0.63 | Md |
| | | Actuaciones humanas | Revestimiento de caminos | 4 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.5556 | 0.0370 | 0.5678 | 0.57 | Md |
| | | | Inst. de torres troncocónicas | 6 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.6296 | 0.0370 | 0.6405 | 0.64 | Md |

Aspectos de interés humano

Economía

En este caso se contempla en primer lugar la generación de empleos temporales para la instalación del proyecto y para las actividades de mantenimiento; este beneficio se verá en las comunidades cercanas ya que preferentemente se emplearán personas que residan cerca de los frentes de trabajo. Este impacto aunque positivo, al ser temporal se clasifica como Menor y no se contemplaría como necesaria alguna medida de mitigación.

El incremento o impulso a las actividades comerciales también es un impacto positivo y temporal, que se verá durante las actividades de preparación del sitio y construcción cuando se requiera de la compra de material de construcción y arrendamiento de servicios sanitarios por ejemplo; y se presentará en menor medida durante las actividades de operación y mantenimiento. Tampoco en este caso se contemplan medidas de mitigación.

CAPÍTULO V

Social

Para esta subcategoría se considera el aspecto de seguridad de los trabajadores como un impacto negativo, debido a los riesgos de trabajo vinculados a las actividades de construcción y manejo de maquinaria y equipo especial como el requerido para la instalación de góndolas y palas del rotor; sin embargo al ser puntual y de curación corta se clasifica como Menor.

En el caso de la seguridad de la población se consideró al acarreo de las partes que forman al aerogenerador como un riesgo potencial dentro del SA, ya que en este polígono serán utilizados caminos existentes que utilizan las poblaciones cercanas. Este impacto será temporal y es posible su prevención por lo que se clasifica como Menor.

Tabla V.3.4. Evaluación de impactos sin medidas – Aspectos de interés humano

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | Criterios complementario | | | Índice básico | Índice complementario | Ind. de Impacto | SIGNIFICANCIA | | |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------|---|---|--------------------------|---|---|---------------|-----------------------|-----------------|---------------|--------|------------------------|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia |
| ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO | Economía | Actividades comerciales | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 | M |
| | | | Alineaciones | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0000 | 0.3333 | 0.33 | M |
| | | | Excavaciones (cimentación áreas operativas) | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0000 | 0.3333 | 0.33 | M |
| | | | Acarreos para rellenos | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0000 | 0.3333 | 0.33 | M |
| | | | Construcción de áreas operativas | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3333 | 0.0000 | 0.3333 | 0.33 | M |
| | | | Mantenimiento preventivo | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 | M |
| | | | Mantenimiento correctivo | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 | M |
| | | Generación de empleos | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 | M |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 | M |
| | | | Construcción de zapatas | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 | M |
| | | | Operación | 2 | 4 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5556 | 0.0000 | 0.5556 | 0.56 | Md |
| | | | Mantenimiento preventivo | 2 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4074 | 0.0000 | 0.4074 | 0.41 | M |
| | | | Mantenimiento preventivo | 2 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4074 | 0.0000 | 0.4074 | 0.41 | M |
| | | Social | Seguridad de la población | Inst. de torres troncocónicas | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2963 | 0.0000 | 0.2963 | 0.30 |
| | Formación de terracerías (caminos) | | | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2222 | 0.0000 | 0.2222 | 0.22 | I |
| | Seguridad de los trabajadores | | Inst. de torres troncocónicas | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2592 | 0 | 0.2592 | 0.26 | M |
| | | | Inst. de góndolas y palas de rotor | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2592 | 0 | 0.2592 | 0.26 | M |
| | | | Mantenimiento preventivo | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2592 | 0 | 0.2592 | 0.26 | M |
| | | | Mantenimiento correctivo | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2592 | 0 | 0.2592 | 0.26 | M |

Con proyecto y con medidas

A continuación se describen los impactos identificados por categoría. En esta valoración se contempla el criterio “T” referente a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos se refieren a los impactos residuales provocados por el proyecto, dentro de un escenario “con medidas de mitigación”.

En la gráfica siguiente se puede observar cómo se modificó la significancia de los impactos en la etapa de Preparación del sitio en este escenario la actividad de desmante ya no genera impactos de significancia Moderada, convirtiéndose estos en impactos Inapreciables y Menores, por su parte la actividad de despalme disminuye el número de impactos Menores, pasando a ser Inapreciables, igual que en el caso de la instalación de obras provisionales.

CAPÍTULO V

En general se observan en la gráfica en mayor proporción impactos Inapreciables en consecuencia de considerar las medidas de mitigación propuestas.

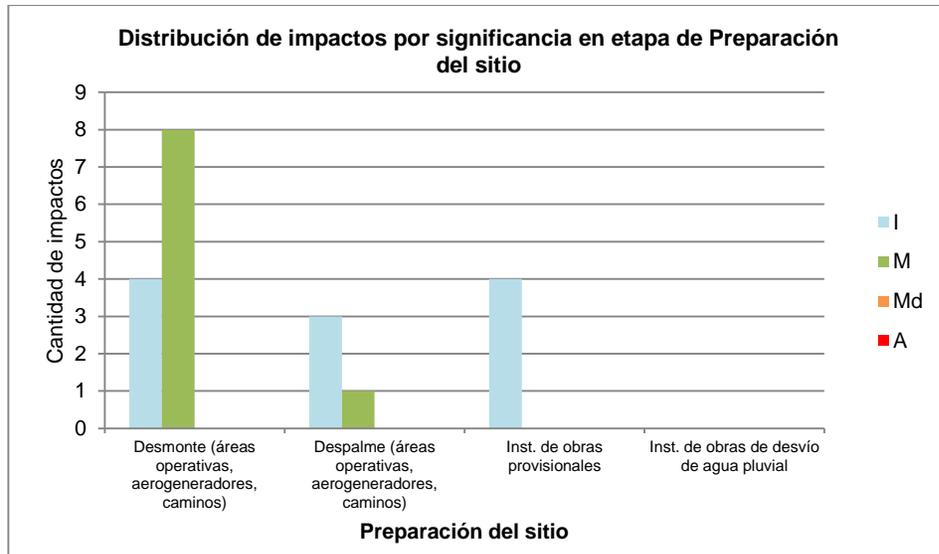


Figura V.3.4. Distribución de impactos con medidas por tipo de significancia – Preparación del sitio

Con la gráfica siguiente se puede observar cuáles impacto actividades presentan una modificación en su significancia en un escenario “con medidas” para la etapa de Construcción. Se observan en la gráfica en mayor proporción impactos Inapreciables (I), seguidos de los Menores (M). Los impactos Moderados se generan por la instalación de las torres troncocónicas, hacia la subcategoría del paisaje, ya que se trata de la instalación de actuaciones humanas permanentes que modificarán el fondo escénico.

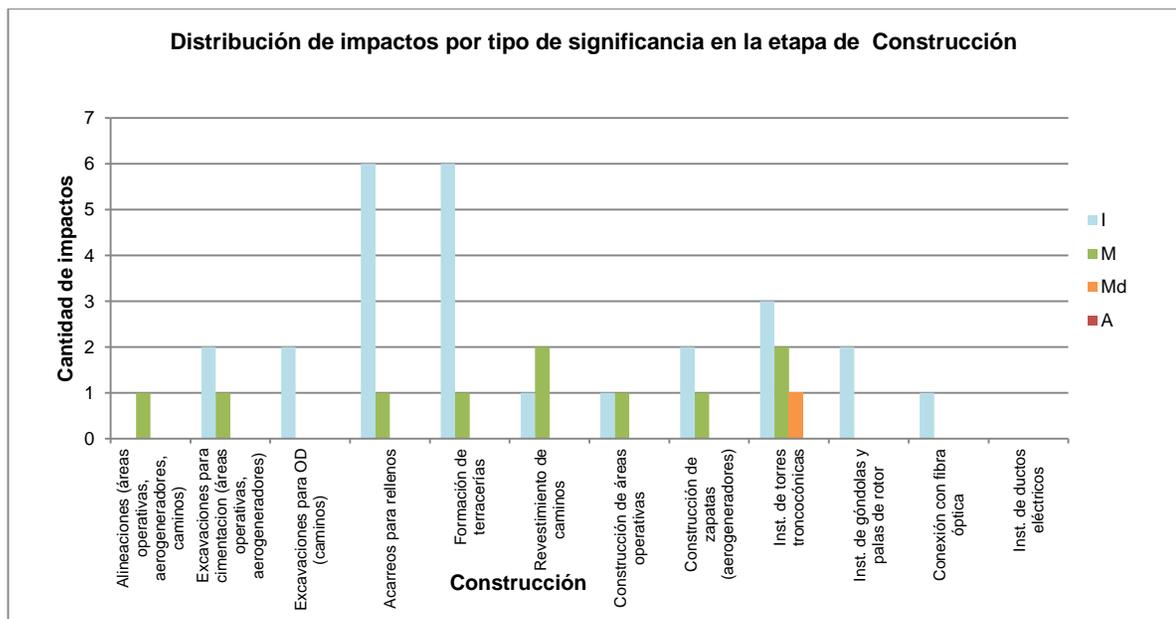


Figura V.3.5. Distribución de impactos con medidas por tipo de significancia - Construcción

CAPÍTULO V

Para la etapa de operación en un escenario con medidas, se obtiene la gráfica siguiente. En ésta se observa que los impactos de significancia Moderada se reducen durante la operación del proyecto, y pasan a tener una significancia Menor. Así también en las actividades como pruebas de operación y mantenimiento, los impactos Menores disminuyen pasando a ser de significancia Inapreciable.

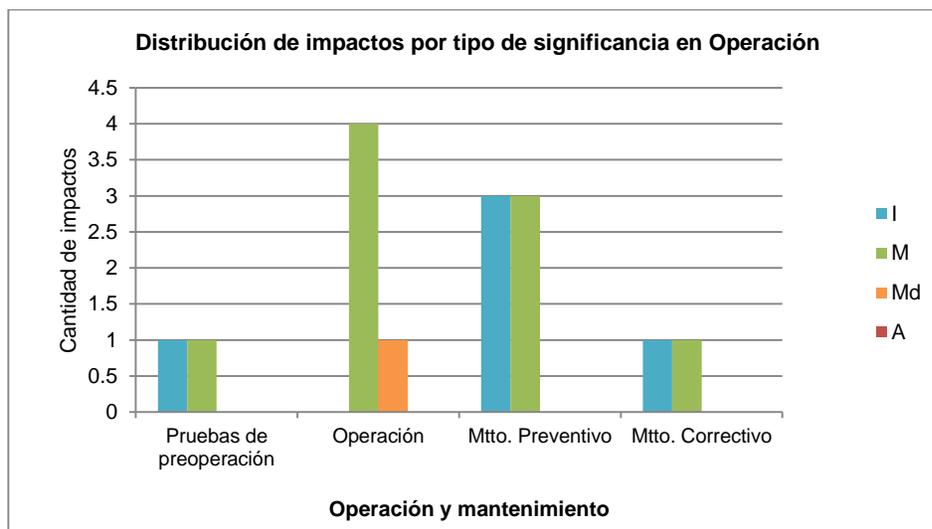


Figura V.3.6. Distribución de impactos con medidas por tipo de significancia – Operación y Mtto.

Ecología

En un escenario donde se apliquen las medidas de mitigación y prevención adecuadas a cada impacto, se podría observar la disminución en la significancia obtenida. En la tabla siguiente se observa que con las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI, se logra disminuir la magnitud de los impactos en esta categoría.

Entre ellas se encuentra la supervisión de actividades para únicamente afectar la superficie dentro de la línea de ceros para los caminos internos y las áreas de maniobras, el rescate de especies de importancia ecológica, el monitoreo y rescate de herpetofauna, algunas acciones para disminuir la probabilidad de colisiones de aves y murciélagos, monitoreo de fauna, etc.

Muchas de las actividades que generan impactos en esta categoría se presentarían en la etapa de preparación del sitio que es la que implica retiro de vegetación y movimiento de material. Es así que para el caso de la Vegetación, las medidas de mitigación colaboran en la reducción de la significancia del impacto a menos de 0.49 puntos con lo que se clasifican como Menores en la parte baja de la escala, este resultado se obtiene al evitar afectar una mayor superficie de la estrictamente requerida, así como el rescate de especies de importancia ecológica y revegetación con *Cupressus lusitánica* (Cedro blanco) en una proporción 3:1, por los árboles que posiblemente resulten afectados por las distintas actividades del proyecto. Es por ello que se considera como impacto residual pero Menor.

CAPÍTULO V

En el caso de la fauna, el impacto con significancia Moderada se ubicó para la ornitofauna y los quirópteros, para estos grupos el impacto logra reducirse a ser residual Menor; aún se contempla como posible una colisión de este tipo de especies con los aerogeneradores para lo cual deberá realizarse un monitoreo que permita modificar y mejorar las actividades de prevención a lo largo de la operación del proyecto.

Por su parte la herpetofauna es muy susceptible a los cambios en su hábitat y también son más vulnerables a ser aplastados con las excavaciones o atropellados en cualquiera de las etapas del proyecto. Se observa aun un impacto residual ya que existe el riesgo de atropello aún con las medidas de mitigación, así como un efecto de modificación de su microhábitats, aunque este impacto es Inapreciable gracias a la aplicación de las medidas de mitigación. Esta misma disminución de la significancia se observa en el grupo de los mamíferos.

Los servicios ambientales asociados a la vegetación y suelo también observan una reducción en su significancia al contemplar las medidas de mitigación, y en este escenario su significancia en Menor en la parte más baja de su escala.

Tabla V.3.5. Evaluación de impactos con medidas - Ecología

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | Criterios complementario | | | Índice básico | Índice complementario | Ind de Impacto | SIGNIFICANCIA | | | |
|-----------|---|-----------------------------------|---|---|---|---|--------------------------|---|---|---------------|-----------------------|----------------|---------------|-------|------------------------|---|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia | |
| ECOLOGÍA | Vegetación | Forestal | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 9 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0.481 | 0.111 | 0.522 | 0.29 | M | |
| | | No forestal | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0.444 | 0.111 | 0.486 | 0.27 | M | |
| | | Especies de importancia ecológica | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 9 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0.481 | 0.111 | 0.522 | 0.29 | M | |
| | Fauna | Herpetofauna | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.296 | 0.074 | 0.324 | 0.18 | I | |
| | | | Despalme (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.333 | 0.074 | 0.362 | 0.24 | I | |
| | | | Excavaciones (cimentación áreas operativas) | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.333 | 0.074 | 0.362 | 0.24 | I | |
| | | | Excavaciones para OD menor (caminos) | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.333 | 0.074 | 0.362 | 0.24 | I | |
| | | | Acarreos para rellenos | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.333 | 0.074 | 0.362 | 0.24 | I | |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.333 | 0.074 | 0.362 | 0.20 | I | |
| | | | Revestimiento de caminos | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.333 | 0.074 | 0.362 | 0.24 | I | |
| | | | Construcción de zapatas | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.185 | 0.037 | 0.197 | 0.13 | I | |
| | | Ornitofauna | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0.185 | 0.222 | 0.269 | 0.12 | I | |
| | | | Pruebas de pre operación | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0 | 4 | 0.370 | 0.185 | 0.445 | 0.25 | I | |
| | | | Operación | 5 | 2 | 9 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0.593 | 0.185 | 0.653 | 0.44 | M | |
| | | Mastofauna | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.222 | 0.037 | 0.235 | 0.13 | I | |
| | | | Especies de importancia ecológica | Pruebas de pre operación | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0.370 | 0.185 | 0.445 | 0.30 | M |
| | | Operación | | 5 | 2 | 9 | 1 | 4 | 0 | 3 | 0.593 | 0.185 | 0.653 | 0.44 | M | |
| | | Servicios ambientales | Captura de carbono | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.444 | 0.037 | 0.458 | 0.25 | M |
| | | | | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.444 | 0.037 | 0.458 | 0.25 | M |
| | | | Regulación climática | Revestimiento de caminos | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.444 | 0.037 | 0.458 | 0.25 | M |
| | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | | | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.444 | 0.037 | 0.458 | 0.25 | M | |

CAPÍTULO V

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | Criterios complementario | | | | Índice básico | Índice complementario | Ind de Impacto | SIGNIFICANCIA | |
|-----------|--------------|----------------------|---|-------------------|---|---|--------------------------|---|---|---|---------------|-----------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia |
| | | d | | | | | | | | | | | | | |
| | | Protección del suelo | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 1 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0.444 | 0.037 | 0.458 | 0.25 | M |

Contaminación ambiental

En el caso de las emisiones contaminantes, se considera que pueden ser minimizadas al máximo por medio de las medidas de prevención propuestas, ya que como se menciona en el escenario sin medidas, su volumen esperado es menor y su emisión es temporal y puntual.

Agua

Entre las actividades preventivas se tiene la instalación de sanitarios portátiles y el correcto almacenamiento de material de construcción, durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Suelo

Los impactos al suelo pueden ser prevenidos contemplando un adecuado manejo de cada tipo de residuo, poniendo especial atención a los residuos peligrosos. De acuerdo al tipo de proyecto, a las actividades de instalación y a las actividades de operación requeridas, se considera que los residuos peligrosos tendrán un volumen mínimo facilitando su manejo y almacenamiento temporal. Además de que se deberá contratar una empresa que cuente con permiso para su transporte, manejo y disposición final. En el caso de los residuos no peligrosos, se deberá contemplar su disposición en los basureros o rellenos municipales en localidades cercanas, gestionando su recepción con la autoridad correspondiente.

Atmósfera.

Durante la preparación del sitio y construcción se evitará realizar actividades durante la noche, y durante las actividades diurnas que generen ruido se pondrá a disposición de los trabajadores el equipo necesario para su protección personal; y ya que se contempla que este tipo de actividades ocurran de forma dispersa, no se requieren medidas adicionales para su mitigación. En este escenario el impacto es Inapreciable; para la etapa de operación en cambio, se observa a la generación de ruido diurno y nocturno como un impacto residual Menor.

También en las etapas de preparación del sitio y construcción, se contempla la generación de polvo y gases de combustión por la operación de vehículos y maquinaria de construcción, sin embargo por la duración de la actividad generadora del impacto, su extensión, y la aplicación de las medidas de prevención y reducción propuestas, la afectación se califica como Inapreciable en este escenario.

Durante la etapa de Operación y mantenimiento, estas emisiones serán mucho menores en volumen, será una emisión periódica y puntual; lo que junto con las medidas de mitigación adecuadas para su manejo disminuye su significancia a una categoría de Inapreciables.

CAPÍTULO V

Tabla V.3.6. Evaluación de impactos con medidas – Contaminación ambiental

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | Criterios complementario | | | Índice básico | Índice complementario | Ind de Impacto | SIGNIFICANCIA | | |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|---|---|--------------------------|---|---|---------------|-----------------------|----------------|---------------|-------|------------------------|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia |
| CONTAMINACIÓN AMBIENTAL | Agua | Transporte de sólidos | Instalación de obras provisionales | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.185 | 0.037 | 0.197 | 0.04 | I |
| | | | Excavaciones (cimentación áreas operativas) | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.185 | 0.037 | 0.197 | 0.04 | I |
| | | | Excavaciones (OD menor en caminos) | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.185 | 0.037 | 0.197 | 0.04 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.185 | 0.037 | 0.197 | 0.04 | I |
| | Suelo | Compactación | Instalación de obras provisionales | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.185 | 0.037 | 0.197 | 0.04 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0.222 | 0.037 | 0.235 | 0.05 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 7 | 0.222 | 0.148 | 0.278 | 0.06 | I |
| | | Residuos urbanos | Instalación de obras provisionales | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.222 | 0.000 | 0.222 | 0.05 | I |
| | | | Construcción de áreas operativas | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.222 | 0.000 | 0.222 | 0.05 | I |
| | | | Construcción de zapatas | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.04 | I |
| | | | Conexión con fibra óptica | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.03 | I |
| | | | Mantenimiento preventivo | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.03 | I |
| | | | Mantenimiento correctivo | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.03 | I |
| | | | Generación de residuos peligrosos | Instalación de obras provisionales | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.05 |
| | Acarreos para rellenos | 2 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.05 | I | |
| | Formación de terracerías (caminos) | 2 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.05 | I | |
| | Instalación de torres troncocónicas | 2 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.05 | I | |
| | Inst. de góndolas y palas de rotor | 2 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.05 | I | |
| | Atmósfera | Ruido diurno | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.06 | I |
| | | | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.06 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.06 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.148 | 0.000 | 0.148 | 0.05 | I |
| | | | Operación | 4 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.556 | 0.000 | 0.556 | 0.37 | M |
| | | Ruido nocturno | Operación | 5 | 2 | 9 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0.593 | 0.037 | 0.604 | 0.40 | M |
| | | Calidad perceptible del aire | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.08 | I |
| | | | Acarreos para rellenos | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.08 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.185 | 0.000 | 0.185 | 0.08 | I |

Aspectos estéticos

Paisaje

La afectación a este factor es permanente como se menciona en el escenario sin medidas, y no se contemplan medidas que puedan mitigar de alguna forma el impacto visual provocado por las estructuras de los aerogeneradores; sin embargo algunas medidas para la conservación de elementos como la vegetación, las actividades compensatorias de reforestación, el manejo correcto de residuos, entre otras, podrían de forma indirecta atenuar el impacto al paisaje. Por lo anterior, en este escenario los impactos tienen significancia menor y Moderada, ya que no se deja de lado que la modificación del paisaje es permanente.

En cierta medida y como se menciona dentro del escenario “sin medidas” la instalación de la torres para aerogeneradores podrían aportar un valor más alto a la singularidad y fondo escénico del paisaje.

CAPÍTULO V

Tabla V.3.7. Evaluación de impactos con medidas – Aspectos estéticos

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | | Criterios básicos | | | | Criterios complementario | | | Índice básico | Índice complementario | Ind de Impacto | SIGNIFICANCIA | |
|--------------------|--------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|---------------|-----------------------|----------------|---------------|------------------------|
| | | Componente | Actividad | M | E | D | S | A | C | T | MED | SAC | II | S | Clase de significancia |
| ASPECTOS ESTÉTICOS | Paisaje | Fondo escénico | Inst. de torres troncocónicas | 6 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.630 | 0.000 | 0.630 | 0.42 | M |
| | | Singularidad o rarezas | Inst. de torres troncocónicas | 6 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.630 | 0.000 | 0.630 | 0.49 | M |
| | | Actuaciones humanas | Revestimiento de caminos | 4 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0.556 | 0.037 | 0.568 | 0.44 | M |
| | | | Inst. de torres troncocónicas | 6 | 2 | 9 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0.630 | 0.037 | 0.641 | 0.50 | Md |

Aspectos de interés humano

Economía

Los impactos encontrados en esta subcategoría en un escenario “sin medidas” son de tipo positivo y no se contemplan medidas preventivas o de mitigación para este tipo de impacto. Por lo que la significancia no se modifica en este escenario. El resultado son impactos positivos residuales de tipo temporal como son generación de empleos y actividades de compra, venta y renta de productos o servicios en la zona del proyecto para las etapas de Preparación del sitio y Construcción; e impactos positivos residuales permanentes por la generación de empleos para la Operación del proyecto, en este caso aunque la generación de empleos es menor serán permanentes, aunado a los eventos en los que se requiera personal extra para realizar algún tipo de mantenimiento, el impacto tienen mayor significancia. También en el caso de la Operación y mantenimiento las actividades comerciales generadas podrán ser de un menor volumen pero generarse periódicamente mientras se encuentre en operación el proyecto.

Seguridad de los trabajadores.

El aspecto de seguridad de los trabajadores se contempla como un impacto negativo, el cual puede ser minimizado e incluso evitado con las medidas de seguridad adecuada y una capacitación general a al personal acerca de la seguridad e higiene que se debe tener en las distintas actividades que conforman el proyecto, en especial aquellas relacionadas a la instalación de góndolas y palas de rotor las cuales requieren equipo especial. Al ser puntual y de curación corta se clasifica como Inapreciable con las medidas propuestas.

En el caso de la Seguridad de la población durante el transporte de las piezas que conforman los aerogeneradores, se considera que con las medidas adecuadas de seguridad como señalización preventiva, informativa y restrictiva, control de velocidad, etc., este impacto podrá ser educido a una significancia Inapreciable.

CAPÍTULO V

Tabla V.3.8. Evaluación de impactos con medidas – Aspectos de interés humano

| Categoría | Subcategoría | IMPACTO AMBIENTAL | Criterios básicos | | | | Criterios complementario | | | | Índice básico | Índice complementario | Ind de Impacto | SIGNIFICANCIA | |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--|---|---|---|--------------------------|---|---|-------|---------------|-----------------------|----------------|---------------|----|
| | | | M | E | D | S | A | C | T | MED | | | | SAC | II |
| ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO | Economía | Actividades comerciales | Despalme (áreas, operativas, aerogeneradores, caminos) | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.30 | M |
| | | | Alineaciones | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.333 | 0.000 | 0.333 | 0.33 | M |
| | | | Excavaciones (cimentación áreas operativas) | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.333 | 0.000 | 0.333 | 0.33 | M |
| | | | Acarreos para rellenos | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.333 | 0.000 | 0.333 | 0.33 | M |
| | | | Construcción de áreas operativas | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.333 | 0.000 | 0.333 | 0.33 | M |
| | | | Mantenimiento preventivo | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.30 | M |
| | | Mantenimiento correctivo | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.30 | M | |
| | | Generación de empleos | Desmante (áreas operativas, aerogeneradores, caminos) | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.30 | M |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.30 | M |
| | | | Construcción de zapatas | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.30 | M |
| | | | Operación | 2 | 4 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.556 | 0.000 | 0.556 | 0.56 | Md |
| | | | Mantenimiento preventivo | 2 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.407 | 0.000 | 0.407 | 0.41 | M |
| | Mantenimiento preventivo | | 2 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.407 | 0.000 | 0.407 | 0.41 | M | |
| | Social | Seguridad de la población | Inst. de torres troncocónicas | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.296 | 0.000 | 0.296 | 0.13 | I |
| | | | Formación de terracerías (caminos) | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.222 | 0.000 | 0.222 | 0.07 | I |
| | | Seguridad de los trabajadores | Inst. de torres troncocónicas | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.259 | 0.000 | 0.259 | 0.09 | I |
| | | | Inst. de góndolas y palas de rotor | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.259 | 0.000 | 0.259 | 0.09 | I |
| | | | Mantenimiento preventivo | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.259 | 0.000 | 0.259 | 0.09 | I |
| Mantenimiento correctivo | | | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.259 | 0.000 | 0.259 | 0.09 | I | |

V.4 Impactos residuales.

Eliminación de la capa vegetal

La residualidad del impacto deviene del hecho de que todas las áreas de ocupación permanente (área de cimentación, parte de la plataforma de montaje, superficie que ocupará la subestación eléctrica y la superficie de caminos), no podrá recuperar la cubierta vegetal actualmente presente mientras el proyecto se encuentre establecido.

Alteración del desplazamiento de la fauna silvestre.

Bajo el concepto de desplazamiento de la fauna silvestre, el impacto residual considera tanto el efecto que se ocasionará sobre pequeños vertebrados terrestres que deberán modificar sus rutas cotidianas de desplazamiento, como consecuencia de la apertura de brechas y de espacios que perderán su cobertura original, como también la de vertebrados voladores que normalmente cruzan el espacio aéreo de esta zona y que, al percibir la presencia de los aerogeneradores operando, gradualmente irán modificando su conducta para encontrar rutas alternativas de tránsito. Al inicio será probable la ocurrencia de colisiones con las palas de los rotores y ese efecto deberá disminuir gradualmente a lo largo de la vida útil del proyecto, tanto por el aprendizaje natural de los individuos de las especies ahí presentes, como por el resultado de las medidas de disuasión y/o de atracción alternativa que habrá de desarrollarse y que se describen en el capítulo VI de esta MIA.

El carácter residual del impacto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto, aunque su intensidad y magnitud tenderá a disminuir en el corto plazo.

CAPÍTULO V

Modificación de la visibilidad.

La presencia “novedosa” de los aerogeneradores en la línea de paisaje que conforma el escenario actual del SAR, con cerros, valles u otras formaciones, propiciará entre los pobladores perceptores del efecto, una modificación de la visibilidad del fondo del paisaje, al resultar impedida la penetración visual normal que ha caracterizado a la zona. Se trata de un efecto residual que permanecerá en tanto estén emplazados en ese espacio los aerogeneradores y que, además, no encuentra ninguna acción de mitigación como pudieran ser barreras arbóreas o cortinas naturales, dada la altura de las torres que sostienen a las góndolas.

Alteración de la calidad paisajística.

El efecto de este impacto está ligado al anteriormente descrito. La residualidad tiene el mismo origen y se traduce en cuanto a la percepción que se formaran los habitantes de los poblados próximos al sitio de emplazamiento del proyecto. Al respecto la experiencia indica que al principio ésta será de atracción por el impacto visual favorable que ocasiona en muchas personas observar a los aerogeneradores funcionando, sin embargo ello representa una afectación negativa sobre la actual calidad paisajística al introducir en el escenario nuevos componentes de origen totalmente antropogénico.

Modificación de la fragilidad del paisaje.

La residualidad de este impacto también deriva de la incorporación de los aerogeneradores en el escenario y lo que ello representa en relación al deterioro que ha derivado de la modificación del entrono por el desarrollo de cultivos en la zona y la pérdida de la cubierta vegetal original, lo que ha propiciado una característica de fragilidad.

V.5 Impactos acumulativos.

Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Modificación del uso del suelo.

La acumulación de la modificación del uso de suelo que resultará del establecimiento del proyecto podrá derivar de la interacción con el efecto similar que se ha registrado, y que se registra actualmente, en el espacio geográfico que ocupa el SAR, consecuencia de la apertura de terrenos al cultivo agrícola de temporal y a la habilitación de caminos de acceso, así como, en menor medida a la ganadería extensiva. No debe pasarse por alto que estas estimaciones no consideran la aplicación de las medidas de compensación que se detallan en el capítulo VI y que al aplicarse mantendrán los actuales niveles de terrenos con vegetación alterada.

De la relación de impactos antes detallada y, tomando como referencia la matriz de caracterización de impactos ambientales, la pérdida de cobertura vegetal, es el impacto con índice de incidencia más alto así como una magnitud, en términos de extensión alta, sin embargo como ya se analizó previamente, no corresponde a un impacto relevante en términos del Reglamento en la materia, es decir en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema.

CAPÍTULO V

V.6 Conclusiones.

La gráfica siguiente muestra el nivel de significancia obtenido para algunos de los componentes evaluados, dentro de los escenarios propuestos del proyecto “sin medidas de mitigación” y “con medidas de mitigación”.

Se observa que pocos de los casos seleccionados, llegan a presentar impactos Moderados, a excepción del componente de Actuaciones humanas, el cual modifica al paisaje de la zona de forma permanente. En esta categoría de significancia se observa a las especies de fauna de importancia ecológica, donde se incluye a los murciélagos y algunas especies de Herpetofauna bajo alguna categoría de protección.

El resto de los impactos negativos “sin medidas” son mayormente Menores, esto se debe, como ya se ha mencionado, al tipo de proyecto ya que las actividades de Preparación del sitio y Construcción se realizan en sitios puntuales y de forma temporal. Es así que las medidas de mitigación enfocadas al acotamiento de la superficie y vegetación afectada logran impactos residuales Inapreciables y Menores para los que no se consideran medidas adicionales a las ya presentadas.

En el caso de las etapas de Operación y mantenimiento, los impactos a estos mismos componentes seleccionados, en un escenario “sin medidas” son también Inapreciables, ya que las actividades a realizar se desarrollan en las mismas instalaciones, y por la naturaleza de las actividades la generación de residuos es baja. Por lo anterior su prevención y mitigación es muy factible con las actividades propuestas, disminuyendo su impacto a la parte más baja de los impactos Inapreciables en un escenario “con medidas”.

En el caso de la seguridad de los trabajadores, se observa la reducción de la significancia del impacto en un escenario “con medidas”.

CAPÍTULO V

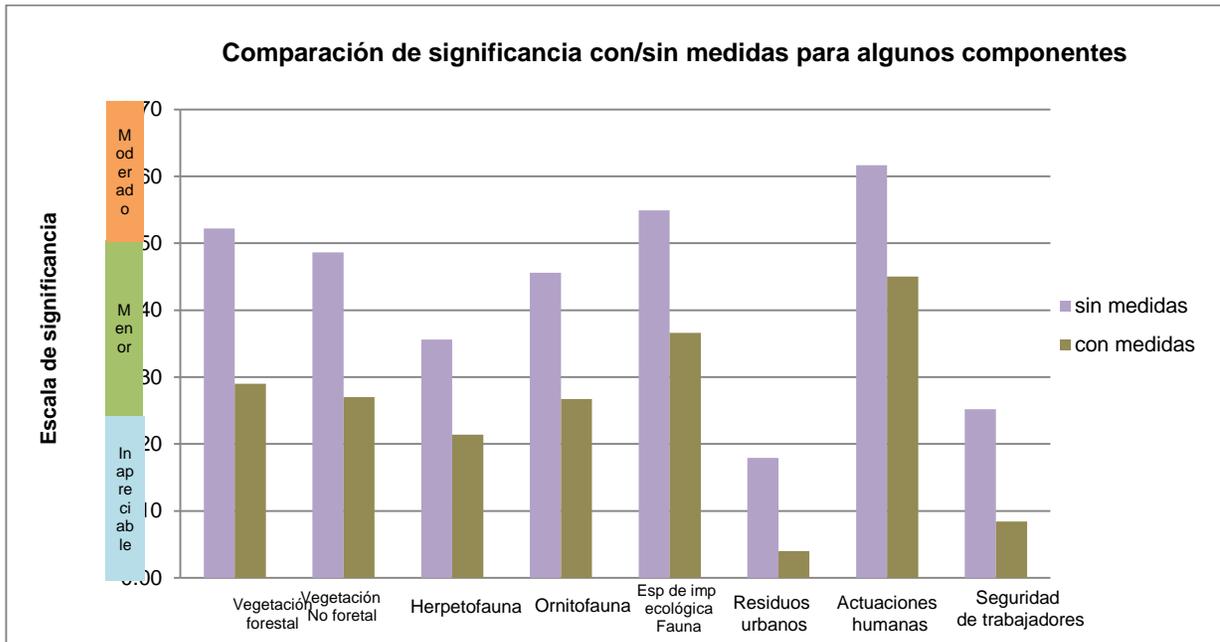


Figura V.6.1. Comparación de impactos para principales componentes ambientales afectados, en los dos escenarios evaluados

CAPÍTULO VI

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Programa de manejo ambiental

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirán por la preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto instalación de la Central Eólica México 2 realizado en el capítulo V, en este apartado se presentan las medidas y acciones a seguir para prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos que generará el proyecto durante estas diferentes etapas.

Las medidas propuestas en este capítulo, se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la identificación y evaluación de impactos realizada en el capítulo V; donde se obtuvieron impactos negativos Moderados para el componente de vegetación forestal, especies vegetales de importancia ecológica, Ornitofauna, especies de importancia ecológica de fauna y la subcategoría del Paisaje principalmente.

Cabe destacar que el conjunto de medidas de prevención y mitigación propuestas para cada factor ambiental se encuentran en función de los impactos que sobre estos generara la obra, por lo que se considera lo siguiente:

- Las medidas de prevención, mitigación, compensación, remediación o rehabilitación, son propuestas con base en los impactos Moderados y las actividades de mayor efecto del proyecto, que se detectaron durante la evaluación de interacciones en la matriz de identificación de impactos.
- La ejecución de las medidas propuestas pueden aplicarse antes, durante y después de la obra.

El tipo de medidas se define brevemente como sigue:

- Medidas preventivas (Pr). Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- Medidas de remediación (Re). Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- Medidas de rehabilitación (Rh). Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del SAR.
- Medidas de compensación (Cm). Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
- Medidas de reducción (Rd). Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

CAPÍTULO VI

Ecosistemas

Tabla VI.1.1. Actividades de mitigación para la vegetación

| Vegetación |
|---|
| <p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en plataformas de maniobra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Llevar a cabo Acciones de plantación, rescate y reubicación de flora silvestre, con la finalidad de promover la conservación y protección de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas que pertenecen algunos grupos de interés ecológico que pudieran verse afectadas por las distintas obras y actividades del proyecto, entre las que destacan: <i>Corallorhiza macrantha</i> (orquídea terrestre), <i>Nolina parviflora</i> (Sotol), <i>Tillandsia erubescens</i> (Piñitas) y <i>Echeveria mucronata</i> (Echeveria). Antes de iniciar con las operaciones de desmonte, realizar recorrido sobre las superficies referidas del proyecto para identificar y marcar los individuos a rescatar y reubicar. (Consultar anexo)</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción y prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Duración:</u> preparación del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Material para recolecta individuos, manejo y siembra.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> No arrojar productos del desmonte sobre la vegetación aledaña. El material producto de corte deberá ser retirado completamente, evitar que el material escurra ladera abajo en algunos sitios y tratar de afectar lo menos posible la vegetación circundante.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión de las actividades</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> La remoción de la vegetación se hará paulatinamente a fin de minimizar la afectación al hábitat de algunas especies de fauna existente en la zona de estudio</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Todas la duración del proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Prohibir el uso de químicos y fuego para realizar el desmonte</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Mientras se haga el desmonte</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Llevar a cabo tareas de plantación con <i>Cupressus lusitánica</i> (Cedro blanco) en una proporción 3:1, por los árboles que posiblemente resulten afectados por las distintas actividades del proyecto. Es importante</p> |

CAPÍTULO VI

| Vegetación |
|--|
| <p>gestionar algunas áreas con los ejidatarios para llevar a cabo esta actividad. Evitar una plantación con especies introducidas.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> ---</p> <p><u>Recursos:</u> Individuos de cedro blanco, equipo mantenimiento temporal, siembra y monitoreo.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para la construcción y operación de la central eólica. Se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurra él o sus trabajadores</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Preventiva</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |

Tabla VI.1.2. Actividades de mitigación para la fauna

| Fauna |
|---|
| <p><u>Actividad:</u> Rescate de herpetofauna. Antes de comenzar con la cimentación de las torres, se deberá revisar toda el área para capturar a todos los organismos de estos grupos que se lleguen a observar, una vez capturados se colocarán en sacos de manta para que no se lastimen y posteriormente se reubicarán en zonas de similares condiciones ambientales dentro del sistema ambiental delimitado. Para esta actividad se debe contar con especialistas en el manejo y ecología de la herpetofauna para identificar adecuadamente cada organismo y los sitios de reubicación.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Material para manejo de individuos</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Revisión de nidos activos. A pesar de que no se detectaron nidos se deberá realizar una revisión en el área sujeta a cambio de uso de suelo, en dado caso de que se lleguen a encontrar nidos sin actividad reproductiva, estos deberán ser destruidos de inmediato, para evitar esta actividad se recomienda realizar el cambio de uso de suelo durante la temporada seca.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Material para avistamiento</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Ahuyentamiento de mamíferos. Para este grupo solo será necesario ahuyentar a los organismos que se encuentren en el área, no es necesario realizar acciones especiales para ello, muchas especies incluso huirán del área con la presencia del personal, solamente en caso de que algunos organismos sean renuentes a salir del área se deberá realizar un esfuerzo para capturarlo y reubicarlo; se deberán colocar trampas Sherman o Tomahawk para capturarlos y reubicarlos en sitios de similares o mejores condiciones ambientales dentro del sistema ambiental delimitado.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Trampas, guantes, material para manejo de individuos.</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p> |
| <p><u>Actividad:</u> No se permitirá la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar en el área del proyecto, principalmente de aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> |

CAPÍTULO VI

| Fauna |
|---|
| <p>Tipo de medida: Prevención</p> <p>Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p>Duración: Todas las etapas</p> <p>Recursos: Capacitación ambiental</p> <p>Vinculación: --</p> |
| <p>Actividad: Prevención de mortandad de ornitofauna y quiróptero-fauna. Este es el impacto es el más notable dentro del proyecto, existen algunas medidas generales que pueden evitar las colisiones de la mayor parte de las aves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar la visibilidad de las hélices pintándolas con pintura distintiva o UV (Hötker et al., 2006; Drewitt & Langston 2006). - Son preferibles los aerogeneradores que funcionan con una menor velocidad de rotación (este tipo de generador es el más extendido en el ámbito marino). - El cese de actividad de las turbinas ayuda a reducir el riesgo de colisión, en especial durante las noches con un paso migratorio importante o con condiciones meteorológicas adversas (Hötker et al., 2006; Fox et al., 2006; Hüppop et al., 2006). Esta medida es de gran utilidad para aerogeneradores conflictivos, en los que se producen varios eventos de colisión. - Para reducir el número de aves que son atraídas por las luces de advertencia aeronáuticas, en periodos de poca visibilidad es recomendable el uso de flashes de luz intermitente, en lugar de luz continua (Hötker et al., 2006; Hüppop et al., 2006; Blew et al., 2008) - La efectividad de estas medidas debe corroborarse por medio de una supervisión ambiental durante un periodo mínimo de dos años una vez que el proyecto inicie operaciones, durante este periodo también se deberán monitorear las poblaciones de los grupos de vertebrados en los que se pueden presentar coaliciones con los aerogeneradores (aves y murciélagos) para que de ser necesario establecer medidas más precisas. <p>Tipo de medida: Prevención</p> <p>Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo) y promovente</p> <p>Duración: Operación del proyecto</p> <p>Recursos: capacitación y supervisión.</p> <p>Vinculación: --</p> |
| <p>Actividad: Recuperación de hábitats. La recuperación de los hábitats afectados durante la construcción del proyecto se obtiene mediante las medidas de reforestación sugeridas, que además de resarcir los impactos generados hacia la vegetación también favorecen a la fauna silvestre y se evitan los diversos procesos de erosión que se presentan en la región.</p> <p>Tipo de medida: Compensación</p> <p>Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p>Duración: ---</p> <p>Recursos: Los requeridos para la reforestación</p> <p>Vinculación: --</p> |
| <p>Actividad: Monitoreo de puntos críticos (aves y murciélagos).</p> <p>Tipo de medida: Reducción</p> <p>Responsable: Supervisor ambiental y promovente</p> <p>Duración: Operación del proyecto</p> <p>Recursos: Material y equipo para monitoreo de aves</p> <p>Vinculación: --</p> <p>Descripción: El monitoreo de puntos críticos se establece para determinar el impacto que podrían generar los aerogeneradores a especies de fauna más susceptibles, como lo son aves y murciélagos que debido a sus hábitos pueden morir al ser golpeados por las aspas de los aerogeneradores, si bien las condiciones ambientales del área donde se construirá el proyecto, se debe tener certeza de que los aerogeneradores no generarán impactos severos a las poblaciones que aún sobreviven en ella.</p> <p>Para aves y murciélagos los monitoreos incluyen actividades de búsqueda directa e indirecta (cadáveres) pero cada uno de ellos se necesitan metodologías diferentes que se describen a continuación</p> |

CAPÍTULO VI

Fauna

Monitoreo aves

El procedimiento para las aves consta de dos actividades primarias, el establecimiento de puntos de observación y la búsqueda intensiva de cadáveres o cualquier resto que se encuentre en los alrededores del aerogenerador, para ambas actividades es prioritario contar con ornitólogos especializados y con la experiencia en la identificación de aves por observación, canto y restos

Puntos de observación

El objetivo de esta actividad es determinar si existen especies que se sientan atraídas por la operación de los aerogeneradores, por lo tanto a una distancia de 75 metros de la base del aerogenerador se deberán establecer cuatro puntos de observación, equidistantes para cubrir la mayor superficie de los alrededores del aerogenerador, como se indica en el siguiente esquema

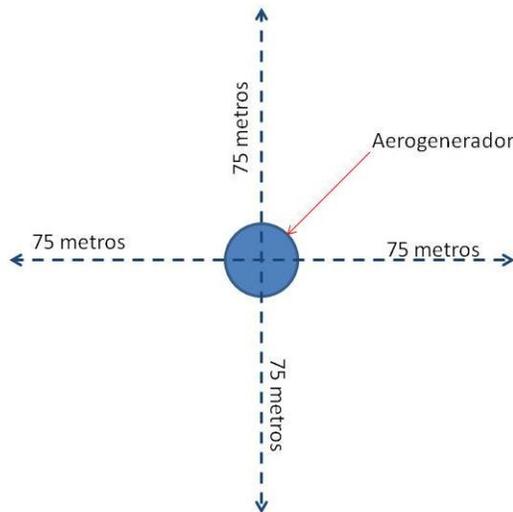


Figura VI.1.1. Esquema del establecimiento de los puntos de observación para cada aerogenerador

En cada punto de observación se permanecerá un tiempo de 15 minutos para tomar registro de todas las aves que lleguen a observarse en ese periodo tomando especial atención en la hora exacta en que se observó cada ave y el comportamiento que tenga, por lo tanto se hace énfasis en contar con personal capacitado en determinar especies por medio de observación con binoculares o telescopios

Se debe visitar por lo menos una vez por semana cada aerogenerador por lo menos un año para tener suficientes datos que permitan identificar adecuadamente variaciones en la presencia de aves debido a los aerogeneradores.

Búsqueda intensiva de cadáveres

Para esta actividad se deben establecer áreas de búsqueda alrededor cubriendo una superficie que sea por lo menos 10% mayor al diámetro del rotor, en este caso tienen un diámetro de 114 metros, por lo que se recomienda establecer áreas cuadrangulares de 150 metros por lado, siempre considerando adaptarlo a las condiciones del terreno y la cobertura vegetal que podría ocasionar que se ocupe mucho tiempo.

Las búsquedas deberán llevarse a cabo a la par del establecimiento de los puntos de observación, pero siempre es recomendable contar con dos especialistas exclusivamente para esta actividad, de esta forma será posible cubrir el área con mayor rapidez y reduciendo el margen de error debido al cansancio.

CAPÍTULO VI

Fauna

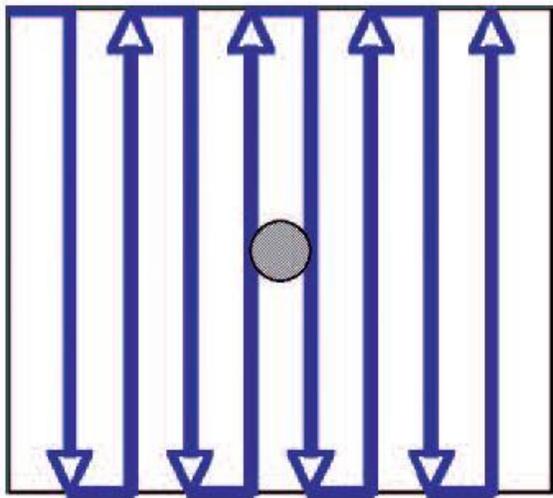


Figura VI.1.2. Esquema que muestra la forma en que se puede hacer la revisión de las áreas delimitadas alrededor de cada aerogenerador

Se deben realizar revisiones similares en zonas con las mismas características ambientales de donde se colocaran los aerogeneradores pero fuera del área de influencia del proyecto, de esta forma se tendrá un parámetro que permita comparar si los aerogeneradores han ocasionado un incremento en la mortalidad de las aves.

De igual manera se deben hacer las revisiones por lo menos una vez por semana evitando así que animales carroñeros y otros factores desaparezcan los cadáveres.

Monitoreo murciélagos

Para los murciélagos las actividades del monitoreo se deben adaptar a los picos de actividad que presentan es decir desde el ocaso y hasta la madrugada, afortunadamente hoy en día existen muchos instrumentos que permiten realizar los muestreos con mucho menor esfuerzo, ya que existen grabadoras de sonido y video que lo permiten.

Redeo

Consiste en la colocación de redes de niebla para obtener registros de murciélagos, esto permitirá conocer si otras especies pueden llegar a visitar el área y por lo tanto es necesario realizar por lo menos una noche por semana, esta actividad debe realizarse en sitios elegidos aleatoriamente dentro y fuera del área de afectación

CAPÍTULO VI

Fauna



Figura VI.1.3. Colocación de redes de niebla

Grabación de chirridos

Esta técnica permite los chirridos o llamados de los murciélagos, es muy útil cuando se trata de especies insectívoras, ya que la mayoría de ellas utilizan un espacio aéreo que no permite capturarlos por medio del redeo, existen diversos modelos que permiten incrementar el esfuerzo de toma de datos ya que pueden colocarse en los sitios críticos y obtener datos hasta por un mes

La identificación de los registros obtenidos puede hacerse hasta nivel de especie gracias a un software especializado que permite analizar las grabaciones obtenidas.



Figura VI.1.4. Grabadores de chirridos de murciélagos

Búsqueda intensiva de cadáveres

De igual manera que como ocurre con las aves otra forma de determinar que los murciélagos pueden estar afectado por los aerogeneradores es hacer revisiones en su alrededores, la metodología es prácticamente la misma que la descrita para las aves y a grandes rasgos consiste en revisar áreas cuadrangulares con 150 metros por lado para buscar cuerpos o partes de murciélagos.

CAPÍTULO VI

Contaminación ambiental

Tabla VI.1.3. Actividades de mitigación para la contaminación del agua

| Contaminación del agua |
|--|
| <p><u>Actividad:</u> Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a escurrimientos cercanos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Empresa constructora y promovente</p> <p><u>Duración:</u> Etapa previa a la obra</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Instalar sanitario portátiles en los frentes de trabajo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Contratación de empresa arrendadora de sanitarios.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo</p> |

Tabla VI.1.4. Actividades de mitigación para la contaminación atmosférica y emisión de ruido

| Contaminación atmosférica |
|---|
| <p><u>Actividad:</u> Utilizar maquinaria y vehículos en buenas condiciones de operación a fin de minimizar la emisión de gases. Además se recomienda mantenerlas en constante mantenimiento y chequeo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de maquinaria</p> <p><u>Duración:</u> Etapas de preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Programación de actividades de chequeo y mantenimiento</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006.</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Evitar llenar los camiones de acarreo de material para la construcción de los caminos, hasta su máxima capacidad y de ser necesario cubrirlos con lona y humedecer el material</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Etapa de preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Supervisión</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo a vehículos, para minimizar la emisión de ruido mayor a los límites permitidos en la normatividad correspondiente; en caso de otra maquinaria o equipo se tomaría como base esta misma normatividad.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de maquinaria</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Supervisión</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-080-SEMARNAT-1994, Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Provocada por la Emisión de Ruido.</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Etapas de preparación del sitio y construcción</p> |

CAPÍTULO VI

Recursos: Supervisión
Vinculación: Art. 155 y 156 de la LGEEPA

Tabla VI.1.5. Actividades de mitigación para la contaminación del suelo

| Contaminación del suelo |
|--|
| <p><u>Actividad:</u> Los residuos vegetales generados durante el desmante se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Estará prohibido almacenar o disponer de él en áreas con pendiente pronunciada, o cercanas a escurrimientos naturales, de forma que se evite su arrastre.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción y prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor para reducción de tamaño del material y supervisión.</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Operación</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Las instalaciones para el almacén de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos deben contar con piso impermeable y extintor. Colocar estas instalaciones en áreas sin vegetación, se sugiere localizar espacios para este fin en las áreas con asentamiento humanos cercanos.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Material para construcción del almacén: madera, malla, hule, concreto para el piso; extintor, lámina de cartón u otro para techar, etc.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art 82 del Reglamento de la LGPGIR</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Las actividades de mantenimiento de maquinaria y vehículos deberá realizarse en talleres instalados en las localidades cercanas, de ninguna forma deberán realizarse en el área de proyecto.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y empresa constructora</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención y reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y empresa</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> herramienta menor</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Colocar contenedores rotulados para la disposición de residuos urbanos en los frentes de trabajo y área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> |

CAPÍTULO VI

| Contaminación del suelo |
|--|
| <p><u>Recursos:</u> Contenedores rotulados para residuos urbanos</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR, además los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Los RP´s como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR, NOM-054-SEMARNAT-1993</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites, y depositarlos en los contenedores para RP´s</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Remediación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Etapa de construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</p> |

CAPÍTULO VI

Aspectos estéticos

Tabla VI.1.6. Actividades de mitigación para el impacto al paisaje visual

| Paisaje |
|---|
| <p><u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Sólo la supervisión de las actividades ya que el mantenimiento mayor debe ser realizado en talleres establecidos en las localidades cercanas y no en el sitio del proyecto.</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006</p> |
| <p><u>Actividad:</u> En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Remediación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Limpieza del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor (palas, carretilla)</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Manejo adecuado de residuos urbanos y residuos peligrosos (sólidos y líquidos)</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor, contenedores, almacenes</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR</p> |

CAPÍTULO VI

Aspecto de interés humano

Tabla VI.1.7. Actividades de mitigación para los aspectos sociales

| Socioeconómico |
|---|
| <p><u>Actividad:</u> Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure la obra</p> <p><u>Recursos:</u> Material de curación básico</p> <p><u>Vinculación:</u> Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio ambiente del Trabajo</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Empresa constructora y supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Para todas las actividades del proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Proveer al personal con equipo de protección personal y capacitación en medidas de seguridad, higiene, y manejo de maquinaria o equipo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure la obra</p> <p><u>Recursos:</u> cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-017-STPS-2001</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Instalación de sanitarios portátiles.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure la obra</p> <p><u>Recursos:</u> contratación de empresa local para este servicio</p> <p><u>Vinculación:</u> Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio ambiente del Trabajo</p> |
| <p><u>Actividad:</u> Cuando sea necesario, a lo largo camino utilizado fuera del predio del proyecto, para el transporte de piezas de los aerogeneradores, se colocarán señales de precaución, dirigidas específicamente hacia la población.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Señalética necesaria</p> <p><u>Vinculación:</u> ---</p> |

CAPÍTULO VI

VI.2 Seguimiento y control (monitoreo)

Monitoreo ambiental: además de las rutinas anteriores, también se considera el monitoreo periódico de las poblaciones de aves y de murciélagos que pudieran transitar por el área de barrido de los aerogeneradores y, dependiendo de los hallazgos que se obtengan y que sean diferentes a los resultados de los trabajos de línea base (T0) descritos en el capítulo IV de esta MIA, se decidirá la aplicación de algunas herramientas de disuasión sobre individuos de aves y quirópteros que pudieran ingresar al área de impacto de los aerogeneradores. Para ello se ensayarán herramientas como por ejemplo: el empleo de aves de caza entrenadas, igual a como sucede en los aeropuertos para disuadir el acercamiento de parvadas o individuos que pudieran resultar afectados por las aspas, (en este caso de los aerogeneradores y el empleo de ultrasonidos que permitan alejar a los murciélagos).

Otra rutina que deberá desarrollarse con acuciosidad será la relativa al monitoreo de colisiones de aves y murciélagos que se registren en períodos de tiempo determinados; al respecto se llevará un registro periódico del número de cadáveres encontrados y de ser posible se identificará la especie o la familia a la que pertenecía el individuo respectivo así como la ubicación probable de la colisión (número de aerogenerador).

De igual forma se desarrollará un intenso trabajo de monitoreo para detectar la presencia de cadáveres de vertebrados mayores en espacios abiertos del AP, toda vez que ellos conforman un foco de atracción para las aves carroñeras las que pudieran resultar impactadas por las palas de los aerogeneradores. Si se identifica un cadáver éste será retirado y sepultado en un espacio previamente definido para ello.

El seguimiento de todas estas rutinas y el resultado consecuente: la producción de energía eléctrica en términos económicamente y ambientalmente sostenibles conformarán la operación del proyecto; según puede colegirse de los textos anteriores, no se generarán residuos, emisiones o subproductos que ameriten una consideración particular.

VI.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

El proyecto se realizará bajo el esquema de Generador quién está desarrollando una Planta de generación eólica en Atzitzintla, Puebla la cual también será operada por el Generador.

La inversión total estimada para el proyecto es \$ 1, 501 millones de pesos, aproximadamente \$ 100 millones de dólares si se toma en cuenta un tipo de cambio de \$15 %. El presupuesto de construcción estimado es de \$ 1, 077 millones de pesos.

Los costos proyectados para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación serán de \$ 52 millones de pesos durante la etapa de construcción y \$ 126,042 millones de pesos para Gastos de Administración para la fase de construcción y operación.

Se tiene proyectado un Monto Total Gastos Operativos y de Reemplazo/Mantenimiento Mayor para la fase de Operación de \$970 millones de pesos en donde vienen incluidos los costos por arrendamiento de las tierras.

La Planta será construida y operada por la empresa CEM2 y la inversión total tendrá una estructura de capital del 70% crédito/30% capital de riesgo.

CAPÍTULO VI

A continuación se presenta un resumen financiero:

Tabla VI.3.1. Resumen financiero del proyecto

| Miles de pesos | AIMES 10 | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Crédito construcción | 847,113 | 56.4 % |
| Crédito IVA | 146,215 | 9.7 % |
| Aportaciones capital en efectivo | 263,221 | 17.5 % |
| Aportaciones capital en especie | 119,700 | 8.0 % |
| IVA Recuperado | 125,218 | 8.3 % |
| Intereses recibidos por dinero en caja | 450 | 0.0 % |
| Origen de recursos | 1,501,916 | 100.0 % |
| | | |
| Costo construcción | -1,077,382 | 71.7 % |
| Total otros gastos | -51,996 | 3.5 % |
| EBITDA generado | -2,500 | 0.2 % |
| IVA pagado | -180,700 | 12.0 % |
| Pago crédito | -174,338 | 11.6 % |
| Crear fondo de reserva durante construcción | -15,000 | 1.0 % |
| Uso de recursos | -1,501,916 | 100.0 % |

CAPÍTULO VII

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Siguiendo la propuesta de evaluación hecha en el Diagnóstico Ambiental del capítulo IV, se realizó el llenado de una matriz de doble entrada, con tres escenarios posible y en tres periodos de tiempo, cabe señalar que las tendencias y valores fueron retomados a su vez de la matriz de evaluación de impactos, ya que la metodología utilizada nos muestra valores con varios escenarios posibles; a continuación se muestra la matriz utilizada.

Tabla VII.1. Matriz de escenarios

| Factor ambiental/social/ antrópico | Diagnóstico (ambiental Línea Base) | Sin Proyecto | | | Con Proyecto/Sin Medidas | | | Con proyecto/Con medidas de mitigación | | |
|--|------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--|-------------------------|-----------------------|
| | | Corto plazo (5 años) | Mediano plazo (15 años) | Largo plazo (25 años) | Corto plazo (5 años) | Mediano plazo (15 años) | Largo plazo (25 años) | Corto plazo (5 años) | Mediano plazo (15 años) | Largo plazo (25 años) |
| Geoformas | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| Suelo | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 2.0 | 2.1 | 2.2 |
| Cubierta Vegetal | 2.46 | 2.5 | 2.4 | 2.3 | 2 | 1.9 | 1.9 | 2.2 | 2.3 | 2.4 |
| Naturalidad de la vegetación | 2.53 | 2.5 | 2.4 | 2.3 | 2 | 1.9 | 1.9 | 2.2 | 2.3 | 2.4 |
| Presencia de Ganadería | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| Presencia de Agricultura | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| Hábitat para la fauna | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 2.0 | 2.1 | 2.1 |
| Evidencia de penetración antrópica (Caminos, brechas y basura) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.2 |

CAPÍTULO VII

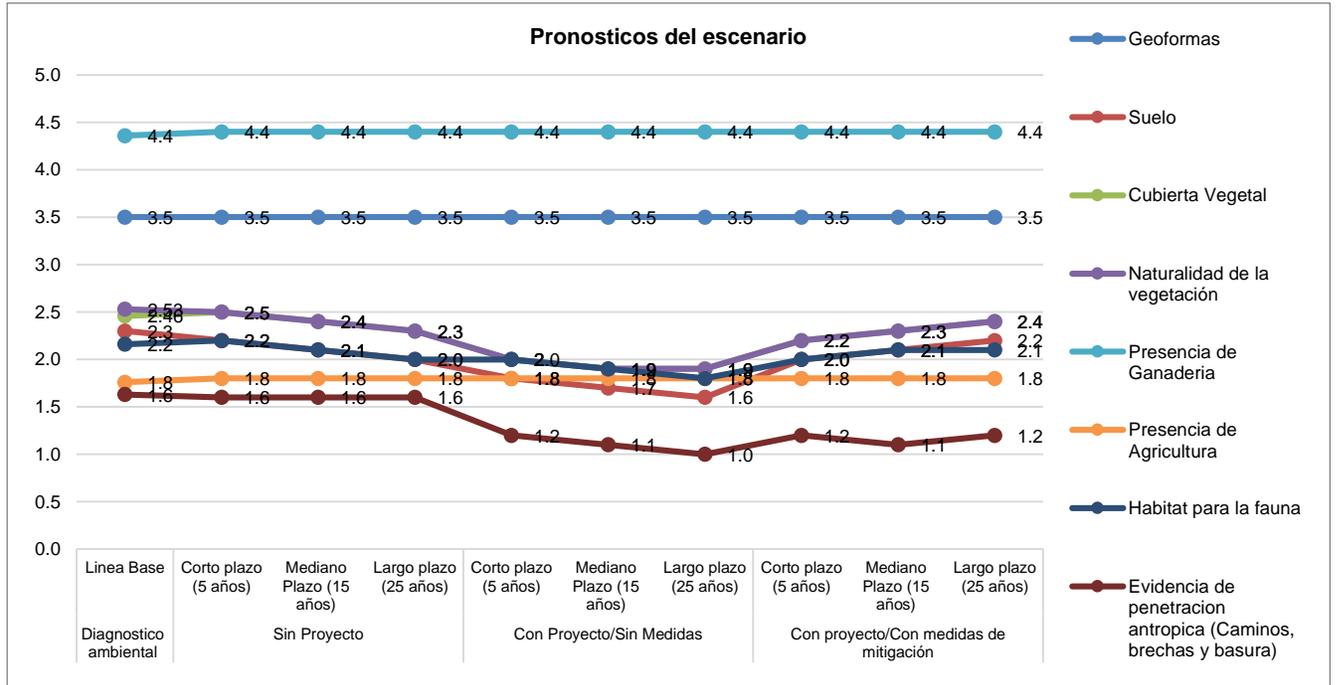


Figura VII.1. Tendencias de los escenarios

CAPÍTULO VII

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

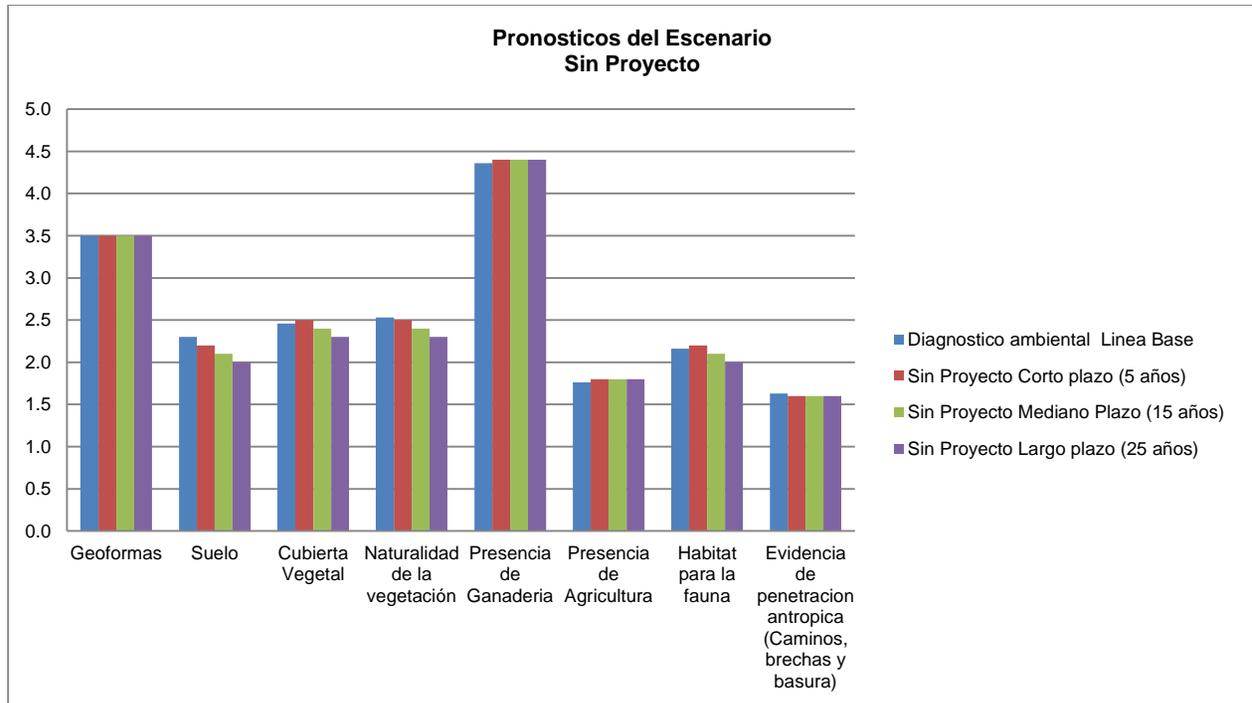


Figura VII.1.1. Tendencias de la calidad ambiental¹ de los principales componentes del SA sin proyecto.

Como podemos observar la tendencia de los factores evaluados es heterogénea; por un lado se mantendría sin cambios aparentes en la calidad ambiental del componente de las Geoformas, y en general se observa el decremento de la calidad ambiental de todos los demás factores, algunos mas no se modifica su evaluación en el paso del tiempo pero es evidente su acción como fuente de cambio en el SA y el AI; por ejemplo se observa una pérdida de suelo debido a la afectación de la cubierta y naturalidad de la vegetación por las actividades de agricultura principalmente.

¹ La calidad ambiental está representada por una gama de posibilidades donde un extremo correspondería a un ecosistema completamente degradado, lo que significa una baja calidad ambiental, un ecosistema “muy enfermo” o con poca integridad biótica

CAPÍTULO VII

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

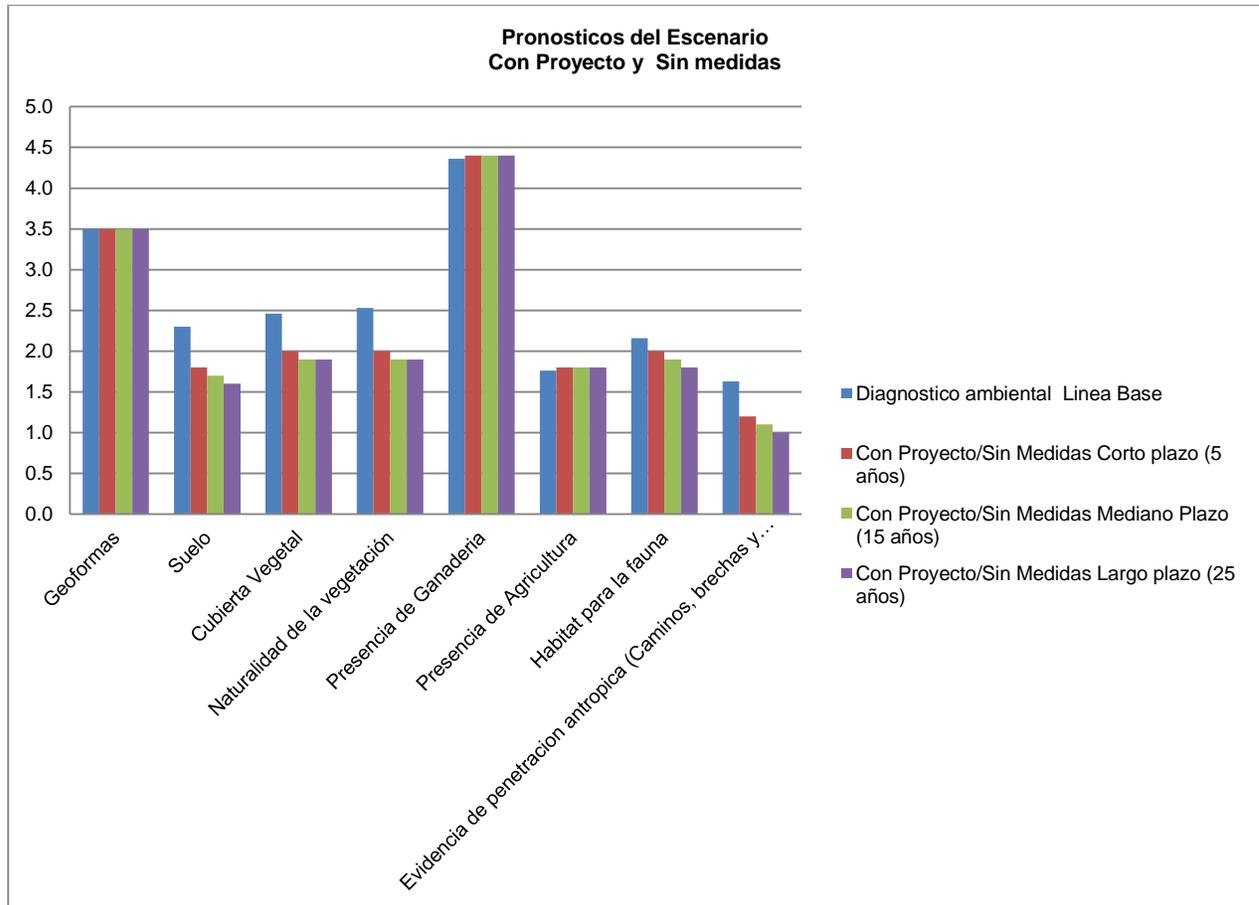


Figura VII.2.1. Tendencias de la calidad ambiental de los principales componentes del SAR con proyecto/sin medidas.

Con tendencias similares en cuanto a el factor geoformas y de cambio, negativo para este escenario, respecto al resto de los factores, se esperaría que al insertar el proyecto dentro del SA y AI se comenzarían procesos de diferentes fuentes de cambio para los demás factores, en general varias de estas fuentes de cambio representadas por los impactos del proyecto, serian puntuales y temporales, y en algunos casos como por ejemplo en la cubierta vegetal serian sinérgicos y afectaría a más de un componente o factor, por lo que se muestra una tendencia a la perdida de la calidad ambiental actual, y esta tendencia se mantendría principalmente en el área de influencia.

CAPÍTULO VII

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

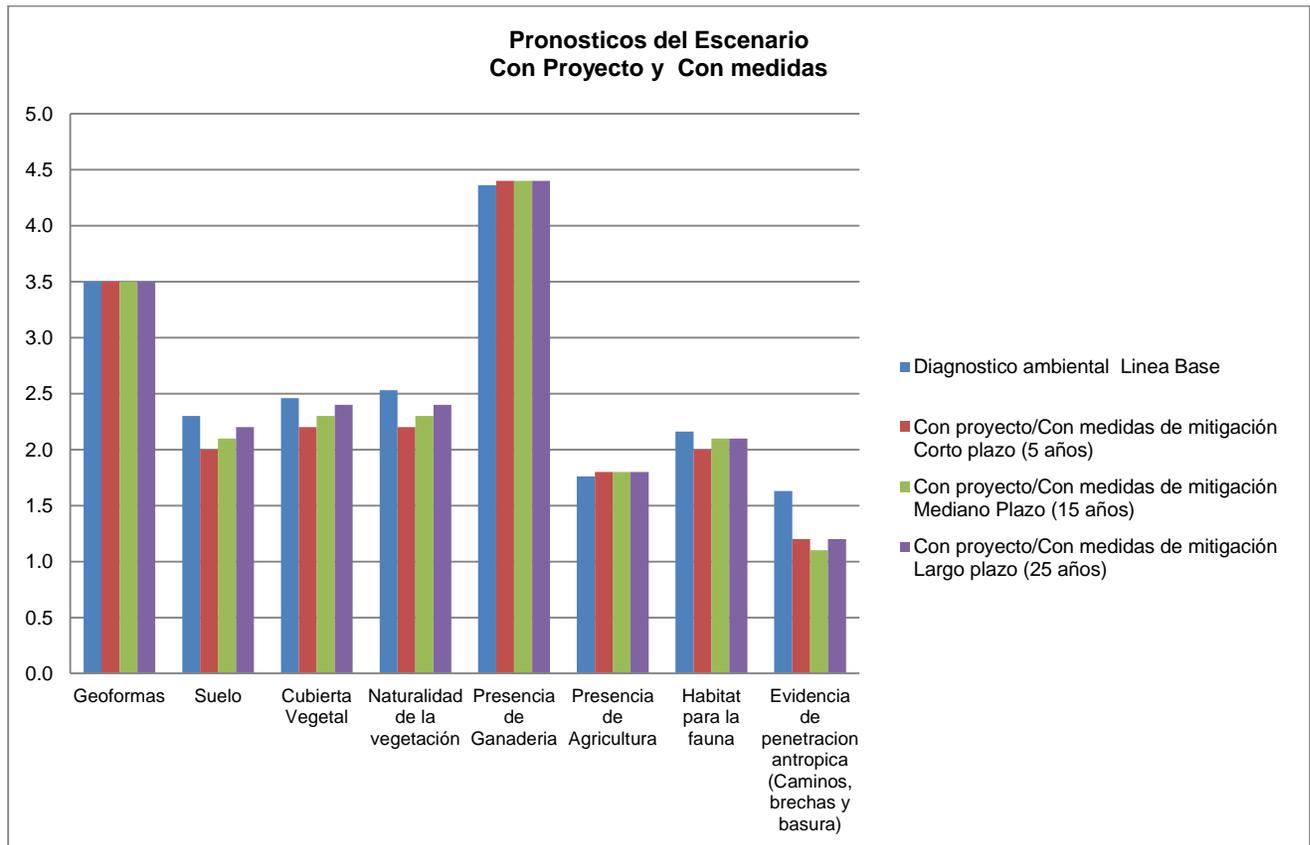


Figura VII.3.1. Tendencias de la calidad ambiental de los principales componentes del SAR con proyecto/con medidas de mitigación.

Asumiendo que las medidas de mitigación son realizadas con éxito en su totalidad se esperaría que a nivel del SAR y área de influencia se mantengan sin cambio la calidad ambiental de todos los factores, a corto plazo se observaría un decremento de la calidad ambiental, es decir un incremento cuantitativo de la evidencia de penetración antrópica debido a la modernización y apertura de caminos, transito de maquinaria y trabajadores, las actividades de preparación del sitio y construcción etc. , así mismo existiría un decremento en la calidad ambiental del hábitat para la fauna, habría una pérdida de la naturalidad y la cubierta de la vegetación, el suelo estaría temporalmente expuesto a la erosión, etc. , sin embargo a mediano plazo comenzaría una recuperación de la calidad ambiental de los factores impactados por el proyecto. Además se espera que las medidas propuestas al menos puedan mantener el nivel actual de calidad ambiental de algunos factores y que el proyecto no sea una fuente primaria de disturbio/cambio para estos factores.

CAPÍTULO VII

VII.4 *Pronóstico ambiental.*

El proyecto se ubica en el municipio de Atzizintla en el estado de Puebla, cerca de los límites con el estado de Veracruz. El proyecto consiste en la instalación de una central de generación de energía por medio de 24 aerogeneradores clase IIIA; el equipo por instalar consiste en aerogeneradores, G114-2.0 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 114 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 93 m; lo que con el radio de pala tiene una altura total de 145 m.

Cada aerogenerador 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, y en la orientación que sea necesaria y 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). Además contará con áreas técnico-administrativas y una subestación eléctrica.

Así mismo esta subestación se enlazará con la subestación eléctrica de Esperanza ubicada a 15 km para conducir la energía eléctrica que se generará en la Central Eólica proyectada.

Las áreas requeridas para caminos de acceso, Instalaciones técnico-administrativas y plataformas de maniobra requieren 22.527 Ha que suman una superficie de 225,270 m², de las cuales el 92.0% (20.960 Ha) corresponden a superficies “No Forestales” entre las que destacan las siguientes coberturas (Agrícola/Cercos vivos/Carretera, Caminos y Brechas); sin embargo, las áreas que presentan únicamente cobertura “Forestal” donde se llevará a cabo el desmonte permanente representan el 8.46% por lo que únicamente se requieren 1.567 Ha que corresponden a una superficie de 15, 676,597 m².

Con base en las características del proyecto, se llevó a cabo la identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona en donde se pretende realizar el proyecto. Como resultado de lo anterior, se encontró que el proyecto no presenta controversias ni incongruencias con los instrumentos que resultaron aplicables en esta materia.

Toda vez que el proyecto motivo de la presente manifestación de impacto ambiental consiste en la instalación y puesta en marcha de una central eólica que precisamente por sus características utiliza una fuente de energía renovable mediante la cual se puede generar energía eléctrica sin emitir contaminantes atmosféricos o de otro tipo. Se encontró que el proyecto presenta coincidencias con diversos instrumentos de política y planeación en el rubro ambiental tanto a nivel nacional como estatal. Asimismo se encontraron coincidencias con instrumentos de planeación en el rubro de infraestructura, energía y en especial energías renovables.

Respecto al ordenamiento ecológico no se encontraron controversias algunas respecto a los criterios establecidos en las estrategias sectoriales que aplican a la Unidad de Gestión Ambiental correspondiente.

Por otro lado, se analizaron los instrumentos de política de conservación de la biodiversidad, sin que se encontrara controversia alguna con los mismos.

CAPÍTULO VII

Finalmente se identificó y analizó la normatividad ambiental vigente aplicable al proyecto, encontrando que el mismo no presenta contravención alguna a las normas establecidas, y por el contrario diversos ordenamientos contemplan el fomento y apoyo a este tipo de proyectos.

Para el factor flora se llevó a cabo una revisión de las cartas temáticas generadas por INEGI (Serie V, 2012) y el Inventario Nacional Forestal (INF, 2000) para conocer el uso del suelo y tipos de vegetación que se distribuyen dentro del SA. Esta revisión junto con la salida al sitio del proyecto permitió elegir la carta del (INEGI), que a pesar de no coincidir en su totalidad con lo observado en campo, se ajustó mucho más a diferencia de (INF). Posteriormente se llevó a cabo un proceso de fotointerpretación dentro del AP ya que las coberturas mencionadas por INEGI no concuerdan con lo observado en campo, esto ayudo a tener un panorama más claro de los posibles impactos ambientales que probablemente pueda generar el proyecto en cada USVEG.

Basándose en la fotointerpretación generada se encontró que un (91.54%) de superficie es de tipo “No Forestal” ya que actualmente tiene uso agrícola, cercos vivos, carretera, caminos y brechas. Mientras que el (8.46%) actualmente ostentan vegetación con diferentes coberturas “Forestales”, entre los que destacan: Bosque cultivado (plantación forestal con pino y cedro blanco), bosque cultivado (sitios reforestados con pino), bosque de encino-juniperus-izotal de Nolina con veg. primaria y secundaria, bosque de encino-pino con veg. primaria y secundaria, bosque de encino-pino con veg. secundaria, bosque de encino con veg. secundaria, bosque de pino-encino con veg. secundaria, bosque de pino con veg. primaria y secundaria y bosque de pino con veg. secundaria.

Del total de especies identificadas para obtener la composición florística se tiene que la riqueza taxonómica que consta de un total de 90 especies, agrupadas en 33 familias y 66 géneros. Las familias mejor representadas son Asteraceae, Poaceae, Pinaceae, Fagaceae y Leguminosae. Algunos géneros que figuran en la zona de estudio son: *Pinus*, *Quercus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Nolina*, *Senecio*, *Stevia*, *Lupinus*, *Salvia*, *Ageratina*, *Castilleja*, *Ceanothus*, *Festuca*, *Bromus* y *Muhlenbergia*, entre muchos otros.

La flora identificada concentra la mayoría de formas de vida registradas para plantas vasculares, se enlistaron un total de 6 categorías con relación a su estratificación que presenta su tipo de crecimiento: Helechos, Árboles, Arbustos, Hierbas, Epifitas y Hemiparásitas. Las hierbas representan la forma de vida dominante con 45 especies (50%), los árboles figuran en segunda posición sumando un total de 21 especies con un porcentaje del (23%), los arbustos dominan en abundancia con solo 18 especies (20%) han logrado colonizar gran parte del sotobosque y sitios perturbados, además de formar parte de los cercos vivos que delimitan los terrenos de cultivo, tal es el caso de *Baccharis conferta* (Escobilla), *Senecio cinerarioides* (Jarilla blanca) y *S. salignus* (Azumiate). Incluso *Ceanothus caeruleus* (Tlaxisque) ha logrado colonizar desde los bosques de pino-encino hasta el bosque de encino-juniperus-izotal de montaña de Nolina presentando una plasticidad muy alta.

CAPÍTULO VII

Se identificaron especies de flora que se encuentran con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas son las siguientes: Orquídea terrestre (*Corallorhiza macrantha*) y el cedro blanco o ciprés (*Cupressus lusitánica*), ambas especies sujetas a protección especial (Pr). Los árboles que únicamente posiblemente resulten afectados de *Cupressus lusitánica* están ubicados en los sitios de plataformas de maniobra (G12, G13, G14) todos ellos son cultivados con fines de generar cortinas rompevientos en formación de cercos vivos, por lo que no forman parte de vegetación primaria y con un total de 10 árboles afectar no se pondrá en riesgo la integridad del ecosistema. Por ello, y para lograr llevar a cabo un proyecto sustentable, se propone como medida de compensación la siembra en proporción 3:1 de la misma especie en base a los árboles que resulten afectados. Para el caso de *Corallorhiza macrantha* únicamente se observó una planta en bosque cultivado (plantación forestal), a pesar de estar dentro del AP se encuentra fuera de la superficie referida a (18.527 Ha) que corresponde al desmonte de la vegetación para los caminos de acceso y plataformas de maniobra, su ubicación esta aproximadamente a 100 m de los elementos mencionados, pero en caso de ser observada en superficies de afectación deberá ser rescatada y reubicada.

A pesar de que se identificaron otras plantas que presentan interés ecológico, pero que no están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán ser rescatadas y reubicadas, tal es el caso de las siguientes especies: *Nolina parviflora*, *Tillandsia erubescens* y *Echeveria mucronata*. Con estas acciones encaminadas a la protección y conservación de especies se lograra el desarrollo de un proyecto amigable con el medio ambiente y sustentable desde diversas perspectivas. Para mayor detalle ver anexo de acciones resumidas para llevar a cabo de manera correcta estas actividades.

Cabe destacar, que en la zona de estudio se presenta una baja diversidad y alta abundancia de especies asociadas a los bosques locales actualmente severamente fragmentados; sin embargo, estos fragmentos cumplen funciones ecológicas importantes dentro del SA y AP; forman parte de una fase sucesional intermedia resultante de los aprovechamientos forestales realizados en la zona hace varias décadas, algunas de ellas se han visto favorecidas por la dispersión de aves, cuya regeneración se ve atraída por la apertura de claros en el dosel en sitios perturbados por aprovechamientos selectivos de árboles, así mismo, otras especies presentan tolerancia intermedia a la sombra que además son dispersadas por aves y roedores. La orientación de la ladera, la pendiente del terreno y la apertura de claros por caída natural de árboles son factores que determinan el patrón de distribución de las especies registradas en los 30 sitios de muestreo dentro y fuera del AP. Algunas otras especies presentan una regeneración con estadios entre tempranos e intermedios, esto es notable debido a que su madera es ligera o muy ligera, su crecimiento rápido, presentan DAP pequeños, su longevidad es corta, el tamaño de los frutos y semillas es pequeño, de viabilidad larga y con un gran acervo de semillas en el suelo.

Sin embargo, debido a que el proyecto pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo específicamente sobre los caminos de acceso y plataformas de maniobra a una construcción de infraestructura, desencadena una pérdida no sólo de árboles, sino del hábitat que estos conforman, y por lo tanto desaparecen las especies que encuentran allí su refugio; adicionalmente se altera el ciclo del agua, los mecanismos de regeneración del suelo, las dinámicas climática locales, la regulación hídrica, el arribo de especies pioneras al disturbio por la apertura de claros, el incremento de la erosión del suelo, el arrastre de sedimentos, entre otros.

CAPÍTULO VII

A pesar de que un cambio de uso del suelo provoca efectos negativos a un nivel puntual y específico, las superficies estimadas para llevar a cabo algunas de las actividades del proyecto no causara efectos drásticos por la colocación de los aerogeneradores, ya que existen actualmente otras causas que han generado una mayor incidencia en cuanto a la disminución de la calidad ambiental dentro del AP. Se puede decir que la homogeneidad en la composición florística de las parcelas de muestreo y en sus atributos estructurales sugiere que éstas se encuentran en estadios serales que varían de relativamente tempranas a intermedias, con elementos típicos de vegetación madura remanente. En los bosques de la zona las perturbaciones antropogénicas como principal motor de cambio para dar paso a bastas superficies agrícolas y pecuarias son el denominador común, resultado de una matriz de paisaje fragmentado. Sin embargo, los pequeños parches del bosque que se mantienen aislados uno de otro sin presentar una continuidad forestal en los diferentes sitios de muestreo, barrancas y lomeríos de pendientes pronunciadas dentro del AP, conservan en mayor medida parte de la riqueza y diversidad de especies leñosas y no leñosas en la zona de estudio.

Se puede concluir que el proyecto no causara un desequilibrio ecológico significativo más del ya provocado por las distintas actividades antropogénicas y los impactos ambientales que serán generados a la vegetación con especial interés de aquellas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se consideran de bajo impacto, pero tienen siempre un carácter transitorio, y no suelen constituir un obstáculo para la autorización del proyecto; sin embargo, será importante prevenir y compensar la afectación de la vegetación, llevando a cabo las medidas de mitigación mencionadas en su apartado correspondiente de la MIA-P. En el contexto de promover fuentes renovables, este tipo de proyectos tiene un importante rol que cumplir, asumiendo una parte importante del incremento de oferta en generación que se deberá incorporar a los fines de alcanzar metas y compromisos asumidos en materia de energías renovables y proyectos ambientalmente amigables con el medio ambiente.

Por otro lado como parte del trabajo de gabinete para el conocimiento de la fauna silvestre del SA se realizó una búsqueda de registros históricos y bibliográficos para el área delimitada, de este trabajo se obtuvo un listado de 224 especie de probable ocurrencia, donde destacan las aves con 143 especies y en contraparte los anfibios son el grupo de menor riqueza con 15 especies. Del total de especies de probable ocurrencia 52 se encuentran en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El trabajo de campo permitió registrar 44 especies de vertebrados terrestres para las áreas de influencia y afectación del proyecto, de igual manera las aves son las de mayor representación con 30 especies, las 14 restantes se reparten en partes iguales entre reptiles y mamíferos. En este caso siete especies se encuentran en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT. No se registraron especies de anfibios.

En lo que respecta a los reptiles, las especies más abundantes fueron *S. bicanthalis* y *S. grammicus*, y esto se debe a que ambas se encuentran totalmente adaptadas a sobrevivir en ecosistemas modificados por el hombre, ya que pueden utilizar muros de piedra o diversas edificaciones como refugio.

Por su parte en las aves se observó cierto cambio de la riqueza específica entre estaciones, pero en ambos casos las especies que tuvieron mayor abundancia fueron especies del orden passeriformes, (Gorriones, chipes, semilleros, etc) las cuales visitan los campos de cultivo para forrajear, en cambio las especies de aves rapaces fueron especies de poca abundancia.

CAPÍTULO VII

Los mamíferos terrestres presentaron valores casi homogéneos y solamente sobresalen algunas especies con un alta plasticidad ecológica (*B. astutus*) que les permite sobrevivir en prácticamente todos los ecosistemas del territorio nacional, incluso es posible encontrarlos en zonas altamente modificadas por el hombre.

No se registraron especies de anfibios y esto tiene dos principales causas, la primera de ellas el intenso cambio en la vegetación original que ha reducido considerablemente los nichos para que sobrevivan estos organismos, situación que también ha afectado al resto de los gremios faunísticos modificando sus áreas de distribución en la región; por otra parte el constante uso de químicos para el control de plagas, ha ocasionado su merma.

Se estimó que el área de estudio muestra cierta heterogeneidad en el paisaje en términos de calidad paisajística. Los componentes de origen antrópico sin duda dominan el Sistema Ambiental formando un mosaico paisajístico en donde los parches de vegetación forestal se observan dispersos y altamente fragmentados debido a la agricultura de temporal, únicamente las barreras vivas en su mayoría por especies arbustivas como *Senecio* y *Baccharis*; son las que dividen los pequeños espacios de vegetación relictual con la agricultura por otro lado las variantes de topografías (geoformas), el fondo escénico y singularidad del paisaje son los elementos que agregan valor visual al entorno inmediato. De tal forma que la construcción de los generadores de energía no perjudicaría de manera significativa la calidad paisajística más bien le brindaría un valor más a la singularidad y fondo escénico del paisaje. De tal manera que se considera que en términos de evaluación de paisaje el proyecto resulta viable.

En base a la metodología de ponderación de Factores Ambientales en Campo se arrojaron resultados congruentes para su análisis, estos indican en forma general una Calidad Ambiental Baja con un porcentaje de 20.73, esto se debe a que del total de sitios de evaluación 15 obtuvieron una calidad ambiental baja (50%) y solo un sitio presento una calidad ambiental alta esto se debió a la presencia de un rodal de vegetación de bosque con cobertura del 75% aproximadamente con probabilidad de ser un nicho de refugio de animales y presentando pocos impactos severos en el sitio de evaluación, el resto de los sitios de evaluación indica una calidad ambiental media. Ahora bien esta valoración baja en la calidad ambiental se debe a que los factores evaluados en su conjunto tienden a manifestar un Ambiente impactado y deteriorado. De tal manera que el proyecto ambientalmente es viable dado que la zona de estudio ya presenta impactos ambientales y la colocación y puesta en marcha de los aerogeneradores no generaran impactos significativos en los componentes del ecosistema.

Para la identificación y evaluación de los impactos de acuerdo a la metodología utilizada, se identificaron impactos negativos Moderados para el componente de vegetación forestal, especies vegetales de importancia ecológica, Ornitofauna, especies de importancia ecológica de fauna y la subcategoría del Paisaje principalmente, los cuales se generarán mayormente en la etapa de preparación del sitio, en el caso del Paisaje el impacto o cambio en el paisaje comienza en la etapa de construcción y se establece con la operación del proyecto.

Los demás componentes ambientales son afectados con impactos Menores e Inapreciables ya que por una parte las características ambientales actuales del sitio donde se pretende instalar el proyecto, muestran ya modificaciones a causa de la presencia humana y por otra parte las actividades de preparación del sitio y construcción tiene una duración corta y son puntuales.

CAPÍTULO VII

Respecto a las medidas de mitigación se observa que los impactos a la vegetación, suelo, agua y atmósfera pueden ser mitigados o prevenidos con las actividades propuestas a realizar durante la instalación del proyecto; en el caso de la fauna, y de las especies que más riesgo tienen de ser afectadas por la operación (aves y murciélagos) la principal medida para prevenirlos o reducirlos, es un monitoreo durante esta etapa del proyecto de forma que se puedan adaptar y mejorar las acciones propuestas a las características específicas de esta central eólica.

Con estas actividades la significancia de los impactos es reducida, sólo destaca el impacto al paisaje ya que por su duración aún en un escenario con medidas conserva un valor Moderado sin embargo como se menciona previamente este puede cambiar de signo, convirtiéndose en positivo.

Finalmente el proyecto se observa técnica, jurídica y ambientalmente viable en los términos descritos en los capítulos de la manifestación de impacto ambiental, haciendo hincapié en el cumplimiento de la ejecución de las medidas propuestas y cualquier surgida de una posible autorización por parte de la autoridad.

VII.5 Evaluación de alternativas.

Como ya se mencionó previamente la selección del sitio se basó en monitoreos previos del potencial de acogida de la zona para el tipo de proyecto, resultando como un sitio óptimo en cuando a los factores de viento (energía eólica potencial), factores sociales y de tenencia de la tierra, cercanía con la infraestructura requerida y principalmente el menor impacto a los factores bióticos y abióticos que serán intervenidos.

CAPÍTULO VIII

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información.

| Número de anexo | Documento |
|-----------------|--|
| 1 | Bibliografía |
| 2 | Listado de fauna de probable ocurrencia |
| 3 | Listado florístico |
| 4 | Reporte fotográfico de fauna silvestre |
| 5 | Catálogo de flora |
| 6 | Programa de rescate y reubicación de flora |
| 7 | Reporte fotográfico del proyecto |
| 8 | Colaboradores en el estudio |
| 9 | Resumen ejecutivo |
| 10 | Cartografía |
| 11 | Documentación legal |

VIII.1.1 Cartografía.

La cartografía elaborada para el presente proyecto se presenta en el Anexo 10.

VIII.1.2 Fotografías

El reporte fotográfico para el presente proyecto se presenta en el Anexo 7.
En el Anexo 4 se presenta el reporte fotográfico de fauna silvestre.

VIII.1.3 Videos

No se presentan videos

VIII.2 Otros anexos

VIII.2.1 Memorias

El listado de especies de fauna de probable ocurrencia en el sitio donde pretende ubicarse el proyecto se presenta en el Anexo 2.

El listado de especies de flora presentes en el sitio donde pretende ubicarse el proyecto se presenta en el Anexo 3.

El catálogo de flora en el sitio donde pretende ubicarse el proyecto se presenta en el Anexo 5.

El programa de rescate y reubicación de la flora presente en el sitio donde pretende ubicarse el proyecto se presenta en el Anexo 6.