

5.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El *Proyecto* Etileno XXI se ubica en su totalidad en el municipio Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Estado de Veracruz, tal como lo establecen las escrituras de propiedad que se presentan en el Anexo 2.1, y la ratificación de uso de suelo emitida por el municipio de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río presentada en el Anexo 6.4.

En esta sección se describen los dos tipos de Áreas de Influencia consideradas para el proyecto, el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII). El Área de Influencia Directa establece el espacio geográfico que se verá afectado directamente por las operaciones del proyecto, incluyendo el polígono que constituye el sitio del proyecto, mientras que el Área de Influencia Indirecta establece el espacio geográfico que se verá afectado por el proyecto en una escala mayor de interacción, como resultado de una serie de afectaciones e interacciones entre los diferentes componentes bióticos y abióticos del proyecto. En su conjunto, el AID y el AII componen el Área de Influencia (AI) del proyecto.

Para la delimitación del Área de Influencia Directa (AID), a continuación se presentan los espacios geográficos que interactuarán directamente con las operaciones del proyecto:

- a) Flora y Fauna. Se considera dentro del AID el Parque Ecológico Jaguaroundi, ubicado a aproximadamente 4 km al norte del proyecto, debido a que la mayor parte (aproximadamente 75%) de los individuos de flora y fauna se reubicarán en este sitio; ya que conserva características naturales similares a la que se afectará con las actividades de preparación del sitio de interés,
- b) Agua. Se considera dentro del AID los arroyos Gopalapa y Nanchital ya que serán los cuerpos de agua a los cuales se descargará durante la etapa de operación, el agua residual posterior a su tratamiento y el agua pluvial captada dentro del complejo petroquímico,
- c) Aire. Se considera dentro del AID las intersecciones entre el camino Resistol-El Chapo y la carretera Federal 180 Coatzacoalcos –Villahermosa, y el camino Resistol-El Chapo con la localidad El Chapo, por considerarse los puntos de generación de polvos debido al incremento en el flujo vehicular para el transporte de materiales y residuos,
- d) Suelo. Una vez que se definan los tiros autorizados para la disposición de residuos de manejo especial, así como los bancos de préstamo para las operaciones de relleno dentro del sitio del proyecto, estos sitios se incluirán dentro del AID ya que sus características serán alteradas directamente por el proyecto Etileno XXI.

Para la delimitación del AII se realizó un análisis preliminar de los siguientes aspectos:

- e) Análisis territorial. Se identificaron y localizaron los elementos bióticos y abióticos presentes en el territorio a través del acceso a fuentes de información primaria (estudios de vegetación y fauna, estudio geofísico, geo-hidroológico, topográfico, hidroológico, entre otros; además, se reunieron opiniones de expertos) y secundaria como cartografía existente y editada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI escalas 1:250,000 y 1:50,000), fotografía aérea (Google Earth, CONAGUA) e información oficial en materia ambiental y legal aplicable a la región y tipo de proyecto. Con base en dicha información se realizó una zonificación.
- f) Análisis funcional. Se realizó a partir de la información de los elementos bióticos y abióticos, así como de la interpretación del territorio, con el fin de identificar expresiones y evidencias de los ciclos y procesos naturales.
- g) Análisis de tendencias de desarrollo y deterioro de la región. Se proponen escenarios de eventos y efectos a partir del estudio de los resultados de los dos incisos anteriores, particularmente del cruce de la información ambiental y socioeconómica con las disposiciones de los instrumentos legales aplicables y con las políticas de desarrollo en la región. En este sentido, se tomó en cuenta la interacción del *Proyecto* en materia de emisiones atmosféricas dentro de la cuenca atmosférica de la región de acuerdo a ejercicios preliminares realizados por el Instituto Nacional de Ecología (INE). Cabe mencionar que no existe una metodología única para determinar las características de una cuenca, por lo que la extensión puede variar de región a región. En este caso, la cuenca comprende toda la región de Coatzacoalcos debido a la alta acumulación de industrias y áreas urbanas en la zona.

Tomando como referencia lo anterior, a continuación se describe el proceso utilizado para la determinación del AI en cada uno de los temas mencionados anteriormente:

- Cartas temáticas del área publicadas por INEGI, referente a los temas de Topografía, Geología y Edafología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea, como se indica a continuación:
 - Topografía: Coatzacoalcos E15A85 en escala 1:50 000 (1998), Agua Dulce E-15 A-86-76, en escala 1:50 000 (2000);
 - Edafología, Coatzacoalcos E-15-1-4, en escala 1:250 000 (1984);
 - Geología, Coatzacoalcos E-15-1-4, en escala 1:250 000 (1983);
 - Hidrología Subterránea, Coatzacoalcos E-15-1-4, en escala 1:250 000 (2000);
 - Hidrología Superficial, Coatzacoalcos E-15-1-4, en escala 1:250 000 (2003);
 - Edafología, Coatzacoalcos E-15-1-4, en escala 1:250 000 (1984); y
 - Uso de Suelo y Vegetación, Coatzacoalcos E-15-1-4, en escala 1:250 000 (1984).
- Aspectos hidrológicos: Se identificó la presencia o ausencia de corrientes de agua permanentes o intermitentes (ríos y arroyos), cuerpos de agua presentes, la delimitación de la cuenca, subcuenca y, en específico, de las microcuencas. Esta información se complementó con la ejecución de

estudios específicos en la zona como el geohidrológico, geofísico, hidrológico y de factibilidad de abastecimiento de agua subterránea en la zona. Con base en esto, el *Proyecto* se ubica en la Región Hidrológica No.29 Coatzacoalcos (parte de la cuenca del río Coatzacoalcos) y, en particular, en tres microcuencas que tienen influencia directa sobre el *Proyecto*. El *Proyecto* se encuentra en el parteaguas de dos microcuencas, la del arroyo Gopalapa y una corriente sin nombre al sur del sitio del *Proyecto* que cruza la localidad de Nanchital (Ver Figura 5.1).

- Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio decretados en la región. Se utilizaron el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada de Coatzacoalcos – Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río – Ixhuatlán del Sureste; en los que se localizaron e identificaron las características de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) definidas para el área donde se localiza el *Proyecto*.
- Vegetación y uso de suelo: Se utilizó la delimitación de los tipos de vegetación, así como el grado de perturbación de los mismos, el uso industrial, agrícola, y ganadero para tener un marco de referencia de la vegetación actual.
- Dispersión de contaminantes: Otro factor a considerar fueron los resultados del estudio de dispersión atmosférica de Material Particulado Menor a 10 Micras (PM₁₀), Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO) emitidos por las fuentes puntuales del *Proyecto* en su etapa de operación. Las plumas de mayor concentración se encuentran limitadas a las cercanías del Sitio dentro de un radio de aproximadamente 400 metros, por lo que la definición del AI debiera abarcar, al menos, este radio alrededor del sitio del *Proyecto*.
- Infraestructura: Se identificaron los caminos que circundan las UGAs inicialmente consideradas para el AI y que, a su vez, conducen a las localidades definidas como aquellas sobre las que se tendrá mayor influencia por el *Proyecto*. La razón de hacer dicha delimitación se debe a que se considera que los caminos y carreteras son trazos que fragmentan las condiciones ambientales en el área de estudio, situación que ya existe en el AI, no sólo por la presencia de la carretera Federal No. 180 Coatzacoalcos – Villahermosa, la Carretera Estatal Nanchital –Guillermo Prieto, el camino Resistol El Chapo, sino por la presencia de actividades industriales en la región representada por los complejos petroquímicos Cangrejera, Morelos y Pajaritos; industrias como Celanese, Resirene, Quimir, Verapas, Praxair, Productos Olefínicos de México, entre otros.
- Sociales (centros de población). Desde el punto de vista social se consideraron las poblaciones de Coatzacoalcos, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río como cabeceras principales por ser aporte directo e importante de mano de obra (en las diferentes etapas del *Proyecto*). No obstante, como resultado del estudio de línea base social, se determinaron dentro del área de influencia directa las localidades ubicadas en las inmediaciones del *Proyecto* como: Pollo de Oro, el Ejido Lázaro Cárdenas,

Nahualapa, el Ejido Cinco de Mayo, El Chapo, Mundo Nuevo y Nanchital, cuya descripción particular se incluye en la Sección de 5.5 de aspectos socioeconómicos de este documento.

- **Áreas Naturales protegidas:** Un aspecto fundamental que se consideró para la delimitación del AI fue la ubicación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) decretadas y/o sitios RAMSAR en la zona donde se ubica el *Proyecto* y que potencialmente se pueden ver impactados. A este respecto es importante mencionar que el *Proyecto* no se encuentra dentro ni colinda con ninguna ANP estatal o federal, ni con ningún sitio RAMSAR (Ver Figuras 3.3., 3.4 y 3.5 del capítulo 3).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el criterio de mayor peso utilizado en la delimitación del AI, considerando el régimen pluviométrico en la región y las características topográficas donde se ubica el *Proyecto* en el cual se puede identificar un lomerío suave, fue el concepto de cuenca hidrológica.

En este sentido, dentro del AI, se ubican tres microcuencas, de las cuales el *Proyecto* se encuentra en el parteaguas de dos: la del arroyo Gopalapa y una corriente sin nombre al sur del sitio del *Proyecto* que cruza la localidad de Nanchital .

En la figura 5.1 se presenta tanto el AID como el AII definido para el proyecto.

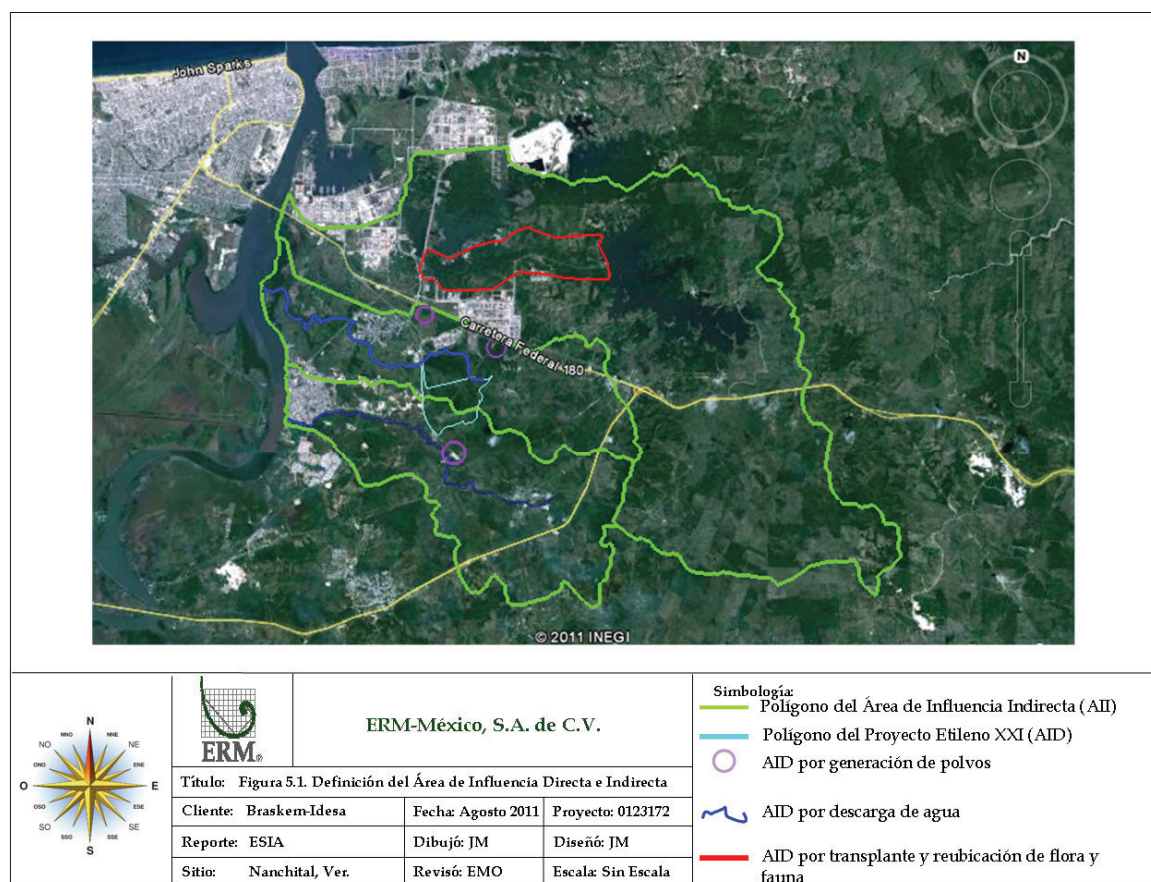


Figura 5.1 Definición de Área de Influencia Directa e Indirecta

Por lo anteriormente expuesto, para propósitos de esta ESIA la delimitación del AI se muestra en la Figura 5.2, cuya superficie es de 15,160 ha.

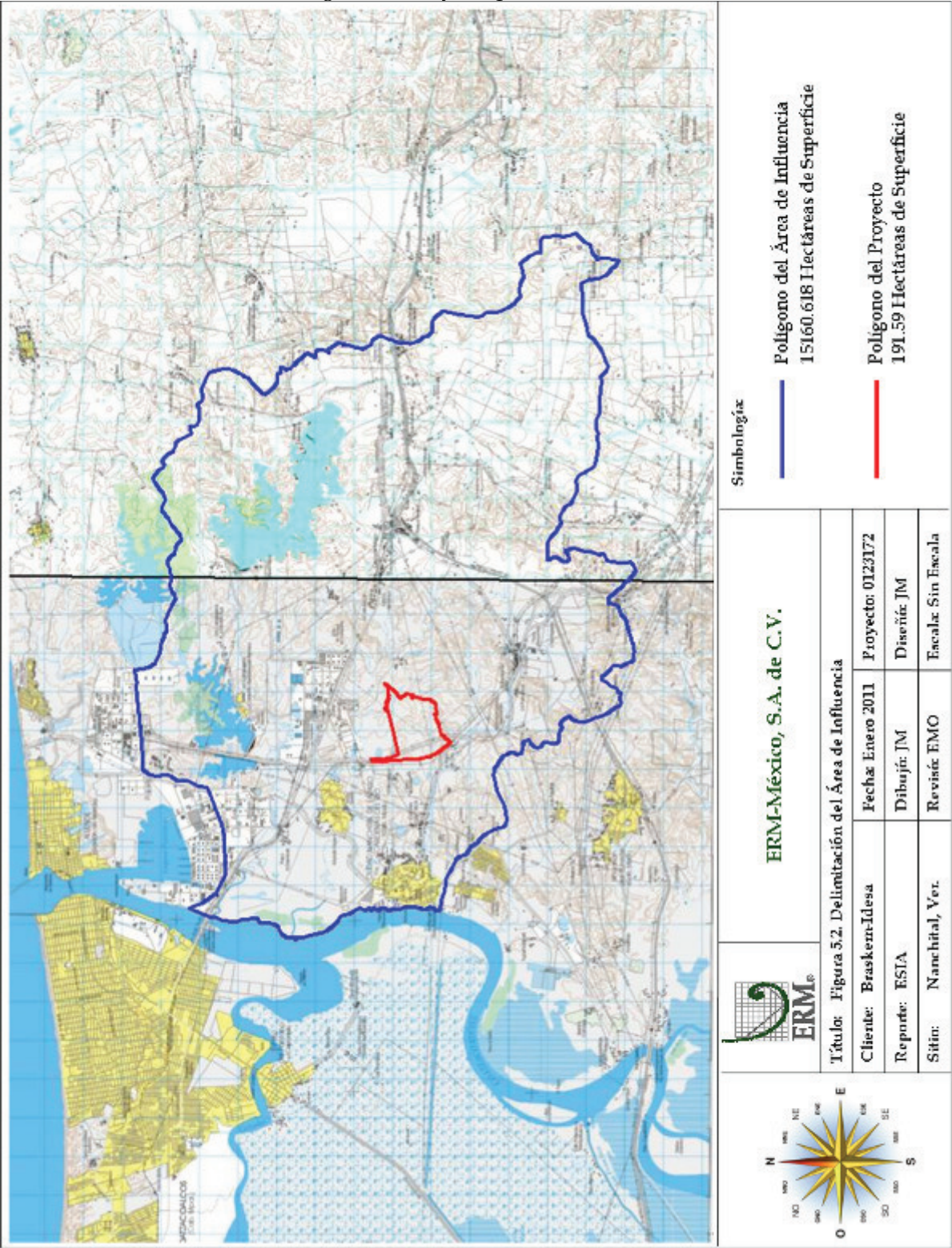


Figura 5.2 Delimitación del Área de Influencia

5.2

ASPECTOS ABIÓTICOS

5.2.1

Clima

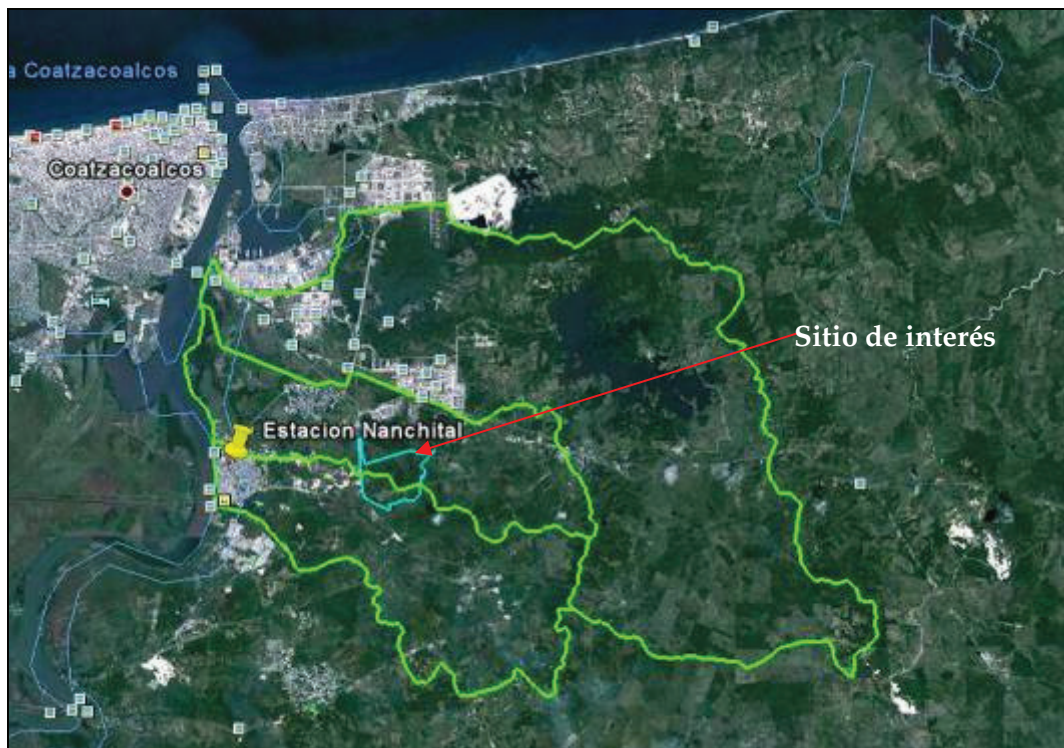
- *Tipo de clima*

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (1981) para la República Mexicana, el AI está inmerso en la unidad climática perteneciente al cálido húmedo del tipo Am (f) con lluvia toda el año. La temperatura media anual es de 25 °C; el mes más frío es enero, con 22 °C.

El total de precipitación anual está entre los 2,300 y 2,800 milímetros (mm), el régimen pluvial es intermedio, pues que llueve todo el año, aunque las lluvias se concentran de junio a noviembre. El porcentaje de lluvia invernal es de 9%. La humedad relativa es alta, siendo el promedio anual de 79%. La precipitación normal mensual en la región de Nanchital fluctúa entre 40.7 y 462.2 mm.

- *Temperatura promedio*

La estación climatológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) más cercana al AI es la denominada “Nanchital”, ubicada en las coordenadas geográficas 18°04'20" latitud norte y 094°24'35" longitud oeste. El registro de dicha estación cuenta con datos de precipitación, temperatura, evaporación, niebla, granizo y tormenta. (Ver Figura 5.3). La estación climatológica se localiza en la unidad de clima Am (f), que se describe al inicio de este apartado.



Fuente: Google Earth, <http://smn.cna.gob.mx>

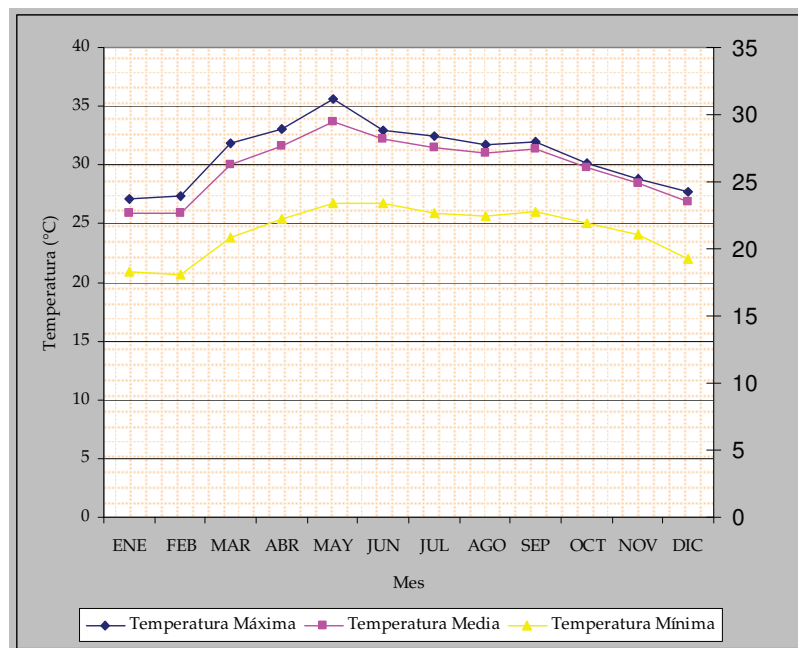
Figura 5.3 Localización geográfica de la estación climatológica del SMN

Con base en el registro de temperatura máxima, media y mínima para el período de 1971 a 2000 en la estación Nanchital, se observa que la temperatura máxima se registra en el mes de mayo con un valor de 35.6° C. De acuerdo con el registro de los datos de la estación meteorológica, en marzo de 1973 se registraron temperaturas máximas diarias de 42° C en los meses de marzo y mayo. El promedio de temperatura mínima mensual alcanza los 18.1° C, con temperaturas mínimas diarias registradas de hasta 11° C en enero y febrero (Ver Tabla 5.1).

Tabla 5.1 *Datos de temperatura máxima, media y mínima (normal) registrados en la estación Nanchital*

<i>Mes</i>	<i>Temperatura Máxima (normal)</i>	<i>Temperatura Media (normal)</i>	<i>Temperatura Mínima (normal)</i>
Enero	27.1	22.7	18.3
Febrero	27.4	22.7	18.1
Marzo	31.9	26.3	20.8
Abril	33.1	27.7	22.2
Mayo	35.6	29.5	23.4
Junio	32.9	28.2	23.4
Julio	32.5	27.6	22.7
Agosto	31.7	27.1	22.5
Septiembre	32.0	27.4	22.8
Octubre	30.2	26.1	21.9
Noviembre	28.8	24.9	21.1
Diciembre	27.7	23.5	19.3

En la Gráfica 5.1 se muestra el comportamiento normal de las temperaturas mínima, media y máxima en la estación “Nanchital”.



Fuente: <http://smn.cna.gob.mx>

Gráfica 5.1 *Comportamiento de la temperatura normal (media, máxima y mínima) en la estación Nanchital*

- *Precipitación y evaporación promedio (mm)*

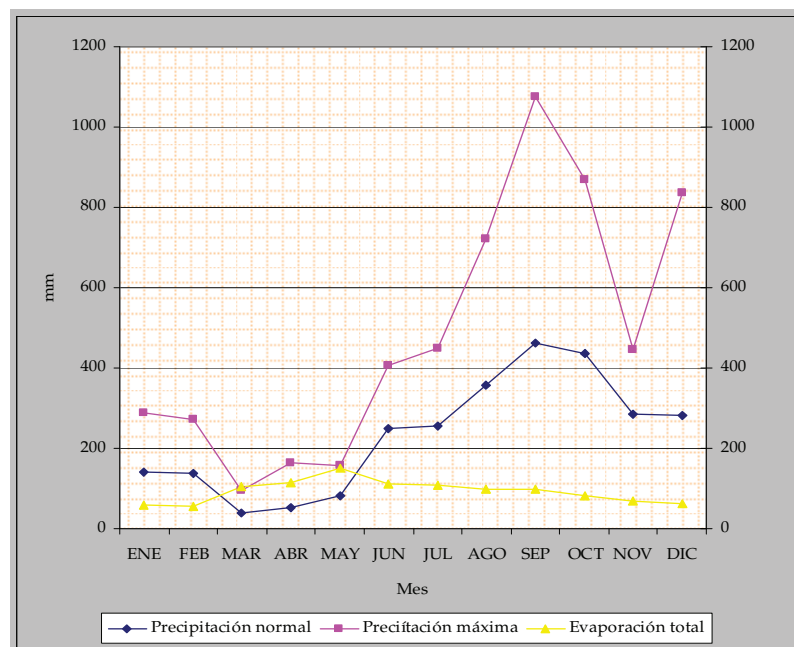
En la estación de Nanchital, el registro de precipitación anual para el periodo de 1971 a 2000 ha sido de 2,778.9 mm, con máximas normales de 462.2 mm durante septiembre. En septiembre de 1982 se registró una precipitación máxima de 1,075 mm. En total se registran 127.4 días al año con lluvia, siendo su mayor afluencia durante el período de agosto a octubre. (Ver Tabla 5.2)

Por otra parte, la evaporación anual en la estación Nanchital asciende a 1,115.2 mm.

Tabla 5.2 *Datos de precipitación normal y máxima registrados en la estación Nanchital*

<i>Mes</i>	<i>Precipitación (normal) (mm)</i>	<i>Precipitación máxima (mm)</i>
Enero	139.9	289
Febrero	138.7	273.5
Marzo	40.7	94
Abril	51.3	163
Mayo	82.2	158.9
Junio	248.4	406
Julio	255.9	450.5
Agosto	357.5	720.9
Septiembre	462.2	1,075.00
Octubre	436.6	870.4
Noviembre	283.9	444.4
Diciembre	281.6	834.6

En la Gráfica 5.2 se muestran los datos de precipitación y evaporación registrados para la estación Nanchital.



Fuente: <http://smn.cna.gob.mx>

Gráfica 5.2 *Datos de precipitación y evaporación registrados en la estación Nanchital.*

- *Fenómenos climatológicos*

Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes

Los registros meteorológicos de la estación Nanchital no indican la presencia de heladas, ni de nevadas; sin embargo, en el periodo de 1971 a 2000 se registró un promedio anual de 2.8 días con niebla. En el mismo periodo tampoco se registraron días con granizo. Sin embargo, de acuerdo con el Atlas de Riesgo de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz (Atlas de Riesgo), el *Proyecto* se encuentra en una zona que registra de 0 a 1 días con granizo al año. Adicionalmente, el *Proyecto* limita con otra zona que no registra granizo en lo absoluto en todo el año. Por lo anterior, se puede descartar el riesgo que pueden representar las granizadas en el área del *Proyecto*.

Los vientos son predominantemente del norte alcanzando velocidades máximas entre los meses de octubre a marzo con un viento de 9.45 m/s y un viento dominante de 27.10 m/s.

Con respecto de huracanes, la posición geográfica de la zona en la que se ubica el AI, la hace propensa a sufrir embates ocasionados por fenómenos ciclónicos. Los fenómenos atmosféricos más severos que se presentan en la región del Golfo de México son los frentes fríos (nortes) y los ciclones tropicales. Estos últimos en su carácter de perturbaciones, tormenta y huracanes.

La temporada de ciclones tropicales, en la vertiente que corresponde al Estado de Veracruz, inicia el 1 de junio y termina el 30 de noviembre. Es decir, abarca la finalización de la primavera, el verano, así como parte del otoño del hemisferio septentrional, aunque los sistemas ciclónicos pueden presentarse, en algunas ocasiones, anterior a la temporada y, raras veces, posterior a ella.

En la Tabla 5.3 se muestra la relación de los ciclones de mayor importancia que han impactado, directa o indirectamente, al AI en el periodo de 1980 al 2010. De éstos, el huracán “Stan” golpeó directamente a la región, entrando a 68 km al noreste de Coatzacoalcos. El huracán presentó vientos sostenidos cerca de su centro de 130 km/h y rachas de 150 km/h, dejando un saldo de casi dos millones de damnificados en el sureste.

Tabla 5.3 *Ciclones que han incidido en el AI en el periodo de 1980 a 2010*

Año	Nombre	Categoría *	Lugar de entrada	Estados afectados	Período	Velocidad máxima al momento del impacto (km/h)
2010	Karl	H	Chetumal Quintana Roo	Quintana Roo, Yuc, Ver; Tab, Camp,	14-18 sep	185
2010	Matthew	TT	Chetumal Quintana Roo	Camp, Ver, Tab y Oax	20-26 sep	55
2005	Stan	TT(H1)	Felipe C. Pto, Quintana Roo [San Andrés Tuxtla, Ver]	Quintana Roo, Yuc, Ver; Oax, Camp, Chis	25-26 sep	75

Año	Nombre	Categoría *	Lugar de entrada	Estados afectados	Período	Velocidad máxima al momento del impacto (km/h)
1999	DT11	DT	90 km Noreste Coatzacoalcos	Ver, Tab, Pue, Hgo	4-6 oct	55
1980	Hermine	TT	Sacxan, Quintana Roo (Catemaco, Ver)	Quintana Roo, Camp, Ver, Oax	20-26 sep	100 (110)

Nota:

(*) Se refiere a la intensidad al momento de impacto en tierra en México, no a la intensidad del ciclón tropical en mar abierto, H Huracán (1,2, 3, categoría alcanzada de acuerdo a la escala de intensidad Saffir-Simpson), TT Tormenta tropical, DT Depresión tropical.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Calidad del aire

En el corredor industrial “Coatzacoalcos-Minatitlán” no se dispone de un sistema de monitoreo de la calidad del aire que pueda dar información sobre (partículas suspendidas, CO₂, SO₂, CH₄, etc.). Algunas instituciones de investigación como el Centro de Ecodesarrollo de Veracruz, el Instituto de Ecología y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), han realizado algunas investigaciones sobre la problemática en la calidad del aire en la zona industrial; desafortunadamente dichas investigaciones no son recientes.

En este sentido, durante el periodo comprendido entre abril de 1984 y junio de 1985, el Centro de Ecodesarrollo de Veracruz realizó un estudio con el fin de estimar el grado de contaminación atmosférica en las ciudades de Minatitlán y Coatzacoalcos, que ya se encontraban bajo la influencia de las emisiones de diversos contaminantes de industrias localizadas en áreas circunvecinas, tales como Jaltipán, Nanchital, Allende, Cosoleacaque, Pajaritos y Cangrejera. Los muestreos de aire evaluaron el contenido de Partículas Suspendidas Totales (PST), la concentración de metales pesados (Pb, Cd, Cr, y Cu) y los niveles de formaldehído. Asimismo, se tomaron muestras de agua pluvial, a las que se les determinó SO₄ N-NH₃, N-NO₃, Cl, Na, K, Ca, Mg, P-PO₄, pH y Metales pesados (Pb, Cd, Cr, y Cu).

Las estaciones de monitoreo se ubicaron en la Escuela de Medicina de la Universidad Veracruzana en Minatitlán, a unos 800 m de la compañía Fertimex, y en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, en Coatzacoalcos.

Los resultados obtenidos de este estudio indican lo siguiente:

- Los valores promedio de partículas suspendidas en la atmósfera de las ciudades de Minatitlán y Coatzacoalcos fueron de 114 ug/m³ y 60 ug/m³, respectivamente, los cuales se consideran bajos de acuerdo con la concentración de 157 ug/m³ establecida en la norma oficial mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993¹ como límite máximo permisible. Los niveles registrados para ambas ciudades están comprendidos entre aquellos citados para ciudades de tamaño pequeño con industrias establecidas en el área urbana.
- Los resultados de los niveles de partículas y metales pesados (Pb, Cd, Cu y Cr) suspendidos en el aire, indicaron que la contaminación no es significativa por no existir fuentes importantes de emisión de estos contaminantes.

¹ Norma Oficial Mexicana, NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

- Los resultados del análisis químico realizado en las muestras de precipitación pluvial, señalan que las concentraciones más altas de sulfatos, nitrógeno amoniacal nitratos y calcio potasio ortofosfatos se registraron en Minatitlán, mientras que los cloruros y sodio fueron más altos en Coatzacoalcos.
 - Los valores altos de sulfatos en ambas ciudades, indican que las fuentes de emisión de estos iones, y de su precursor SO_2 , se originan en los procesos de combustión de compuestos que contienen azufre y durante los procesos de refinación del petróleo.
 - Los valores de nitrógeno amoniacal encontrados en el agua de lluvia en la estación Minatitlán (2.8 a 12.8 mg/l) fueron superiores a los encontrados en a Ciudad de México (0.54 a 6.6 mg/l).
 - Las altas concentraciones de nitrógeno y de nitratos encontradas en Minatitlán (0.1 mg/l a 4.8 mg/l) indican que probablemente estos se originaron en las emisiones de la planta de fertilizantes ubicada muy cercana a una de las estaciones de monitoreo.
-

En 1999, el INE publicó el Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM). El alcance del INEM está determinado por su ámbito geográfico, año base, cobertura de contaminantes y tipos de fuentes. En términos de su ámbito geográfico, el INEM comprende a toda la República Mexicana, constituida por 32 entidades federativas incluido el Distrito Federal (DF), y su resolución es municipal. El año base (1999) se eligió porque en su momento se consideró que las dependencias gubernamentales contaban con información suficiente para calcular las emisiones para dicho año. Los contaminantes incluidos en el INEM son seis: óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) y amoníaco (NH_3).

El INEM incluyó las emisiones calculadas para cinco tipos de fuentes de emisión: fuentes fijas, fuentes de área, vehículos automotores, fuentes móviles que no circulan por carreteras (maquinaria agrícola y de construcción) y fuentes naturales (emisiones naturales de COV generadas por la vegetación, de NO_x provenientes de suelos y de SO_2 y PM producidas por actividad volcánica).

Los resultados del inventario a nivel de entidad federativa ilustraron la situación del país en términos de emisiones contaminantes a la atmósfera y la problemática que enfrentaba la calidad del aire a nivel local y regional. El estudio concluyó que si se tomaban en cuenta únicamente las emisiones de origen antropogénico, los estados que presentan las emisiones mas elevadas de NO_x eran:

- Coahuila, principalmente provenientes de plantas de generación de electricidad (carboeléctricas).
- Veracruz, provenientes de una combinación de fuentes fijas como plantas de generación de electricidad, actividades de extracción de petróleo y gas, y también refinerías, así como fuentes de área, particularmente embarcaciones marítimas comerciales.
- DF y Estado de México, provenientes en su mayoría de fuentes móviles, sobre todo vehículos pesados a diesel y vehículos y camiones ligeros a gasolina.

En lo referente a emisiones de SO_x las entidades con mayores emisiones eran:

- Veracruz, Sonora, Coahuila, Tamaulipas, Colima, Guerrero, siendo el origen de las emisiones, básicamente, la generación de energía eléctrica.
- Hidalgo y Campeche, en donde las emisiones están relacionadas con las refinerías de petróleo y las actividades de extracción de petróleo y gas.

En lo que respecta a emisiones de COV y CO, se distribuían de la siguiente manera:

- El Estado de México, el Distrito Federal, Jalisco y Veracruz, presentaban las emisiones mas altas de COV, provenientes principalmente de fuentes de área como la distribución de gas LP, la combustión domestica de leña y el uso comercial y domestico de solventes, y fuentes móviles tales como vehículos y camiones ligeros a gasolina.
- En estos mismos estados las emisiones de CO son más elevadas que en el resto de las entidades federativas.
- En el Estado de México, el Distrito Federal y Jalisco provienen en su mayoría de vehículos.
- Automotores (alrededor de 81 % del total en Jalisco y Estado de México y casi 94 % en el Distrito Federal); sin embargo, en Veracruz el 59 % de las emisiones de CO son producto de fuentes de área, sobre todo de la combustión doméstica de leña, en tanto que sólo 37 % corresponde a vehículos automotores.
- En lo que corresponde a las emisiones de partículas suspendidas, estas se distribuyeron de la siguiente manera: las entidades con mayores emisiones antropogénicas de PM₁₀ eran el Estado de México, Jalisco y Veracruz. En este último se reportó, la mayor parte de estas emisiones provenientes de fuentes fijas.
- Los estados con mayores emisiones de PM_{2.5} asociadas con fuentes no naturales eran Veracruz, Puebla y Jalisco. En el primero, las fuentes fijas dan cuenta de alrededor del 53 % de las emisiones totales de PM_{2.5}, y, en los segundos, contribuyen con menos del 20 % de estas emisiones.

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de fuentes fijas por estado, en la tabla se puede observar que el estado de Veracruz estaba entre los principales cinco emisores de NO_x, SO_x, CO y emitía la carga más alta para COVs, PM₁₀ y PM_{2.5}.

Entidad Federativa	Emisiones Anuales (Mg/ Año)					
	NO _x	SO _x	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}
Aguascalientes	283.5	1,576.4	2,111.0	42.4	490.1	307.7
Baja California	5,695.5	26,605.1	16,649.7	757.8	4,697.4	3,849.8
Baja California Sur	4,781.1	18,945.6	743.4	867.5	1,108.3	845.5
Campeche	23,039.1	150,893.7	3,103.5	13,865.9	3,755.1	2,543.8

Coahuila	129,521.7	165,468.2	5,624.6	18,050.4	26,620.4	25,796.9
Colima	15,453.0	191,515.8	3,411.7	2,127.4	10,510.5	7,290.1
Chiapas	2,578.8	90,886.4	2,001.5	1,923.1	4,263.5	2,163.5
Chihuahua	18,133.3	65,187.6	2,892.8	13,821.7	7,241.4	6,278.7
Distrito Federal	1,550.0	2,645.7	12,943.7	1,234.0	1,043.3	799.7
Durango	4,379.5	24,840.4	15,886.9	684.9	1,865.2	1,361.7
Estado de México	12,826.1	12,316.4	15,103.3	4,717.1	3,144.8	2,472.9
Guanajuato	14,773.2	111,404.5	9,643.9	2,194.3	5,212.1	3,934.9
Guerrero	14,812.2	187,231.7	3,064.1	1,583.6	8,711.4	6,282.7
Hidalgo	37,833.8	336,966.2	3,265.4	7,254.3	18,861.8	13,022.0
Jalisco	4,661.9	18,239.4	10,433.4	4,266.0	6,277.4	3,336.0
Michoacán	13,450.4	27,715.1	2,619.4	1,451.4	6,356.3	3,661.6
Morelos	2,683.2	12,334.4	3,765.7	1,190.1	3,692.6	1,824.4
Nayarit	588.8	1,297.0	854.2	1,185.5	2,019.7	660.5
Nuevo León	20,564.1	82,031.7	22,319.5	22,114.5	10,651.3	9,422.3
Oaxaca	6,033.5	59,318.8	6,388.4	1,790.3	6,251.0	3,399.2
Puebla	3,486.5	13,968.3	5,463.6	1,435.0	8,167.6	6,493.2
Querétaro	2,199.1	3,046.2	1,381.7	653.7	2,140.5	1,587.8
Quintana Roo	1,659.0	1,024.0	633.9	718.9	942.0	471.4
San Luis Potosí	9,176.6	83,407.5	2,864.4	3,208.0	9,209.7	5,685.7
Sinaloa	10,274.6	102,862.9	1,488.7	1,999.3	7,876.7	4,614.7
Sonora	12,964.4	157,276.7	1,617.2	3,146.9	30,880.7	14,737.2
Tabasco	8,990.6	145,454.5	21,880.2	22,980.2	18,209.3	10,057.9
Tamaulipas	15,224.0	151,901.7	26,824.9	11,743.2	6,295.7	4,268.7
Tlaxcala	497.3	2,902.0	533.0	107.8	264.7	153.2
Veracruz	46,792.8	336,709.7	40,395.0	20,101.2	78,152.7	49,925.9
Yucatán	3,325.00	27,942.2	1,699.5	315.4	1,871.4	1,517.9
Zacatecas	641.9	19.4	46.8	79.7	503.6	283.0
Total	448,874.4	2,633,935.2	247,855.0	167,611.6	297,288.2	199,050.3

Fuente: Inventario Nacional de Emisiones de México, INE, 1999.

De acuerdo al INEM las emisiones en el estado de Veracruz provienen principalmente de:

- Las emisiones de SO_x en Veracruz son generadas por las plantas de generación de electricidad.
- Las emisiones de COV provienen principalmente de fuentes de área y móviles. Las principales categorías de fuentes de área emisoras de COV son la distribución de gas LP y el uso comercial y domestico de solventes, con menores cantidades registradas para el desengrasado y el recubrimiento industrial de superficies. Asimismo, la combustión domestica de leña es una fuente importante de emisiones de COV.
- De las emisiones de CO en Veracruz 59% de las emisiones de CO son producto de fuentes de área, sobre todo combustión domestica de leña, en tanto que sólo 37% corresponde a vehículos automotores.

- PM₁₀ las aportaciones eran principalmente de fuentes fijas (alrededor de 85% de las emisiones no volcánicas),
- En orden descendente, los estados con mayores emisiones de PM_{2.5} son Veracruz, Puebla y Jalisco. En el primero, las fuentes fijas dan cuenta de alrededor de 53% de las emisiones no volcánicas de este contaminante, en tanto que en las otras dos entidades menos de 20% de las emisiones totales de PM_{2.5} corresponde a tal categoría de fuente.

En 2004, Instituto Nacional de Ecología, realizó un Inventario preliminar de emisiones de gases efecto de invernadero (GEI) a nivel regional en el Estado de Veracruz. Este reporte consideró el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso como gases de efecto directo; óxidos de azufre y nitrógeno, compuestos volátiles diferentes de metano como gases de efecto indirecto, y se aplicó la metodología establecida por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC). Los resultados de este estudio incluyeron lo siguiente:

-
- Las emisiones estimadas en equivalentes de bióxido de carbono representan cerca de 3.5% del total nacional reportado en el inventario nacional (INE, 2002) y provienen de la generación de energía, la agricultura, la ganadería y desechos
 - La contribución de bióxido de carbono por el sector industrial al año 2000 es de 4.3% del total nacional.
 - Las emisiones de GEI provenientes del sector eléctrico, petrolero, agropecuario, procesos industriales y de residuos del estado de Veracruz, en conjunto reflejan una tasa de crecimiento media anual del 2.7 %.
 - Las emisiones provenientes del sector eléctrico, petrolero, agropecuario, procesos industriales y de residuos del estado de Veracruz, en el periodo 2000 – 2004, han tenido un crecimiento total de 11.2%. De estos sectores de Veracruz, el sector que más aportó emisiones de GEI fue el sector eléctrico, seguido del agropecuario y, por último, los sectores industriales, petrolero (emisiones fugitivas) y residuos.
-

Monitoreo sobre calidad del aire en el área del proyecto

Se realizó un monitoreo sobre la calidad del aire local en el área del *Proyecto*. El monitoreo se llevó a cabo del 3 al 13 de Junio de 2011 en la población de Pollo de Oro, que es la población más cercana al sitio de interés e incluso colinda con éste en su sección suroeste. Se llevó a cabo en la estación móvil de monitoreo en las coordenadas 18°03'40.98" N y 94°22'25" O.

En la Figura 4.4 se presenta la localización de la estación móvil de monitoreo utilizada para este monitoreo.

Figura 5.4 Localización geográfica del punto de monitoreo de la calidad del aire en el sitio de interés.



Fuente: Google Earth.

El objetivo del estudio fue evaluar la concentración de Bióxido de Nitrógeno (NO_2), Bióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono, Ozono (O_3), Partículas suspendidas totales (PST), PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, y Plomo (Pb) en el predio donde se construirá el *Proyecto*, utilizando originalmente las siguientes normas de referencia y especificaciones:

- NOM-020-SSA 1-1993 Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).
- NOM-021-SSA 1-1993 Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O_3).
- NOM-022-SSA 1-2010 Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO_2).
- NOM-023-SSA 1-1993 Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2).
- NOM-025-SSA 1-1993 Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado (PST).
- NOM-026-SSA 1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (Pb).

En la Tabla 4.4 se presentan los parámetros evaluados, sus respectivas técnicas de muestreo, así como sus límites de acuerdo a los valores de comparación de las normas mexicanas.

Tabla 5.4. Especificaciones del estudio de línea base de aire.

Parámetro	Método de muestreo y análisis	Norma aplicable	Límite Máximo Permisible	Limite CFI	Tiempo de Muestreo	Principio de Operación
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-034-SEMARNAT-1993	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm	-	24 h	Infrarrojo no dispersivo
Partículas suspendidas totales (PST)	NOM-035-SEMARNAT-1993	NOM-025-SSA1-1993	210 µg/m³	-	24 h	Gravimétrico
PM 2.5	NOM-035-SEMARNAT-1993	NOM-025-SSA1-1993	65 µg/m³	25 µg/m³	24 h	Gravimétrico
PM 10	NOM-035-SEMARNAT-1993	NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m³	50 µg/m³	24 h	Gravimétrico
Ozono (O ₃)	NOM-036-SEMARNAT-1993	NOM-020-SSA1-1993	216 µg/m³	100 µg/m³	1 h	Ultravioleta
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	NOM-037-SEMARNAT-1993	NOM-023-SSA1-1993	395 µg/m³	200 µg/m³	24 h	Quimiluminiscencia
Bióxido de Azufre (SO ₂)	NOM-038-SEMARNAT-1993	NOM-022-SSA1-2010	341 µg/m³	125 µg/m³	24 h	Fluorescencia pulsada
				50 µg/m³		
				20 µg/m³		
Plomo (Pb)	NOM-035-SEMARNAT-1993	NOM-026-SSA1-1993	1.5 µg/m³	-	24 h	Espectrofotometría de Absorción Atómica

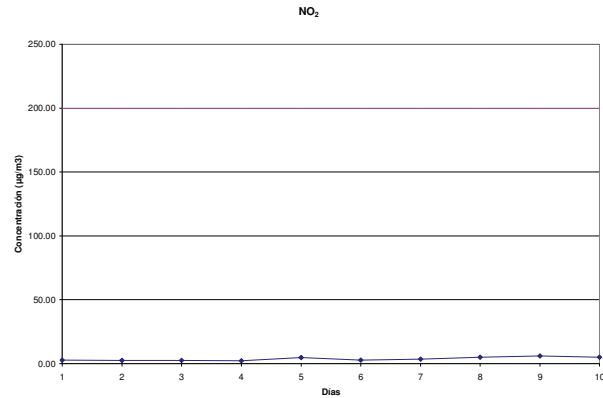
Nota: *Para el caso del bióxido de azufre, se estableció como valor guía el Objetivo Intermedio – 2, que de acuerdo a las Guías de Calidad del aire de la OMS. El objetivo intermedio para este compuesto, esta basado en el control de las emisiones de los vehículos de motor, emisiones industriales y/o de energía, y ha sido establecido como un un objetivo alcanzable cuando los niveles no satisfacen la concentración mas restrictiva, como es el caso del área donde se encuentra localizado el proyecto.

Se tomaron las Normas Oficiales Mexicanas como referencia basándose en los Lineamientos Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) de la Corporación Financiera Internacional (CFI) que establece que las emisiones no deben producir concentraciones contaminantes que iguallen o superen las permitidas por las normas y las guías sobre calidad del ambiente en aplicación de la legislación nacional, o en su ausencia, de las actuales Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El resultado fue que se cumple con todos los parámetros y valores establecidos en la legislación nacional mencionada.

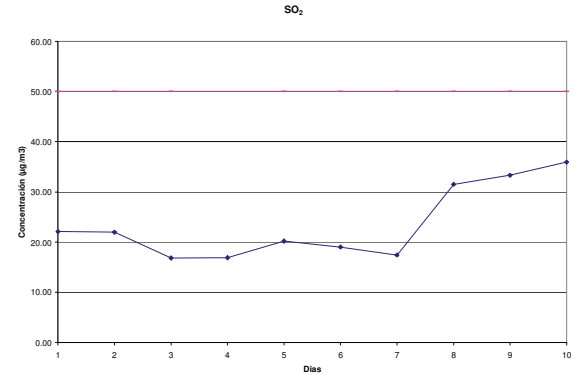
Posteriormente, se compararon los resultados obtenidos con las valores guías establecidos en la Guía de Calidad del Aire Ambiente de la CFI para los mismos parámetros, excepto para Monóxido de Carbono, Partículas Suspendidas Totales y Plomo ya que estas guías no los contemplan.

A continuación, se presentan las gráficas de dichos parámetros analizados durante un período de 10 días comparados con los valores de la CFI para los parámetros normados, y con valores de normas mexicanas para CO, PST y Pb:

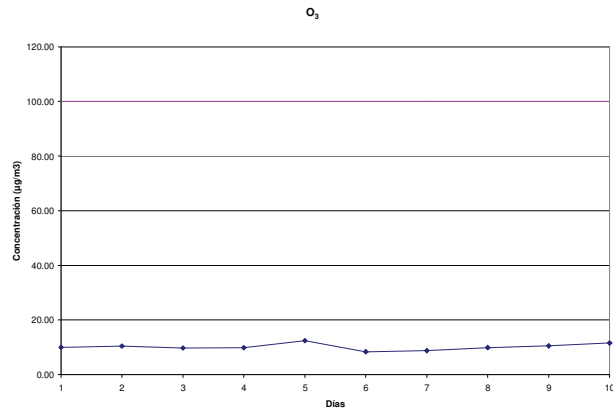
Gráfica 5.3 Concentración de Bióxido de Nitrógeno en el punto de monitoreo VS Valor Guía del CFI



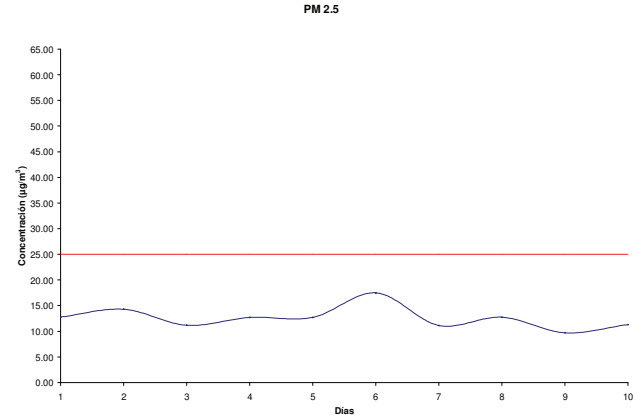
Gráfica 5.4 Concentración de Bióxido de Azufre en el punto de monitoreo VS Valor Guía del CFI (Valor intermedio)*



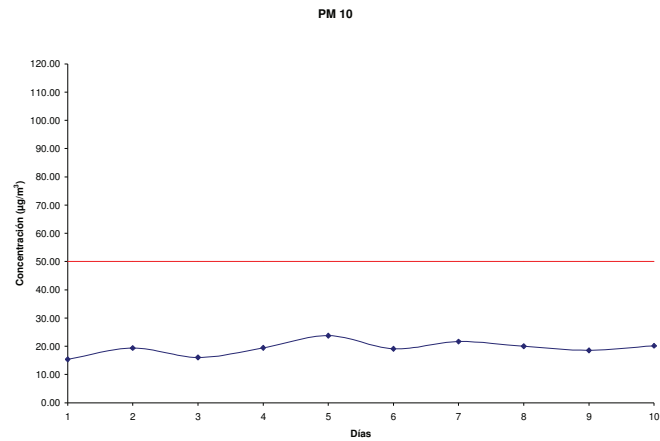
Gráfica 5.5 Concentración de Ozono en el punto de monitoreo VS Valor Guía del CFI



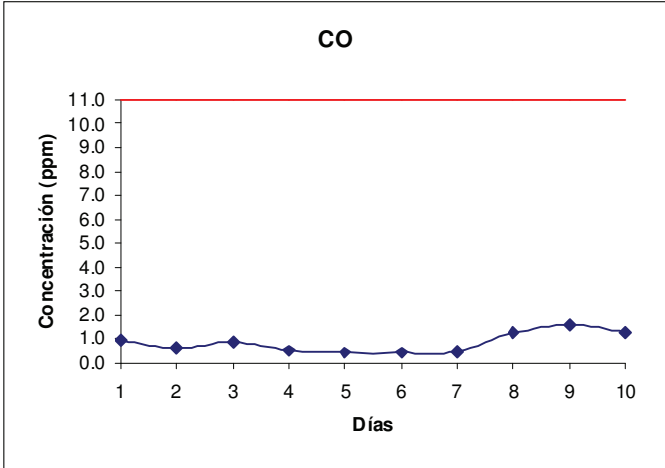
Gráfica 5.6 Concentración de Partículas suspendidas (< 2.5 µm) en el punto de monitoreo VS Valor Guía del CFI



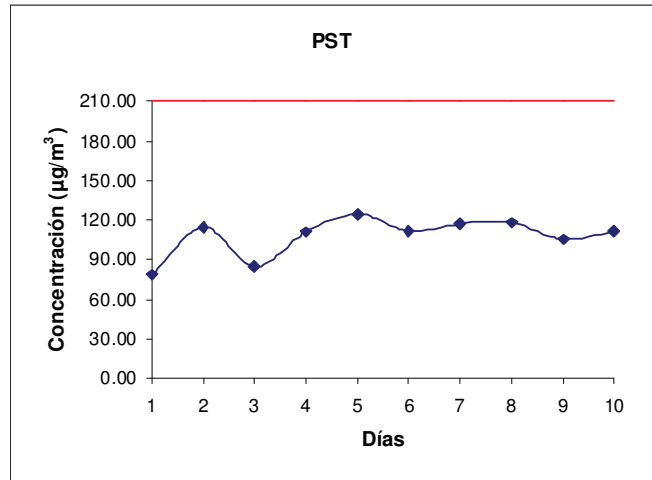
Gráfica 5.7 Concentración de Partículas suspendidas (< 10 µm) en el punto de monitoreo VS Valor Guía del CFI



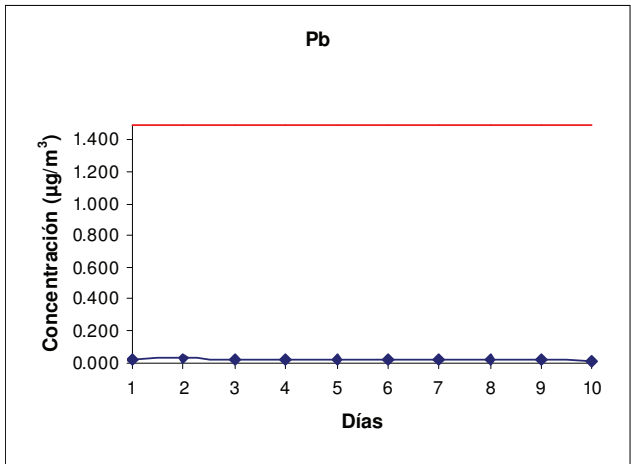
Gráfica 5.8 Concentración de Monóxido de Carbono en el punto de monitoreo VS Valor establecido en la NOM-021-SSA1-1993



Gráfica 5.9 Concentración de Partículas Suspendidas Totales en el punto de monitoreo VS Valor establecido en la NOM-025-SSA1-1993



Gráfica 5.10 Concentración de Plomo en el punto de monitoreo VS Valor establecido en la NOM-026-SSA1-1993



De acuerdo con los resultados del muestreo de línea base, no se superaron los límites establecidos en los Lineamientos Generales MASS de la CFI, así como los límites de las Normas Oficiales Mexicanas citadas durante el periodo de muestreo.

La zona de Coatzacoalcos-Minatitlán es catalogada como zona crítica en la NOM-043-SEMARNAT-1993, y de acuerdo con los resultados del INEM el estado de Veracruz contribuía en 1999 de manera importante con las emisiones de varios contaminantes. Sin embargo, no se puede llegar a una conclusión definitiva con respecto a la calidad del aire actual de la zona ya que la información disponible tiene más de 10 años de antigüedad, periodo en el que los Gobiernos Federales y Estatales han implementado medidas de control, ha habido crecimiento en la zona pero se han implementado tecnologías más limpias.

En el caso particular del bióxido de azufre, los resultados del monitoreo realizado estuvieron muy por debajo del valor guía ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sin embargo estos resultados son puntuales por lo que se continuará y expandirá el monitoreo de calidad del aire dentro de la zona de influencia del proyecto (para todos los parámetros, ver Anexo 8.15 Subprograma de Monitoreo y Control de la Calidad del Aire). Como se detalla en el Capítulo 3, las emisiones de este compuesto se generarán en los hornos de craqueo (por el azufre contenido en el etano) y debido a la combustión del gas natural en las calderas y hornos de craqueo. Las de las calderas son inherentemente pequeñas por el uso de gas natural como combustible, adicionalmente no se usarán odorizantes (mercaptanos con contenido de azufre) para evitar se incremente la emisión de SO_2 . Los resultados del modelo de dispersión (ver Anexo 5.11) indicaron que en el punto de mayor concentración la concentración de bióxido de azufre se incrementara en $5.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (para un periodo de 24 hrs) con lo cual no se alcanzará a rebasar el valor guía. La adición de dimetil disulfuro al vapor que entre en la unidad de craqueo generará sulfuro de hidrógeno que será removido mediante un lavado químico con sosa cáustica y no formará SO_2 .

Nivel de ruido

Con relación a este tema, no se dispone de información, en el corredor industrial “Coatzacoalcos-Minatitlán” en el estado de Veracruz.

ERM, a través de un subcontratista acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), realizó un monitoreo de ruido perimetral, el cual se llevó a acabo en enero de 2011 (Ver Anexo 5.7).

El monitoreo de ruido perimetral consideró cinco puntos en las proximidades del sitio de interés considerando las fuentes fijas de emisión de ruido y la cercanía de los receptores potenciales, para lo cual se tomaron mediciones de fuente y de fondo en cada uno de los puntos de muestreo. Los muestreos, consideraron la toma de datos puntuales durante el horario diurno a partir de las 08:00 horas y durante el horario vespertino a partir de las 16:00 horas.

De acuerdo con la legislación mexicana aplicable, el horario nocturno comprende un período de las 20:00 horas hasta las 06:00 horas; sin embargo, por cuestiones

de seguridad para fines de este monitoreo en el área del *Proyecto* no se procedió a realizar el monitoreo en dichos horarios.

Previo al inicio de las actividades correspondientes a esta etapa, se realizarán mediciones adicionales para estimar el nivel de ruido de línea base para dos elementos faltantes, por un lado la población de Nahualapa que es una de las comunidades ubicadas en el Área de Influencia del *Proyecto*, y por otro lado en las principales rutas de transporte que serán determinadas tanto en el Subprograma de Monitoreo y Control de Ruido, como en el Marco General del Plan de Seguimiento y Monitoreo.

En la Figura 5.5 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo donde se realizaron las mediciones del nivel de ruido.



Figura 5.5 Localización geográfica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental

Las coordenadas geográficas de cada uno de los sitios de muestreo se muestran en la siguiente Tabla 5.5.

Tabla 5.5 Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo

Sitio	Nombre	Coordenadas UTM	
		X	Y
1	Pollo de Oro (población)	0354596	1997610
2	Resistol	0354215	1999728
3	Lázaro Cárdenas (población)	0354221	1999743
4	Cangrejera	0356939	2000044
5	Periferia de Celanese	0356058	2000453

Con base en las determinaciones de los niveles de ruido perimetral realizado por el Laboratorio Microlab, en el área de influencia al sitio de interés se registraron los siguientes niveles de ruido:

Tabla 5.6 *Niveles de ruido en el área de influencia al sitio de interés*

Turno	Sitio de muestreo	Emisión de ruido dB (A)	Nivel Máximo Permitido * dB (A)
Vespertino	Pollo de Oro	56.48	65
Diurno		53.13	68
Vespertino	Resistol	64.34	65
Diurno		67.71	68
Vespertino	Poblado Lázaro Cárdenas	58.90	65
Diurno		52.57	68
Vespertino	Planta La Cangrejera	82.45	65
Diurno		67.62	68
Vespertino	Celanese	73.79	65
Diurno		70.21	68

Nota:: * NOM-081-SEMARNAT-1994

De acuerdo con los resultados de ruido ambiental anteriormente expuestos las poblaciones Pollo de Oro y el Ejido Lázaro Cárdenas son los receptores potenciales más cercanos al sitio de interés y en los cuales los niveles de ruido ambiental están por debajo de los límites máximos permisibles que marca la NOM-081-SEMARNAT-1994.

5.2.2 *Geología y geomorfología*

• *Características litológicas del área*

El AI se localiza en la Provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Golfo Sur, específicamente en la subprovincia Llanura Costera Inundable. Las topoformas características son valles, valles con llanuras, lomeríos y sierra (INEGI, 2009).

La Llanura Costera del Golfo de México, específicamente en su región sur y sureste, se extiende en forma de franja más o menos paralela al Golfo de México desde el norte la Ciudad de Veracruz hasta el Río Tonalá, donde continúa por territorio tabasqueño. Su acción geomorfológica sólo se manifiesta a través de alteraciones del relieve producidas por las actividades humanas, como los yacimientos petroleros en rocas cretácicas y los asociados con los domos salinos y rocas miocénicas, al sur (Minatitlán).

De acuerdo con la carta geológica Coatzacoalcos E-15 1-4 Escala 1:250,000 (INEGI, 2003), en el AI afloran dos unidades de tipos de rocas bien diferenciadas, las cuales corresponden a dos ambientes distintos que se aglutinan por su edad y origen. En este sentido, en el AI se identifica una unidad con depósitos de origen fluvial del Cuaternario (Q) y otra unidad con sedimentos del Mioceno (Tm) junto con sedimentos del Jurásico (J).

Los depósitos cuaternarios recientes de origen fluvial (Q) son aportados por las cuencas de las corrientes del río Coatzacoalcos y río Uxpana. Estos ríos desembocan y desbordan en las tierras bajas de las planicies de inundación, enriqueciéndolas con los sedimentos del aluvionamiento. A su vez, la

sedimentación renovada de tales depósitos retroalimentan el proceso de hundimiento del terreno en esta porción de la cuenca (Benavides, 1956).

La unidad de rocas de los depósitos sedimentarios del Mioceno y Jurásico, de origen marino-costero en proceso de denudación (Tm y J), que se distribuye en la mayor parte del AI consiste de una secuencia de arenas y lutitas sedimentadas en un ambiente de mares de aguas someras y del litoral. Esto se deduce de las características de textura, empaque, y arreglo disposición, de las cuales se puede interpretar que su acumulación ocurrió en un régimen sujeto a los vaivenes de eventos transgresivos y regresivos de la línea de costa durante largos periodos de tiempo. Posteriormente, al finalizar el Mioceno y en el transcurso del Plioceno y del Pleistoceno, estos sedimentos emergieron en forma de un amplio bloque o pilar debido a la acción de una tectónica de compresión que formó pliegues suaves, mismos que, aunados a la presencia de domos de sal y de arcilla, terminan por elevar el terreno.

Desde el enfoque geológico, se identifica a esta secuencia de rocas como la unidad cronolitoestratigráfica formación Paraje Solo, la cual está profusamente distribuida en la parte norte de la Cuenca Salina del Istmo (Márquez et al., 1964) que, en la zona de estudio, cubre una gran parte comprendida entre los ríos Coatzacoalcos, Tonalá y Uxpanapa. Generalmente, se le observa descansando sobre la formación Filisola y está cubierta, en discordancia algunas veces, por la formación Agueguexquite.

En su descripción de la columna correspondiente a la formación Paraje Solo, Benavides (1956) distingue dos partes:

- a. La superior, formada por areniscas de grano grueso a fino, de color gris y gris parduzco, interestratificadas con arcillas de color gris azulado, más o menos carbonosas. Su parte inferior presenta lechos de lignitas, de más de 50 cm de espesor, en ocasiones, con hojas fósiles y restos de vegetales carbonizados, por lo que a esta parte se le llama Serie Lignítica del Paraje Solo. A su vez, en la parte inferior de la Serie Lignítica hay lechos fosilíferos con gasterópodos y pelecípodos, y gran cantidad de ceniza volcánica.
- b. La inferior, la forman areniscas compactas de grano grueso gris y gris pardo, interestratificadas con arcillas; seguidas de un lecho fosilífero y después por areniscas de grano grueso laminadas con arcilla y material lignítico. Los horizontes ligníticos son bastante constantes. Las arenas y lignitas representan depósitos estuarinos de textura relativamente uniforme y de amplia distribución. La fauna que contiene corresponde a aguas poco profundas. Los foraminíferos son más bien escasos y no se conoce ninguna especie característica.

El espesor de la formación Paraje Solo por lo común varía de 300 a 600 m. Solamente en uno de los pozos de la Cuenca Salina, el Arroyo Prieto no. 1, el espesor es considerablemente más alto, del orden de los 1,400 m. Las unidades de rocas aquí descritas, que representan a los depósitos sedimentarios relacionados íntimamente con los flujos acuosos, son muy susceptibles de ser afectadas por los derrames de petróleo crudo.

Con base en lo anteriormente descrito, y en la carta geológica Coatzacoalcos E-15-1-4 Escala 1:250,000 (INEGI, 1983) en la zona donde se ubica el AI se puede observar que el área está constituida por suelo aluvial del cuaternario (Q Al), depósitos micénico y jurásico de origen costero en proceso de denudación y roca sedimentaria arenisca (Tm ar) y roca sedimentaria lutita (Te lu); así como conglomerado polimíctico que presenta una composición muy diversa de fragmentos o clastos de diferentes tipos sin identificar.

Particularmente en el sitio del *Proyecto*, se pueden identificar depósitos micénico y jurasico de origen costero en proceso de denudación (Tm ar) (Ver Figura 5.6).

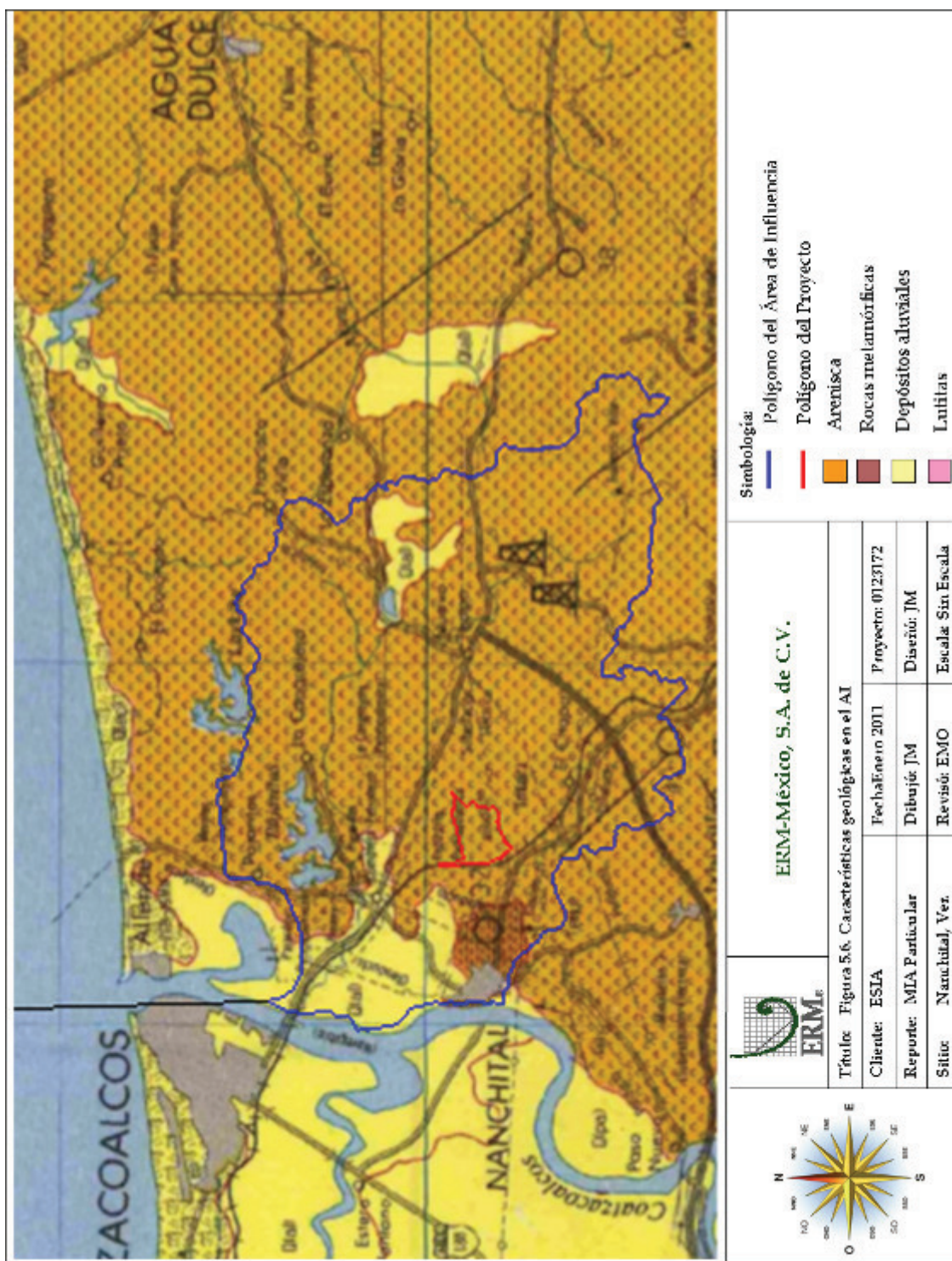


Figura 5.6 Características geológicas en el AI

- Características geomorfológicas

De acuerdo con la Síntesis Geográfica del Estado de Veracruz editada por el INEGI, el AI se ubica en la Llanura Costera del Golfo Sur, específicamente en la subprovincia llanura costera veracruzana. En ella están ubicadas: la cuenca baja del Río Papaloapan, situada en la porción central y noreste; y la cuenca del río

Coatzacoalcos en el sureste. Estos ríos son permanentes pero erráticos, con fuertes inundaciones en los meses veraniegos. Los escurrimientos medios anuales de sus cuencas son de 39,175 y 22,395 millones de metros cúbicos respectivamente.

De manera general esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sureste.

Con base en el mapa geomorfológico incluido en el Atlas Regional de Impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz editado por el INE – SEMARNAT y la Universidad Nacional Autónoma de México (2010), en la zona de Coatzacoalcos se distinguen tres sistemas naturales a los que se asocian 19 unidades de paisaje geomorfológico.

De acuerdo con la regionalización geomorfológica que se propone en el Atlas Regional de Impactos derivados de las Actividades petroleras en Coatzacoalcos, se distinguen cuatro dominios de procesos geomorfológicos:

-
- 1) Modelado acumulativo de los sistemas de llanuras fluviales y de piedemonte;
 - 2) Relieve denudativo-erosivo de colinas, lomeríos y mesas; y
 - 3) Ambiente costero; y
 - 4) Modelado antropogénico.

De ellos los más susceptibles de ser afectados por los derrames de petróleo crudo son el primero y el tercero, dado que el agua juega un papel determinante en la combinación de procesos dinámicos que propician una mayor o menor movilización y dispersión de los derrames de petróleo crudo.

Del cuarto dominio, las canteras y bancos de préstamo de material que, si bien provocan la alteración prácticamente total del relieve, constituyen receptáculos que podrían utilizarse eventualmente para confinar el petróleo crudo derivado de los derrames. A lo largo de estos sitios, se han presentado amplios y numerosos movimientos de tierra que dejan montículos, bordos, bajos, depresiones residuales, que modifican la topografía original. Es evidente que una mayor frecuencia y densidad de terrenos alterados por la extracción de material posibilita, como ya se mencionó, su utilización ocasional.

Con base en lo anterior, en el AI se pueden identificar las siguientes unidades geomorfológicas:

1) Modelado acumulativo de los sistemas de llanuras fluviales y piedemonte

1.4) Planicie de inundación fluvial Tiene dos fuentes o modos de inundación, una por desborde y otra cuando el acuífero se halla muy cercano a la superficie y la corriente es influente y cede agua que satura los terrenos adyacentes. Los depósitos son típicamente areno-arcillosos con clasificación heterométrica, debido a inclusiones de arenas gruesas y gravas dispersas o localmente concentradas.

1.5) Bajial o cubeta de decantación (ambiente de ciénaga o de pantano de cuenca) Es el terreno más bajo del sistema de planicie fluvial y deltáica, su topografía es llana y de suave perfil cóncavo. Es un medio de muy baja energía física, inundado de manera permanente o estacional. El proceso dominante producido por las aguas estancadas es el depósito de sedimentos finos por decantación de arcillas y limos. La textura es arcillosa, generalmente con poco más de 60% de fracción fina (< 2 mm de diámetro) y otras veces con alrededor del 50 a 60% de contenido similar de limo y arcilla. La estructura del depósito es en capas finas paralelas, la cual refleja una acumulación rítmica. Esta estructura sella la superficie del fondo y reduce la infiltración o permeabilidad, por lo tanto, esta área presenta un drenaje deficiente.

1.7) Rampas de piedemonte o glaciares acumulativos. Por su posición y distribución, constituyen planicies de transición que se articulan con las porciones altas de lomeríos y los planos de inundación de los ríos Coatzacoalcos, Uxpanapa y Tonalá. Son llanuras ligeramente inclinadas que se extienden desde la base de las laderas de los lomeríos hasta las llanuras de inundación, formando depósitos de carácter deluvial. Carecen de rasgos erosivos y son estables desde el punto de vista morfodinámico, por lo que permiten el desarrollo de suelos.

2) Relieve denudativo-erosivo de colinas, lomeríos y mesas

2.1) Planicie irregular con colinas residuales. Es un área formada como resultado del modelado que se ha llevado a cabo sobre una estructura tabular de depósitos antiguos del Mioceno, consistente en capas de estratificación paralela, arenosa, con horizontes intercalados de margas y lutitas. El relieve tiene un arreglo irregular con una topografía que se caracteriza por la diversidad en la amplitud vertical y horizontal de la morfología, la cual se diferencia en escalones con distintos niveles y con anchura de interfluvios muy variables y numerosos. La disección fluvial es escasa y de poca profundidad, aunque localmente se presenta con mayor incisión. La red hidrográfica tiene escasa integración; no hay continuidad con los sistemas de mayor orden y muchas veces es de carácter arréico.

2.4) Laderas de lomeríos altos diseccionados por barrancos profundos. Corresponden a un relieve de origen erosivo, con barrancos de una fase posterior de disección, ya que presentan una disposición topográfica de mayor altura y más alejada de los niveles de base. En términos generales, comparten los mismos atributos de la morfología que los lomeríos bajos. De forma local, en las escarpas pueden existir problemas de inestabilidad con corrimiento de tierras.

2.6) Lomeríos bajos diseccionados por barrancos con cubierta arenosa reciente. Estas áreas comparten todas las características comunes de los lomeríos bajos, pero se diferencian de ellos por la influencia que pueda tener el manto de arenas a las que está sujeto el paisaje de forma estacional y esporádica.

4) Modelado antropogénico

4.1) Mancha urbana o población. Asentamiento humano o traza de la mancha de urbanización.

4.2) Instalaciones industriales. Límite franco de la traza de la infraestructura industrial.

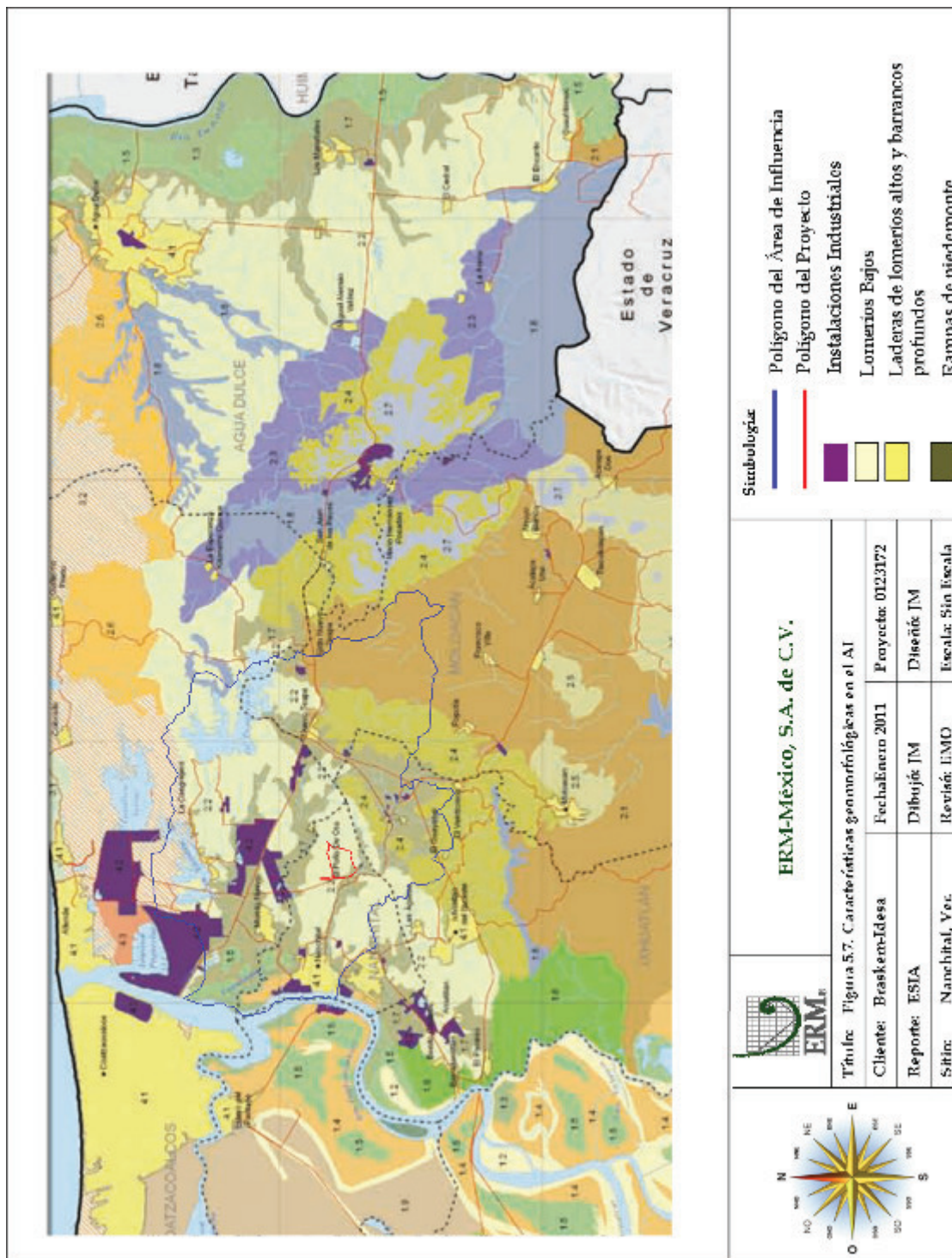


Figura 5.7 Características geomorfológicas en el AI

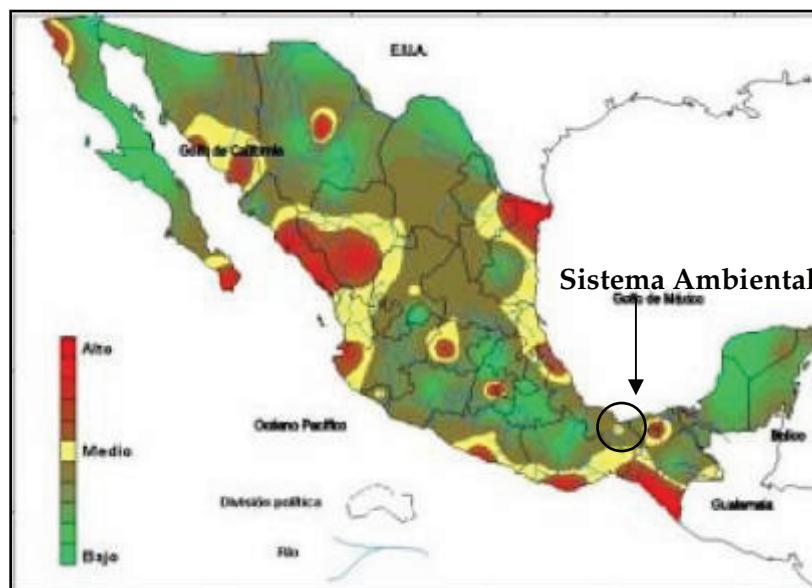
En la Figura 5.7 se presentan las unidades geomorfológicas que están en el AI, de acuerdo con mapa geomorfológico propuesto en el Atlas de Regionalización de Riesgos de Coatzacoalcos.

- *Presencia de fallas y fracturamientos*

De acuerdo con la carta geológica Coatzacoalcos E 15-1-4 escala 1:250,000 (INEGI, 2003), dentro del AI existe una fractura inferida localizada aproximadamente a 2 km al sur del polígono del *Proyecto*. (Ver Figura 5.5).

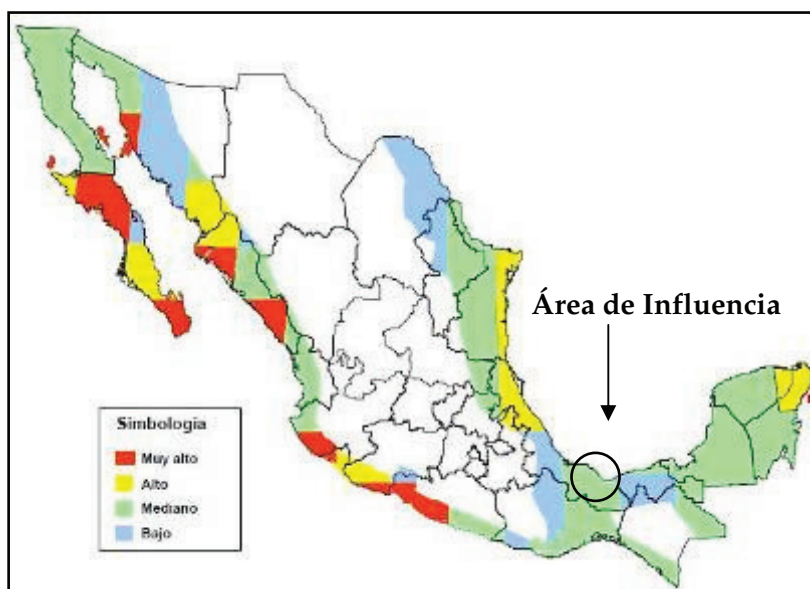
- *Susceptibilidad a riesgos ambientales*

De acuerdo con el documento denominado, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2005), el AI se encuentra en un área donde la precipitación anual fluctúa entre 2,000 y 3,000 mm/año. Con base en este documento, el AI está localizado en un área con un nivel de riesgo de inundación de bajo a medio y una probabilidad media en cuanto a la incidencia de ciclones (Ver Figuras 5.8 y 5.9).



Fuente: CENAPRED, 2005

Figura 5.8 *Regiones de peligro por inundación donde se ubica el AI*

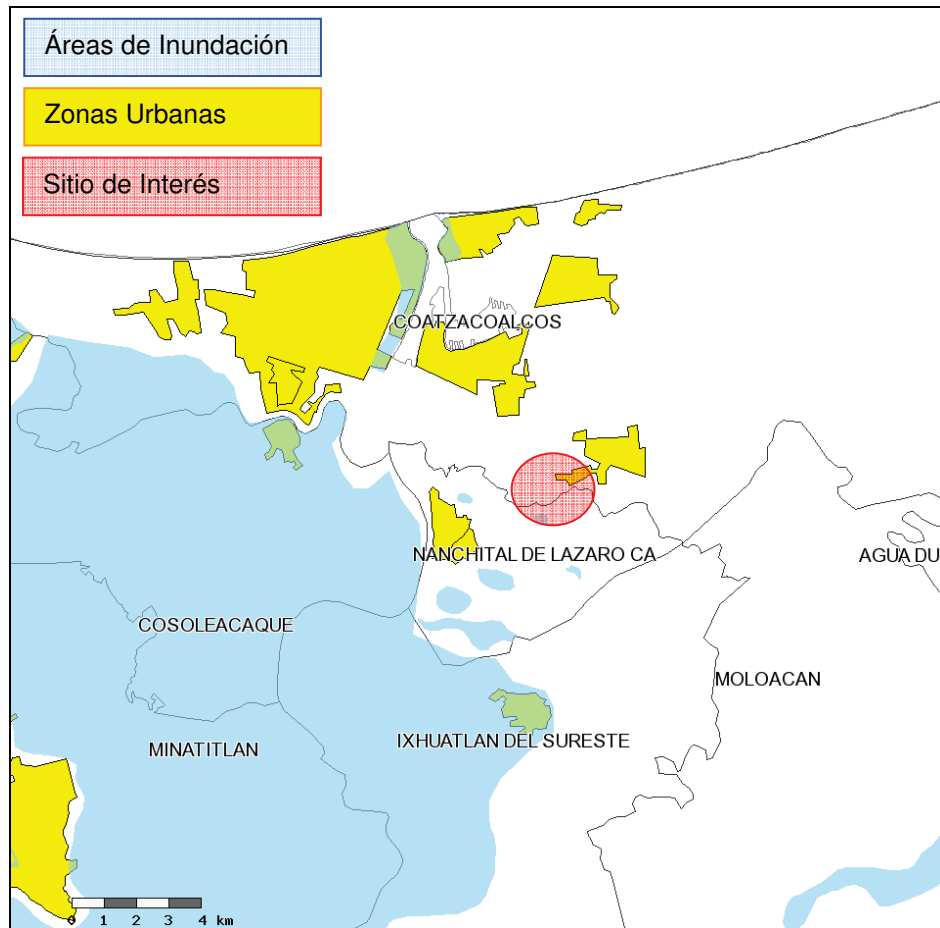


Fuente: CENAPRED, 2005

Figura 5.9 *Regiones con incidencia de ciclones donde se ubica el AI*

Por otro lado, de acuerdo con el Atlas de Riesgo de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz (Atlas de Riesgo), el AI se encuentra en una zona que registra de 0 a 1 días con granizo al año. Por lo anterior, se puede descartar el riesgo que pueden representar las granizadas en el AI.

Asimismo, de acuerdo con el Atlas de Riesgo de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz (Atlas de Riesgo), en la Figura 5.10 se muestra un mapa de las zonas más afectadas por inundaciones cercanas al área del *Proyecto*.



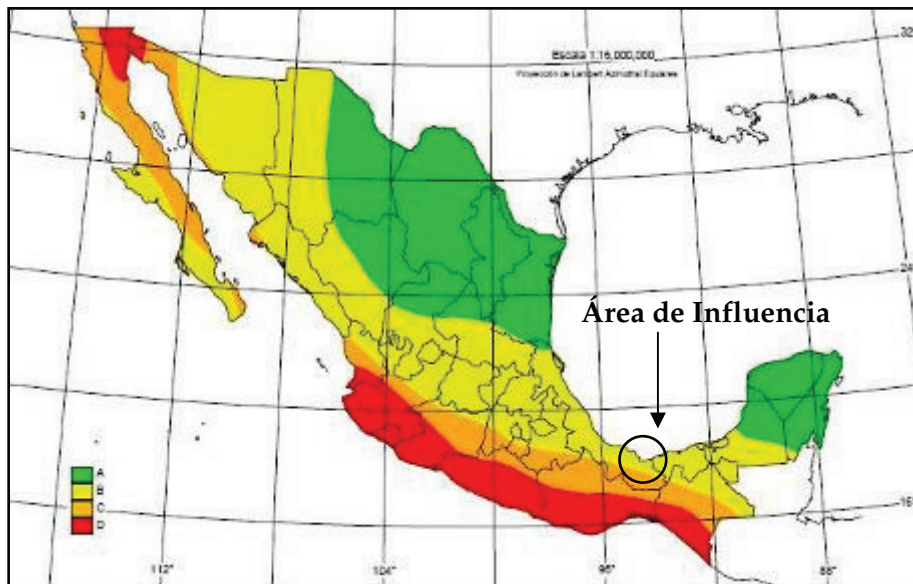
Fuente: Mapa de inundación pluvial – Atlas de Riesgo de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. Acceso digital:

http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=1945,4286215&_dad=portal&_schema=PORTAL

Figura 5.10 Zonas de Riesgo de Inundación

La Figura 5.10 muestra que existen dos zonas propensas a inundación adyacentes al sitio de interés y en general afectan en mediana medida al municipio de Nanchital. El acceso al sitio de interés es por el puente Coatzacoalcos I, por el cual actualmente no se destacan riesgos de afectación al paso por las inundaciones. Sin embargo, las vías de comunicación alternas de Cosoleacaque, Minatitlán y de Ixhuatlán del Sureste se ven ampliamente afectadas por el riesgo de inundación, ya que la zona, como muestra el mapa, es muy proclive a inundaciones masivas.

Con relación a movimientos telúricos y de acuerdo con el CENAPRED, el AI se localiza en una región que esta clasificada como Zona B, que presenta sismicidad con menor frecuencia, y las aceleraciones del terreno no sobrepasan el 70% del valor de la gravedad (una medida de la carga adicional que debe ser soportada por los edificios durante un terremoto) (Ver Figura 5.11).

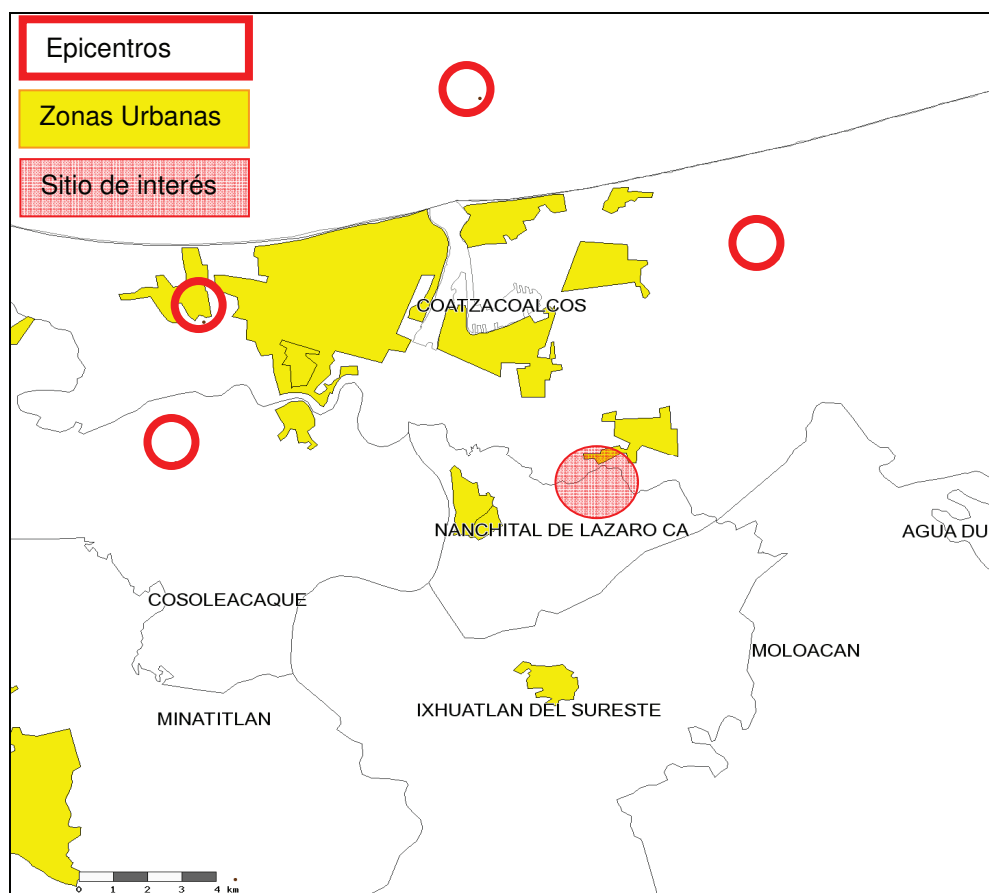


Fuente: CENAPRED, 2005

Figura 5.11 *Región sísmica en la que se ubica el AI*

De acuerdo con el CENAPRED, en el área del AI no existe riesgo por actividad volcánica. El Pico de Orizaba y el de San Martín Tuxpan, son los volcanes más cercanos al AI, ubicados aproximadamente a 342 km y 98 km al noroeste del AI, respectivamente.

Los epicentros registrados con respecto a lo indicado en la información del Atlas de Seguridad de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, se muestran en la Figura 5.12.



Fuente: Atlas de Riesgo del Estado de Veracruz. Acceso digital:

http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=19454286215&_dad=portal&_schema=PORTAL

Figura 5.12 Mapa de epicentros cercanos al sitio de interés

Actualmente no se tienen reportes sobre afectación o registros sobre daños por sismos en el área donde se ubica el AI.

- Conclusiones del estudio específico en el sitio de interés

Adicionalmente a la información presentada en esta sección referente al AI, se realizó en el sitio de interés un estudio de reconocimiento geológico, exploración geofísica y exploración geotécnica para la caracterización del subsuelo, a fin de confirmar la factibilidad para desarrollar el *Proyecto*, ver Anexo 5.6.

A continuación se presentan las conclusiones del estudio específico en el sitio de interés.

Aspectos Geológicos

En el predio del *Proyecto* afloran dos formaciones geológicas del Terciario Superior, más antigua es la Formación Paraje Solo y le sobreyace de manera discordante e irregular la Formación Cedral; y en los cauces de los arroyos más importantes se presentan depósitos aluviales cuaternarios.

La Formación Paraje Solo presenta una amplia distribución en la zona central y norte del predio, formando cerros de baja altura y suave pendiente; los sondeos detectaron esta formación hasta los 40m de profundidad. Sin embargo, se conoce que tiene espesores mayores de 200m.

La litología de la Formación Paraje Solo consta de básicamente de roca lutita de color gris azulado a verdoso, con contenidos variables de arena fina, así como intercalaciones erráticas de arenisca, en forma de lentes y capas delgadas. Presenta planos de estratificación muy delgados, con echados muy suaves, de 2 a 5° y con orientación preferencial NO-SE e inclinados hacia el NE.

La Formación Cedral se distribuye hacia la porción sur del predio del *Proyecto*, cubriendo discordantemente a la F. Paraje Solo, formando lomeríos elevados y alargados en dirección Este-Oeste; se desconoce el espesor de esta unidad en el área de estudio.

En función de su granulometría, la F. Cedral se dividió en dos unidades: El Miembro Inferior y el Miembro Superior. El Miembro Inferior está formado por areniscas de grano medio a grueso, de color café amarillento, con lentes de grava fina y pocos finos; se encuentra consolidado pero sin cementación. Aflora al sur del predio y fue detectada por debajo de los 20 a 30m de profundidad en dos sondeos directos, encontrándose con una compacidad densa a muy densa.

El Miembro Superior está constituido por limolitas arenosas de grano fino, de color rojizo a café amarillento, débilmente consolidado y sin cementante. Aflora en la parte sur del predio, y se cortó en dos sondeos con un espesor de 20 a 30m, encontrándose con una consistencia media a dura.

Los depósitos aluviales se presentan en los arroyos de la parte norte del predio, y están cubriendo a las lutitas de la F. Cedral, con espesores reducidos de 1 a 3m. Está constituido por suelos arcillosos con materia orgánica de color gris oscuro, de consistencia muy blanda y alta plasticidad.

Geomorfología

El área de estudio se caracteriza por la presencia de dos zonas geomorfológicas bien definidas:

La primera se encuentra en las áreas más elevadas, donde los cerros y lomeríos tienen formas redondeadas alcanzando alturas hasta de 150 metros sobre el nivel del mar (msnm) y formadas por estructuras plegadas con afloramientos constituidos por sedimentos arenosos.

La segunda, corresponde a una zona de topografía llana donde se tienen áreas pantanosas correspondientes a las partes bajas donde se dificulta el drenaje superficial.

Aspectos Geofísicos

Zonificación Geosísmica

Del análisis y correlación de los valores de velocidad se definieron cuatro Unidades Sísmicas, denominadas: US-1, US-2, US-3 y US-4; en donde los contrastes de velocidad son notables y evidencian cambios en las características físicas de los materiales; ya que la US-1 es de muy baja velocidad, las unidades US-2 y US-3 manifiestan velocidades medias a altas, y la US-4 presenta consistentemente velocidades altas.

La Unidad US-1 se presenta en la parte superficial del terreno y se manifiesta en todas las líneas de investigación realizadas; con velocidades muy bajas, que varían entre 200 y 500 m/seg, lo que implica que es un material suelto a poco compacto y presenta un espesor que varía entre 1 y 2m, y en zonas locales llega a alcanzar 4 ó 5m; se ha correlacionado con la Unidad UG-1 constituida por suelos residuales arcillosos, de consistencia blanda a muy blanda.

La Unidad US-2 tiene una distribución más restringida, ya que solo se manifestó en algunas secciones; con velocidades bajas, que oscilan entre 600 y 1,000 m/seg, lo que implica que son materiales poco compacto y presenta un espesor que varía entre 3 y 5m, y localmente pueden llegar a 8 a 10m; se ha correlacionado con la Unidad UG-2, de lutitas intensamente intemperizadas, de consistencia firme a dura.

La Unidad US-3 tiene una distribución amplia en el subsuelo, manifestándose en todas las secciones, entre las Unidades US-1 y US-4; con velocidades medias, entre 1,000 a 1,600 m/seg, lo que implica que es un material compacto y presenta un espesor que varía entre 10 y 15m, y localmente puede disminuir hasta 5m; se correlaciona con la Unidad UG-3, de lutitas fuertemente intemperizadas, de consistencia dura a muy dura.

La Unidad US-3a se presenta de forma local en el subsuelo, básicamente hacia la parte central del predio; con velocidades medias a altas, entre 1,500 a 1,800 m/seg, lo que implica que es un material compacto a muy compacto, y con un espesor entre 4.0 y 8.0 m; se ha correlacionado con también con la Unidad UG-3, de lutitas fuertemente intemperizadas, pero de consistencia muy dura.

La Unidad US-4 se presenta de manera consistente en todo el subsuelo del área, con velocidades altas, entre 1,600 y 2,400 m/seg, por lo que es un material muy compacto. Se correlacionó con la Unidad UG-4, de lutitas moderadamente intemperizadas y de consistencia muy dura.

Zonificación de Resistividad

En zonas muy aisladas y en la parte superior del terreno se presentaron resistividades muy altas, entre 50 y 300 ohm/m, con espesores reducidos, de 5 a 10 m.

Sin embargo, en general los valores de resistividad que se presentan en todo el subsuelo oscilan entre 5 y 30 ohm/m.

Se observa que existe una notable homogeneidad en los valores de resistividad en las tres secciones de resistividad. En algunas zonas predominan valores entre 1 y 10 ohm/m, y en otras zonas predominan resistividades entre 10 y 30 ohm/m.

Los bajos valores de resistividad y su uniformidad lateral y a profundidad, indican que en el subsuelo no existen cambios notables en el tipo de material y este presenta características de contenido de arcilla muy similares. Esto ratifica que en el subsuelo de la zona de estudio solo se presentan las rocas lutitas de la Formación Paraje Solo.

Se concluye que no existen zonas de resistividad anómala que se asocien a la existencia de fallas, fracturas o cambios laterales de litología.

Aspectos Geotécnicos

Zonificación Geotécnica

En forma general se distinguen tres zonas con diferentes condiciones estratigráficas (Plano 4.2), cuyas características se describen a continuación:

Zona Baja.- Corresponde a las partes norte y noreste del predio, donde existen grandes espesores de suelos residuales blandos o poco compactos, derivados de la intemperización de las rocas lutitas de la Formación “Paraje Solo” que data del Terciario Superior (Tps).

Zona de Transición.- Corresponde a las partes centro y oeste del predio, donde también predominan los suelos residuales, producto de la intemperización de las lutitas de la formación “Paraje Solo” (Tps), aunque estos presentan una mayor consistencia o compacidad.

Zona de Lomas.- Corresponde a las partes sur y sureste del predio, donde se reduce el espesor de los suelos residuales, y se encuentran rocas sedimentarias alteradas a poca profundidad, sean las lutitas de la Formación “Paraje Solo” (Tps) y/o las areniscas de la formación “Cedral”, que datan también del Terciario (Tc).

Singularidades de los Suelos y Rocas

A continuación se resumen las características de las principales unidades estratigráficas que fueron detectadas:

Unidad 1. Suelos residuales finos con lentes aisladas de arena. Se trata de arcillas residuales derivadas de la intemperización de las lutitas que constituyen la formación Paraje Solo, las cuales presentan espesores variables, desde 6.0 m en las Zonas de Lomas y de Transición, hasta 17.0 m en la Zona Baja del predio, y son altamente compresibles. Se descarta que sean potencialmente expansivas, dada su alta densidad y su límite líquido relativamente bajo.

También formando parte de esta unidad se encontraron lentes aisladas de arenas arcillosas con espesor variable desde 1.0 m hasta 6.0 m, color gris verdoso y de compacidad suelta a media, que aunque son menos compresibles que las arcillas, presentan una baja resistencia al corte. No obstante su estado suelto, se descarta que sean susceptibles a la licuación por su alto contenido de finos.

Unidad 2. Roca lutita intensamente intemperizada. Se trata de un horizonte superficial o poco profundo de roca lutita de la formación Paraje Solo, la cual ha estado sujeta a una gran alteración y que por lo tanto puede equipararse con un suelo residual de consistencia firme a muy firme. Teniendo en cuenta las propiedades índice del material fino y su alta densidad, se descarta que tenga un potencial expansivo importante.

Unidad 3. Roca lutita fuertemente intemperizada. Se trata de un horizonte intermedio de roca lutita de la formación Paraje Solo, que por estar aún muy alterada puede considerarse que presenta características de un suelo residual, pero de consistencia dura.

Unidad 4. Roca lutita moderadamente intemperizada. Se trata de la roca lutita masiva o típica de la formación Paraje Solo, que por estar menos intemperizada presenta más características de roca blanda, la cual se encuentra intercalada por varios horizontes de suelos arenosos cementados.

5.2.3

Suelos

- *Tipos de suelo*

Con base en la carta edafológica Coatzacoalcos E 15 1-4 escala 1:250,000 (INEGI, 1984) los principales tipos de suelo presentes en el área donde se ubica el AI, ordenados de mayor a menor extensión, son: Cambisoles y Gleysoles.

La clasificación específica de los tipos de suelo presentes en el AI de acuerdo con la carta edafológica de INEGI y con base en la publicación *World reference base for soils resources 2006*, de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) de las Naciones Unidas, se muestra en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 *Tipos de suelo presentes en el AI*

Clasificación	Tipo de suelo	Características del suelo predominante	% con respecto al AI
Bf + Lp + Lo/2	Cambisol ferralico con luvisol plintico y luvisol ortico, de textura media	Suelo con un horizonte A de denominación ocrico, de textura fina con forma de bloques subangulares, de tamaño grueso y estructura fuerte. Tiene un horizonte B de denominación cambico, de textura fina con forma de bloques, tamaño muy grueso y estructura fuerte; con escasa acumulación de arcilla y presenta características gleyco. Tiene un horizonte C que presenta un drenaje interno muy drenado. El cambisol se desarrolla en materiales de textura fino a medio que son obtenidos de una amplia gama de rocas, sobre todo en los depósitos aluviales, coluviales y eólicos. La mayoría de estos suelos hacen buenas tierras agrícolas y se utilizan intensivamente. Los Cambisoles de terrenos ondulados o con lomeríos (al este de la zona de estudio) se siembran con varios cultivos anuales y perennes o se dedican al pastoreo, aunque son suelos típicamente pobres en nutrientes.	90%
Gm + Ge/2	Gleysol molico con gleysol eutrico de textura media	Suelo con un horizonte A de textura media y con una denominación molico. El Gleysol es un suelo que prevalece cuando las condiciones del relieve favorecen el estancamiento del agua, son suelos con exceso de humedad y están ocupados por una vegetación hidrófila. La prolongada saturación de agua y la falta de oxígeno los hace poco aptos para el desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas.	6%
Gv + Bg/3	Gleysol vertico con cambisol gleyco de textura fina	Suelo con un horizonte A de denominación ocrico, de textura media con forma de bloques subangulares, de tamaño muy grueso y estructura fuerte. Tiene un horizonte B de denominación cambico, de textura fina, en forma de bloques, tamaño muy grueso y estructura fuerte; con escasa acumulación de arcilla. Tiene un horizonte C que presenta un drenaje interno muy drenado.	4%
Total			100%

Fuente: Carta Edafológica, INEGI, 1:250,000.

Particularmente en el sitio de interés, se puede identificar que predomina el tipo de suelo: Bf+LP+Lo/2 (99%) y en menor proporción hacia el norte del sitio de interés el tipo de suelo que se presenta es el Gm + Ge/2 (1%).

La ubicación de cada unidad edafológica dentro del AI se muestra en la Figura 5.13, que se presenta a continuación.



- *Calidad de suelo*

Evaluación Ambiental de Sitio Fase I

ERM-México llevó a cabo una Evaluación Ambiental de Sitio Fase I en el sitio de interés localizado en el km 3+ 290 del camino Resistol – El Chapo, en el municipio de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Veracruz, México. La evaluación y reporte se realizaron de acuerdo con las consideraciones contenidas en el Estándar Práctico ASTM E 1527-05 para Evaluación Ambiental del Sitio (EAS):

La Fase I del Proceso de EAS se adaptó a la estructura gubernamental y el sistema legal que aplica a Sitios localizados en México. La visita al Sitio se realizó el 4 y 5 de noviembre de 2010 por la Biol. Edith Morales y el Ing. Carlos Gómez de la oficina de ERM localizada en México.

Con base en la información y datos obtenidos durante esta investigación, ERM identificó las siguientes Condiciones Ambientales Reconocidas (REC por sus siglas en inglés) en el Sitio:

- Se observó agua estancada (al parecer de lluvia) con una capa aceitosa debajo de un ducto de PEMEX que cruza el centro del predio. La superficie del agua era de aproximadamente de 4 m². De acuerdo con información proporcionada por personal de PEMEX que realizaba la inspección del derecho de vía durante esta investigación, el ducto conduce combustóleo y corresponde al corredor trans-sísmico Nuevo Teapa – Salina Cruz. El área se caracteriza por ser una zona que presenta deslaves debido a la lluvia y al material poco compactado que se utilizó como relleno después de instalado el ducto.
- En la parte central del sitio, se observaron restos de geo-membrana. De acuerdo con el Sr. Ediel León Santiago, velador con más de 20 años viviendo en el sitio, la geo-membrana se utilizó como protección del suelo para almacenar temporalmente suelo contaminado con hidrocarburo generado por un derrame dentro del predio ocurrido hace aproximadamente 12 años (probablemente de combustóleo dada la información anterior). La superficie que abarcan los restos de geomembrana es de aproximadamente 300 m².
- Adyacente al límite noreste del predio cruza el arroyo Gopalapa. De acuerdo con la información proporcionada por el Sr. Ediel León Santiago, este arroyo recibe descargas industriales y municipales. Las empresas más cercanas al sitio son Celanese, Resirene y Quimir, aproximadamente a 600m y a 400m al norte del sitio, respectivamente, pero aguas abajo.

El Estándar ASTM E 1527-05 define una REC como “la presencia o probable presencia de cualquier sustancia peligrosa o productos del petróleo en la propiedad bajo condiciones que indican la existencia de un derrame, un derrame pasado, o un daño material de sustancias peligrosas o productos de petróleo dentro de las estructuras de la propiedad o al suelo, agua subterránea, o agua superficial. El término incluye sustancias peligrosas o productos del petróleo

aún bajo condiciones que cumplan con la regulación. El término no pretende incluir condiciones *de minimis* que generalmente no presenta una amenaza a la salud o al ambiente y que generalmente no están sujetas a acciones que apliquen la ley si se llega a llamar la atención de las correspondientes agencias gubernamentales. Las condiciones determinadas como *de minimis* no son RECs.”

Condiciones Ambientales Reconocidas Históricas

Con base en la información y datos obtenidos durante esta investigación, ERM no identificó condiciones ambientales reconocidas históricas en el Sitio. Una Condición Ambiental Reconocida Histórica se define como una condición ambiental que en pasado habría sido considerada como Condición Ambiental Reconocida pero que podría o no ser considerada como una REC actualmente.

Condiciones De Minimis y Otros Hallazgos

Las condiciones *de minimis* son aquellas que no presentan una amenaza a la salud o el ambiente y que generalmente no estarían sujetas a una acción de cumplimiento que llamen la atención de las autoridades correspondientes. ERM no identificó condiciones de *minimis* en el Sitio.

En el Anexo 5.8 se presenta el detalle de la Fase I realizada para el sitio de interés.

Evaluación Ambiental de Sitio Fase II

ERM-México llevó a cabo una EAS Fase II en el sitio ubicado en el Km 3+ 290 del camino Resistol – El Chapo, en el municipio de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Veracruz, México.

Personal de ERM realizó las actividades de campo asociadas con la EAS Fase II del 10 al 19 de enero de 2010, y consistieron en la colecta de 35 muestras de suelo en 12 puntos de sondeo y la instalación de 2 (dos) pozos de monitoreo de agua subterránea, así como la colecta de 5 (cinco) muestras de agua, en 5 (cinco) áreas de potencial preocupación (PAOC, por sus siglas en inglés).

Las muestras seleccionadas se enviaron al laboratorio Intertek Testing Services de Mexico, S.A. de C.V. (Intertek), laboratorio de pruebas acreditado ante la EMA y aprobado por la Procuraduría Federal para la Protección al Ambiente (PROFEPA).

Para todas las muestras se analizaron los siguientes compuestos: Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTPs) – fracción ligera, media y pesada, Compuestos COVS, Compuestos Orgánicos Semi-volátiles, Hidrocarburos Poliaromáticos (HAPs), metales pesados, pesticidas y herbicidas.

Tabla 5.8 Áreas de Potencial Preocupación de la Evaluación Ambiental de Sitio Fase II

COMPUESTO IDENTIFICACIÓN		HTPs ¹	HAPs ²	METALES ³	COVs ⁴	COSVs ⁵	HERBICIDAS ⁶	PESTICIDAS ⁷
PAOC-1	SB-2	X	X	X	X			
	SB-3	X	X	X	X			
	SB-4	X	X	X	X			
	SB-11	X	X	X	X			
PAOC-2	SB-7	X	X	X	X	X	X	X
	SB-8	X	X	X	X	X	X	X
	SB-9	X	X	X	X	X	X	X
	SB-10	X	X	X	X	X	X	X
PAOC-3	SB-1	X	X	X	X			
PAOC-4	SB-15	X	X	X	X			
PAOC-5	SB-12	X	X	X	X			
	SB-13	X	X	X	X			
QA/QC	2 Duplicados (SB-12 y SB-13)	X	X	X	X			
	Blanco de Viaje				X			
	Blanco de Equipo	X	X	X	X	X	X	X
	Blanco de Campo	X	X	X	X	X	X	X

1. Hidrocarburos Totales del Petróleo (Fracciones Ligera, Media y Pesada) – Método EPA 8015 y 9071B/1664A.

2. Hidrocarburos Poliaromáticos – Método EPA 8270.

3. Metales – Método EPA Series 6000/7000.

4. Compuestos Orgánicos Volátiles – Método EPA 8260.

5. Compuestos Orgánicos Semi-volátiles – Método EPA 8270.

6. Herbicidas – Método EPA 8150.

7. Pesticidas – Método EPA 8081.

Para evaluar los resultados analíticos del laboratorio y determinar los niveles de contaminación para los compuestos de preocupación en el suelo y agua, se utilizaron criterios de comparación establecidos en Normas Oficiales Mexicanas, así como en los Lineamientos Generales de MASS de la CFI en los casos en donde no se cuenta con legislación y/o normatividad mexicana.

Basados en el uso futuro de suelo del Sitio, se utilizaron los criterios de comparación para los **escenarios de uso industrial**.

Con base en los resultados de laboratorio se identificó lo siguiente:

Suelo

- No se detectaron concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTPs) – fracción ligera, media y pesada en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.

- No se detectaron concentraciones de Compuestos Orgánicos Semi-volátiles en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de Hidrocarburos Poliaromáticos (HAPs) en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- Se detectaron concentraciones de metales como Níquel (6.377 – 23.440 mg/Kg), Vanadio (9.093 – 45.910 mg/Kg) y Bario (19.12 – 128.9 mg/Kg) en todas las muestras de suelo, así como concentraciones de Plomo (6.355 – 9.548 mg/Kg) en SB-1, SB-4, SB-7, SB-8, SB-9, SB-10 y SB-12; pero todas las concentraciones detectadas por debajo del criterio de comparación (Industrial) de la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (20,000; 2,000; 800; y 67,000 mg/Kg, respectivamente).
- No se detectaron concentraciones de pesticidas en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de herbicidas en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.

Agua

- No se detectaron concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTPs) – fracción ligera, media y pesada en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de Compuestos Orgánicos Semi-volátiles en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de Hidrocarburos Poliaromáticos (HAPs) en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de metales en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.
- No se detectaron concentraciones de pesticidas en ninguna de las muestras analizadas, por arriba de los límites de detección del laboratorio.

En el Anexo 5.9 se presenta el detalle de la Fase II realizada para el sitio de interés, que incluye la localización de las áreas de potencial preocupación y sitios de muestreo.

- *Cuerpos de agua continentales*

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales Coatzacoalcos E 15 1-4 Escala 1:250,000 (INEGI, 1984) el AI se localiza en la Región Hidrológica No. 29 Coatzacoalcos, dentro de la cuenca “B” Río Coatzacoalcos, y en la subcuenca “a” denominada Río Coatzacoalcos. En la Figura 5.13 se muestra la ubicación del AI con respecto a la Región Hidrológica No. 29.

La región hidrológica No 29 Coatzacoalcos presenta una gran dinámica hidrológica ya que los cuerpos de agua cercanos están relacionados a las corrientes más caudalosas de la Republica como el Río Coatzacoalcos y el Río Tonalá.

Los recursos hidráulicos superficiales en la región del Coatzacoalcos se aprovechan para abastecimiento de agua a los núcleos de población, así como para fines industriales mediante tomas para las refinerías y fabricas de PEMEX y particulares. En este sentido, es uno de los corredores industriales, donde desatacan los complejos petroquímicos Pajaritos, Cangrejera y Morelos, los cuales emplean el río para su descarga siendo una contribución de fuerte contaminación entre Minatitlán y la desembocadura del río Coatzacoalcos.

Los principales afluentes del Río Coatzacoalcos son: por su margen izquierdo el Río Calzadas y por el margen derecho la laguna de Pajaritos, el arroyo Teapa, el Arroyo Chico y el arroyo Colorado , este ultimo en la laguna Carolino Anaya y a menos de 10 km del Río Coatzacoalcos se ubica la presa La Cangrejera.

La extensión de terreno que va desde el margen izquierda del Río Coatzacoalcos hasta la derecha del Río Tonalá presenta una excesiva carga pluvial y condiciones topográficas que propician la presencia de terrenos inundables y pantanos, este fenómeno se ve reflejado en la hidrología superficial.

Los ambientes lénticos presentes en el AI son la presa numero 1, la presa No. 2 y la presa La Cangrejera, ésta última importante por la capacidad total de almacenaje de 384 millones de metros cúbicos, tal como se puede apreciar en las Figuras 5.2, presentada anteriormente, y 5.14.



El sitio de interés forma parte del Región Hidrológica No.29 Coatzacoalcos, es parte de la cuenca del río Coatzacoalcos. Dentro del sitio de interés se ubica el parteaguas de 2 microcuencas, la del arroyo Gopalapa y una corriente, cuyo nombre se desconoce, que cruza la localidad de Nanchital. Por el límite noreste del sitio de interés en el cruce con el Derecho de vía de PEMEX que cruza el Arroyo Gopalapa.

Considerando que el sitio de interés se ubica en un área donde la precipitación anual fluctúa entre 2,000 y 3,000 mm/año y de que se localiza en un área con un nivel de riesgo de inundación de bajo a medio y una probabilidad media en cuanto a la incidencia de ciclones (CENAPRED, 2005), ERM realizó un estudio Hidrológico con el fin de estimar el riesgo de inundación, asociado con eventos máximos de precipitación en la zona de estudio, considerando la cuenca de aportación del arroyo Gopalapa y a partir de estos datos, generar un gráfico con el riesgo potencial de inundación en el sitio.

El estudio hidrológico lo realizó el Ing. Hidrólogo Nicasio Morales Sarabia, en enero de 2011, cuyo reporte se incluye en el Anexo 5.2.

De acuerdo con el estudio específico del Arroyo Gopalapa, este arroyo es intermitente y desemboca al río Coatzacoalcos, se origina a partir de los escurrimientos de una pequeña cordillera ubicada al este de la zona de estudio. La elevación de la cordillera es aproximadamente 100msnm. La longitud del arroyo principal aguas arriba del sitio en estudio es de 5,300m aproximadamente y aguas abajo es de 18,200 m.

El arroyo Gopalapa, en su intersección con el límite noreste del sitio de interés se encuentra cubierto de vegetación en sus bordos. Durante el recorrido de campo realizado se apreció que en temporadas de lluvias tiene un arrastre de sedimentos y vegetación. En este mismo punto, existe un puente elaborado con tubos (alrededor de 15) de 1m de diámetro, que sirven para conducir el agua de arroyo Gopalapa.

Según información recopilada en campo mediante entrevistas con el vigilante del sitio, que lleva viviendo en el sitio por mas de 15 años y fungió como guía, el tirante del arroyo Gopalapa ha llegado alcanzar hasta 3.0 metros de altura. Esto se presentó cuando llovió por dos días continuos en el mes de enero del 2011. Esto provocó inundación en la cuenca, y en los predios rivereros al arroyo, causando daños en viviendas. El día de la visita 15 de enero del año 2011, el tirante registrado en el arroyo fue 1.5 metros.

Según información revisada en periódicos locales, durante avenidas extraordinarias el río Coatzacoalcos aumenta su tirante, provocando en el arroyo Gopalapa y en otros afluentes al río, un retorno de agua o en su caso remanso en los afluentes.

La zona en estudio sobre el río Gopalapa, se encuentra a 10.1 km aproximadamente de distancia de la desembocadura del río Coatzacoalcos.

La metodología seguida para el Estudio Hidrológico está fundamentada en el uso de un modelo determinístico - conceptual para la conversión de precipitación a

escurrimiento, comúnmente llamado modelo lluvia-escurrimiento. El modelo lluvia-escurrimiento consiste en convertir la precipitación a escurrimiento conociendo las características de la cuenca en estudio. Los principales parámetros que intervienen en el proceso de conversión de lluvia a escurrimiento son los siguientes:

- Área de la cuenca;
- Altura de precipitación;
- Características generales o promedio de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.);
- Distribución de la lluvia en el tiempo; y
- Distribución en el espacio de la lluvia y de las características de la cuenca.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio hidrológico, en el cual se aplico el modelo de lluvia escurrimiento, el gasto de diseño obtenido por medio del Modelo Lluvia-Escurremiento del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, para un periodo de retorno de 100 años fue de **156 m³/s**. Al realizar el análisis de la avenida en el software HEC-RAS, dio como resultado un tirante de **13.13 metros**, que al compararlo con el tirante de desplante de 12.41 metros. La diferencia existente entre estos dos tirantes es de 0.69 metros. Por esto, se considera que el modelo hidráulico es aproximado a la realidad.

De la información proporcionada por el cliente sobre el levantamiento topográfico y las secciones en el arroyo Gopalapa, la distancia levantada es de 50.0 metros en ambas márgenes del arroyo; esto implica que no se tiene más información para el modelado.

De los resultados anteriores se concluye, que el arroyo no tiene capacidad de conducción para un evento extremo, como el analizado en este estudio. Esto también, comparando la huella hídrica encontrada en la visita de campo, que tenía un tirante aproximado de 3.0 metros. Así mismo, hay que considerar el remanso que causa el río Coatzacoalcos al arroyo Gopalapa, en eventos extraordinarios, aun cuando el punto de desplante se encuentra a 10.1 km, pueden existir algunas afectaciones.

- *Análisis de la calidad del agua*

Actualmente el Río Coatzacoalcos, en su cuenca baja, forma un sistema ecológico rico en recursos naturales renovables y que se encuentra en franca convivencia con el desarrollo industrial en la región. La cuenca del Río Coatzacoalcos concentra los complejos petroquímicos más importantes de México: las plantas Lázaro Cárdenas, Morelos, Cangrejera, Cosoloacaque y Pajaritos, desembocando en el punto más austral del Golfo de México; junto a la población y en el puerto que llevan su mismo nombre (SEMARNAP/CNA).

El Río Coatzacoalcos y su cuenca (incluyendo los sistemas de humedales y lagunas, la selva baja perennifolia inundable, manglares, popales, playas y dunas) (Pronatura A.C., 2006), presentan fuertes problemas de contaminación entre Minatitlán y su desembocadura (Coatzacoalcos), debido principalmente por la actividad industrial de los complejos petroquímicos e industrias químicas en la región así como por el tráfico de buques petroleros en el puerto de Coatzacoalcos.

Los desechos industriales de la actividad petroquímica y los constantes derrames de petróleo y sus derivados, así como las empresas y fabricantes de fertilizantes, pesticidas y extractoras de minerales como el azufre (Pronatura A.C., 2006), han contaminado históricamente las aguas y sedimentos de la región, de acuerdo con el estudio denominado Monitoreo Ambiental, Determinantes de la Exposición y Efectos de Contaminantes Críticos en Humanos y Biotas en Coatzacoalcos, Veracruz realizado por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí validado por el INE (2006).

Como resultado, el complejo petroquímico y las demás industrias, han afectado los ecosistemas y la biodiversidad en la cuenca del Río Coatzacoalcos y su zona costera; ha atentado contra el desarrollo de la pesquería artesanal - históricamente ha sido una fuente de ingreso y alimento para numerosas familias-; ha afectado las condiciones sanitarias de la población y la ha expuesto a una situación de riesgo y vulnerabilidad ambiental.

Algunos de los conflictos ambientales del Río Coatzacoalcos se pueden resumir en la existencia de altas concentraciones de hidrocarburos fósiles en los sedimentos y tejidos de la fauna existente del estuario, presencia de plomo y mercurio en la columna de agua, sedimentos y tejidos de la fauna del río, la captura comercial y consumo de la fauna del río, con el riesgo de que peces y crustáceos tengan elevadas concentraciones de plomo y mercurio (Rosas, P.I., 1974 y Bozada L., et.al, 1986).

La CONAGUA y el Gobierno de Veracruz han anunciado acciones para el saneamiento del Río Coatzacoalcos. Todas las acciones en materia de saneamiento están encaminadas a evitar las descargas de aguas residuales fuera de la norma, tratar todas las aguas municipales, así como a intercambiar aguas tratadas por aguas de primer uso, las cuales en su conjunto permitirán garantizar la calidad del líquido. Dichos trabajos se llevan a cabo en el marco de la Declaratoria de Clasificación del Río Coatzacoalcos, la primera que se establece en el país. Se determinó que aun con el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, no es suficiente para alcanzar la calidad del agua requerida para los usos de dichos cuerpos de agua, por lo que se expidió la Declaratoria de clasificación del Río Coatzacoalcos, sus afluentes (Río Calzadas, Arroyo Gopalapa y Arroyo Teapa) y la Laguna Pajaritos, emitida el 6 de febrero del 2008, por SEMARNAT, que establece los límites máximos permisibles a los que deben acatarse las industrias para sus descargas de contaminantes a los cuerpos de agua de la región (Diario Oficial, 2008).

Investigaciones sobre calidad del agua

Los datos publicados para las concentraciones de metales en sedimentos de la zona costera mexicana del Golfo de México en un estudio realizado, indican que el río Coatzacoalcos tiene las más grandes concentraciones de metales traza². Una comparación de concentraciones medias de metales del Río Coatzacoalcos en

² ORTIZ Z., G., M. A. HUERTA D., D. A. SALAS DE L. Y M. A. MONREAL G., 2002. Grados de pirritización en el Golfo de México en sedimentos influidos por los ríos Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta. *Ciencias Marinas* 28 (4): 369-379.

sedimentos localizados en el flujo de corriente afectado por las actividades industriales (Cu: 36.13, Ni: 31.1, Cr: 53.78, Zn: 101.16, Pb: 34.1) con datos (Cu: 11.3, Ni: 13.9, Cr: 40.8, Zn: 76.7, Pb: 52.7; Unidades en mg/l) provenientes del estuario Sabine-Neches, Texas, también influenciado por entradas antropogénicas, demuestra grandes concentraciones de metales en el área del Río Coatzacoalcos. Solamente el Zn y Pb exceden los valores naturales encontrados en el área, mientras en Coatzacoalcos todos los metales investigados excepto Cd se encontraron arriba de los valores naturales en el área. (Rosales H., L. 1998)

En un estudio donde el objetivo fue determinar la presencia de plaguicidas organoclorados, policlorobifenilos, hidrocarburos y metales pesados en el arroyo Teapa Coatzacoalcos, México, se dieron a conocer las concentraciones de dichos compuestos para evaluar el impacto ambiental del arroyo sobre el río Coatzacoalcos³. Los siguientes contaminantes, incluido en la Tabla 5.9 estuvieron presentes en la zona, aún en sitios anteriores a las descargas y sobrepasan las concentraciones reportadas en trabajos anteriores.

Tabla 5.9 *Concentraciones de contaminantes en el arroyo Teapa (hidrocarburos, metales pesados, plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados)*

Contaminante	Concentración (ppm)
Hidrocarburos alifáticos del petróleo	1.3 - 600.7
Pb	ND - 312.5
Cr	23.3 - 261.7
Cu	ND - 235.5
Ni	10.4 - 119.0
Zn	61.3 - 190.0
PCB's- 1016	ND - 4.04
PCB's- 1221	ND - 8.09
PCB's- 1242	ND - 0.432
PCB's- 1260	ND - 27.22
Plaguicidas organoclorados-HCH	ND - 0.5815
Plaguicidas organoclorados-Epóxido de heptacloro	ND - 0.0006
Plaguicidas organoclorados-p.p'-DDD	ND - 0.0038
Plaguicidas organoclorados-p.p'-DDE	ND - 0.1881

N.D. = No detectado

Los metales pesados presentaron altos niveles que sobrepasan los límites establecidos. El arroyo Teapa es utilizado como vertedero de desechos por varias industrias presentando un gran deterioro ambiental lo cual influye negativamente en el ecosistema del río Coatzacoalcos (Rendon-von Osten, J., et al., 1992.).

Adicionalmente, la Declaratoria de Clasificación del Río Coatzacoalcos, sus afluentes (Río Calzadas, Arroyo Gopalapa y Arroyo Teapa) y la Laguna Pajaritos, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el 6 de Febrero del 2008, reporta la carga de contaminantes que recibe diariamente el Arroyo Gopalapa, y aunque esta información no representa

³ CERRATS CH., A. L., 1986.

Contaminación por hidrocarburos del petróleo en el Río Coatzacoalcos y áreas adyacentes: sedimentos y organismos. Tesis profesional. Fac. de Cienc. UNAM. 60 p.

la calidad del agua del arroyo, si contribuye a entender que tipo de contaminantes son descargados y en que cantidad. Ver Tabla 5.10.

Tabla 5.10 *Carga de contaminantes que recibe el Arroyo Gopalapa*

Parámetro	Gopalapa (kg/día)
Grasas y aceites	2
Sólidos suspendidos totales	18
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	26
Nitrógeno total	30.7
Fósforo total	3.3
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.5
Demanda química de oxígeno	178
Arsénico	0
Cadmio	0.02
Cobre	0.14
Cromo	0.02
Mercurio	0
Níquel	1.04
Plomo	0.21
Zinc	0.16
Cianuros	0.21
Nitrógeno amoniacal	5.87
Fenoles	0.04
Sulfatos	417
Fierro	3.28
Benceno	0
Tolueno	0
Etilbenceno	0
Xilenos	0
Bifenilos policlorados	0
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	0

Como conclusión, no se cuenta con información levantada en campo ni bibliográfica sobre la calidad de los Arroyos Gopalapa y Nanchital, sin embargo, como parte del Marco General del Plan de Seguimiento y Monitoreo del Proyecto, se realizarán las mediciones de línea base de ambos arroyos mediante la toma de muestras de agua para su análisis por un laboratorio acreditado por la EMA y, aunque no se anticipa que sea necesario ya que se va a cumplir con normas internaciones, se ajustara el tratamiento propuesto para los efluentes líquidos generados descritos en el Capítulo 3.

Se propone la toma de muestras aguas arriba y aguas abajo de la localización del predio donde se desarrollará el proyecto antes del inicio de las actividades de preparación del sitio y posteriormente con una frecuencia mensual durante esta etapa y la etapa de construcción. Estos muestreos permitirán una caracterización adecuada de la calidad de agua de estos cuerpos de agua antes que se empiecen a descargar los efluentes generados durante la fase de operación.

Los parámetros que serán monitoreados son aquellos citados tanto en la NOM-001-SEMARNAT-1996 como en Los Lineamientos Generales de MASS de la CFI. El detalle del monitoreo se presenta en el Marco General del Plan de Seguimiento y Monitoreo en el Capítulo 11.

De acuerdo con los datos publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2003) relacionados con la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Costera de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz, el AI se ubica en el Acuífero Costera de Coatzacoalcos (clave 3012).

La microcuenca del arroyo Gopalapa se ubica en el acuífero Costera de Coatzacoalcos. El acuífero de Costera de Coatzacoalcos cubre aproximadamente una superficie de 2,600 km² y se encuentra en el extremo sureste del estado de Veracruz. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el paralelo 17° 53', al oriente con el río Tonalá que sirve de límite con el estado de Tabasco y al oeste con una línea imaginaria que coincide sensiblemente con el meridiano que pasa por cerro de San Martín del macizo volcánico de los Tuxtlas y la población de Jáltipan de Morelos.

Los acuíferos someros constituidos por depósitos aluviales presentan espesores de 40 a 50 metros y funcionan como acuíferos libres, recibiendo una alimentación vertical por la infiltración del agua de lluvia, que posiblemente sea la componente más importante de la recarga total.

En la porción occidental de la margen izquierda del río Coatzacoalcos, los acuíferos están constituidos en la unidad identificada como sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por formaciones aluviales. En estos sedimentos arcillosos, los acuíferos funcionan como confinados y semiconfinados donde el confinamiento superior está constituido por depósitos aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario.

En el acuífero se presenta problemática relacionada con:

- Impactos operativos por sobreexplotación local, debidos al reducido espesor de los acuíferos y a su consecuente dificultad para recuperar los niveles de bombeo.
- Arrastre de finos arenosos en el agua de algunas captaciones.
- Intrusión de agua marina, debido a la carga constante del mar - ubicado como frontera al norte del acuífero – conjugada con los conos de abatimiento en las captaciones cercanas al mismo.

En el AI la dirección de flujo del agua subterránea va de sureste a noreste, con cambio de dirección hacia el norte, antes de llegar a la línea de costa del Golfo de México. También es importante indicar que hacia el límite sur del AI se encuentra una concentración de pozos, lo cual ha originado un cono de abatimiento.

En la porción oriental del Río Coatzacoalcos, donde se ubica el AI, desde la margen derecha del río Coatzacoalcos hasta el río Tonalá la principal variación

geológica es que los espesores de los sedimentos arenosos son mayores sobre todo hacia el estado de Tabasco; sin embargo las granulometrías y permeabilidades son muy semejantes al grado de funcionar como una misma unidad hidroestratigráfica.

Aún cuando el acuífero regional costero de Coatzacoalcos se considera subexplotado, se presentan fuertes problemas de sobreexplotación local debido a la concentración de pozos, que siguiendo con la tendencia de perforación de pozos, puede provocar intrusión salina. De acuerdo con los datos publicados en el DOF, el acuífero presenta una recarga, media anual de 172 millones de m³, una extracción natural comprometida de 9.7 millones de m³ y una extracción global para diferentes usos de 72.8 millones de m³, por lo que reporta una disponibilidad media anual de 125.5 millones de m³ (Ver Tabla 5.10). A pesar de ello, por sus condiciones geohidrológicas y su cercanía al mar, es un acuífero que esta reportado (Estadísticas del Agua, INEGI 2004) con problemas de intrusión salina, esta situación limita sin duda cualquier incremento en la explotación del agua subterránea.

La frecuente e intensa precipitación, propia de esta zona, constituye una recarga constante e infalible ya que la extensión del acuífero es por mucho mayor a la del área de captación, por lo que la reserva total de agua almacenada no corre riesgo de agotarse. En la Tabla 5.11 se presenta un resumen sobre el acuífero.

Tabla 5.11 **Resumen sobre características del acuífero**

Nombre del Acuífero	Costera de Coatzacoalcos
Descarga Natural Comprometida	9.70000 Mm ³ Anual
Volumen Concesionado de Agua Subterránea	36.94662 Mm ³ Anual
Volumen de Extracción Consignado en Estudios Técnicos	35.90000 Mm ³ Anual
Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	125.55338 Mm ³ Anual
Déficit	0.00000 Mm ³ Anual
Recarga Media Anual	172.20000 Mm ³ Anual

Fuente: CONAGUA, 2002.

En cuanto a las unidades geohidrológicas, con base en la carta de hidrología subterránea Coatzacoalcos escala 1:250,000 (INEGI, 1986), el AI se ubica en tres unidades, presentando en su mayoría condiciones de no consolidación con posibilidades altas, cuya descripción se presenta a continuación:

- **Unidad de Material No consolidado con Posibilidades Altas (mayor superficie del AI).** Secuencia dendrítica que aflora en la mayor parte del área, constituida por sedimentos continentales de material arenoso y limos, con intercalaciones de travertino y yeso. Hacia la planicie costera del Golfo se encuentra mal cementada. En esta unidad se ha formado un acuífero de tipo libre el cual esta siendo explotado por medio de pozos y norias, cuyo nivel estático fluctúa entre 0.8 y 22 m; el gasto promedio es de 16 l/s llegando excepcionalmente, en algunos aprovechamientos, hasta 144 l/s. La calidad del agua es principalmente dulce y en menor proporción, se encontraron aprovechamientos con agua tolerable
- **Material No Consolidado con Posibilidades Medias.** Se localiza al oeste del AI, la forma suelo aluvial de escaso espesor y depósito eólico de arena de grano fino y

medio, el agua se extrae a través de norias, ubicadas cerca de las corrientes superficiales que drenan el área, con gastos muy pobres.

- **Material Consolidado con Posibilidades Bajas.** Constituida por roca arcillosa marina y por alternancia de basalto y brecha volcánica básica, dispuestas en derrames y mesetas piroclásticas. Los escasos aprovechamientos de donde se obtiene agua son norias con gastos bajos, esto se debe a la alta permeabilidad y a que esta unidad se encuentra sobreyaciendo a otra que es permeable, por lo que permite la circulación y escasa retención del agua precipitada.

En la Figura 5.15 se muestra una imagen de la hidrología subterránea del AI.

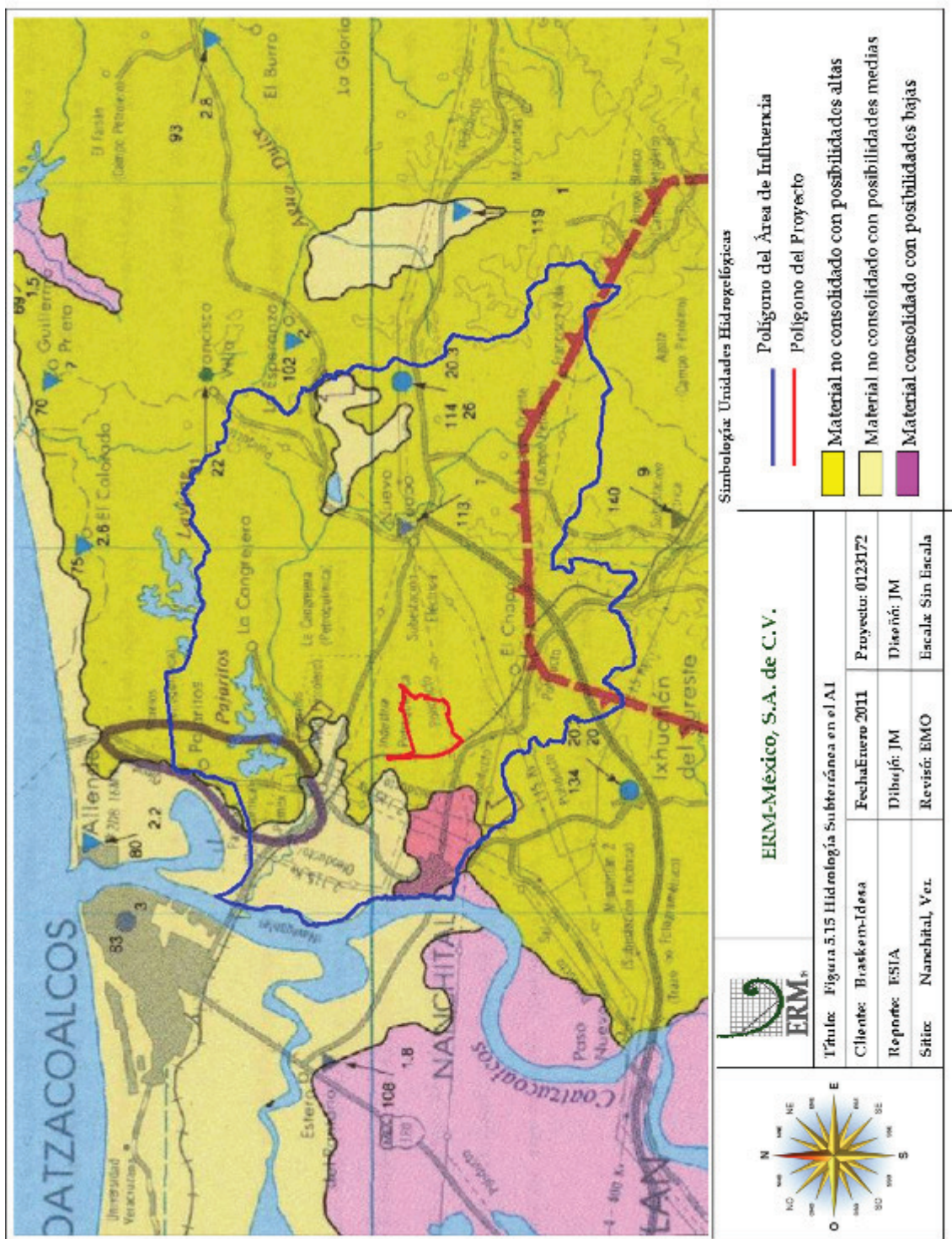


Figura 5.15 Características de hidrología subterránea en el AI

En el acuífero de la Zona Costera del Río Coatzacoalcos se presenta problemática relacionada con:

- Impactos operativos por sobreexplotación local, debidos al reducido espesor de los acuíferos y a su consecuente dificultad para recuperar los niveles de bombeo.
- Arrastre de finos arenosos en el agua de algunas captaciones.
- Intrusión de agua marina, debido a la carga constante del mar - ubicado como frontera al norte del acuífero – conjugada con los conos de abatimiento en las captaciones cercanas al mismo.

Estudios hidrológicos adicionales de Línea Base

Para el diseño adecuado del *Proyecto*, se realizaron dos estudios hidrológicos adicionales con los siguientes objetivos:

- Identificar el sitio para la construcción de un pozo para el abastecimiento del 100% del requerimiento de agua durante la etapa de construcción, y que se mantendrá como apoyo al ducto de agua cruda que se planea instalar para la demanda de agua en la etapa de operación.
- Diseño de las obras orientadas a prevenir posibles inundaciones mediante elementos de protección y encauzamiento del agua pluvial en la zona del Proyecto para su posterior desfogue a los arroyos Gopalapa y Nanchital.

A continuación se presenta el resumen de estos Estudios Hidrológicos y en el Anexo 5 se presentan los estudios completos.

1. Estudio hidrológico para la realización del pozo

El estudio hidrológico fue realizado por MORO Ingeniería A. C. en coordinación de Odebrecht. El objetivo principal de este estudio fue evaluar la potencialidad del acuífero del área, así como establecer la factibilidad de construir un pozo de extracción y determinar el caudal probable que podría proporcionar.

Los objetivos particulares que se cubrieron con la realización del estudio fueron los siguientes:

- Establecer los modelos conceptuales geológico e hidrogeológico de la zona, para con base en estos, se pudieran identificar los sitios más adecuados para la perforación de un pozo de extracción.
- Evaluar la potencialidad acuífera de la zona donde se perforarán los pozos.
- Estimar el caudal aproximado que podrán dar los pozos en función de la producción de los pozos cercanos, perforados en sitios de características hidrogeológicas similares a las del área de interés.
- Estimar la calidad que se podría esperar del agua subterránea, con base en resultados obtenidos de los análisis químicos realizados en pozos cercanos al área.
- Establecer el diseño preliminar del pozo a perforar.

El área donde se realizaron los estudios es de una superficie de 40 km² (4,000 ha).

Verificación geológica e hidrológica

Durante este estudio se realizó la descripción de los materiales, como el tipo de material, granulometría, porosidad, grado de selección, grado de compactación, presencia de sales, continuidad, etc. Estos puntos fueron distribuidos alrededor del Área de Influencia, y con especial énfasis, dentro del sitio de interés.

Se seleccionaron 25 puntos para realizar la verificación geológica e hidrológica. Es importante mencionar que esta verificación fue realizada dentro de los caminos de los alrededores de área del proyecto, y estos puntos representan sólo las características de los materiales obtenidos. Sin embargo, también se analizaron el tipo de materiales para verificar la continuidad de las unidades litológicas.

En la Figura 5.16 se presentan los puntos de verificación mencionados.

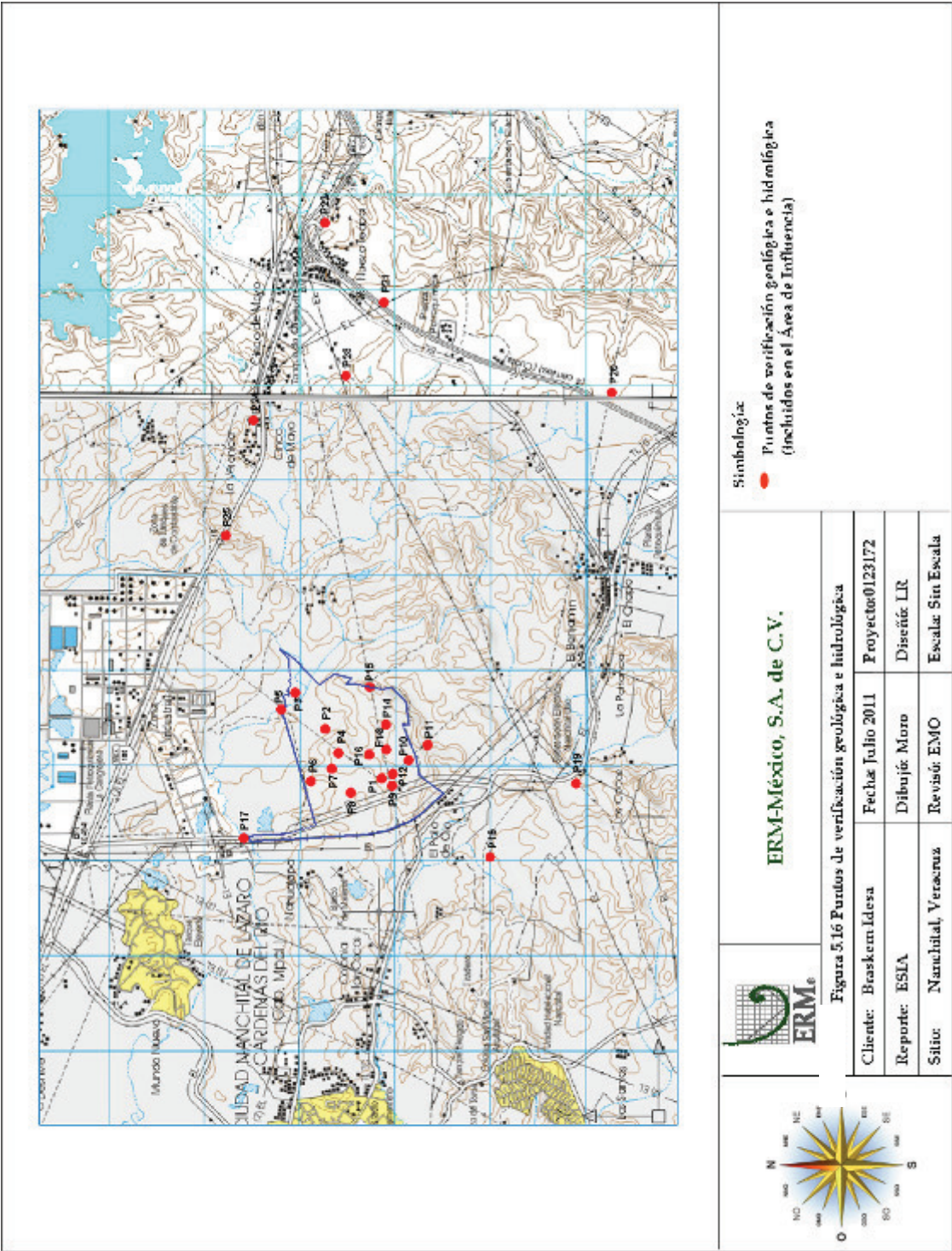


Figura 5.16 Puntos de verificación geológica e hidrológica

Censo de obras de captación de agua subterránea

Basados en la información obtenida en las oficinas de CONAGUA de la Ciudad de México, Organismo de la Cuenca Golfo, y el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Veracruz, con oficinas en Nanchital y Mundo Nuevo, se estableció que existen más de 22 pozos propiedad de las industrias de la zona y de los sistemas de agua antes mencionados. Con esta información, el plan de la sincronización y la ubicación de los censos, fueron definidos.

Los resultados obtenidos en la etapa de verificación de obras de captación (censo de pozos y algunas de las norias), mostraron que muchas de las obras han dejado de utilizarse, debido a que extraen una gran cantidad de arena y/o a la mala calidad del agua, por sus altas concentraciones de hierro y manganeso. En otras ocasiones las industrias no permitieron que se visitaran las obras, ni proporcionaron información técnica de las mismas, aún cuando el ingeniero responsable de la supervisión por parte de Odebrecht, solicitó personalmente el acceso a las instalaciones; una de estas industrias fue Celanese Mexicana. En estos casos se utilizó la información obtenida en CONAGUA, de donde se obtuvieron las coordenadas de los pozos censados.

En cuanto a los aprovechamientos que tienen a su cargo los sistemas de agua potable de las poblaciones de Nanchital y Mundo Nuevo, se realizaron visitas, se ubicaron con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), se midió su nivel estático o dinámico, así como los parámetros físico-químicos del agua, como: temperatura, pH y conductividad eléctrica (CE).

En el Anexo 5 se presentan los registros de la verificación hidrogeológica con información referente a su ubicación en coordenadas UTM, el uso actual, el nivel estático y dinámico y algunas características como: la conductividad eléctrica, temperatura y caudal.

Realización de sondeos transitorios electromagnéticos (TEM)

Con la finalidad de conocer la distribución lateral y vertical de los materiales en el subsuelo, se realizaron un total de 16 TEM. Su distribución se estableció con base en un análisis detallado de la localización que tendrán las obras de ingeniería en el predio, en los resultados de la información generada por GeoVisa y en los resultados del reconocimiento geológico, ésta localización fue propuesta y aceptada por la supervisión de Odebrecht. De estos 16 TEM, se localizaron 14 dentro del predio o en áreas inmediatas y dos más en pozos con registro eléctrico, para, de esta forma, realizar la calibración de los valores de resistividad obtenidos en los TEM, en zonas que en pozos cercanos son productoras de agua (Ver figura 2.7)

Para la ubicación de estos dos sitios de calibración, se consideraron aspectos relacionados con: cercanía al predio, disponibilidad de información sobre el tipo de materiales en el subsuelo a través de reportes litológicos o registros eléctricos y conocimiento de la cantidad de agua que es extraída actualmente. Los pozos elegidos para la calibración fueron el pozo 3 de la población de Mundo Nuevo y el pozo Isidoro Gutiérrez, del poblado de Nanchital.

En la Figura 5.17 se presentan los puntos donde se realizaron los sondeos electromagnéticos.

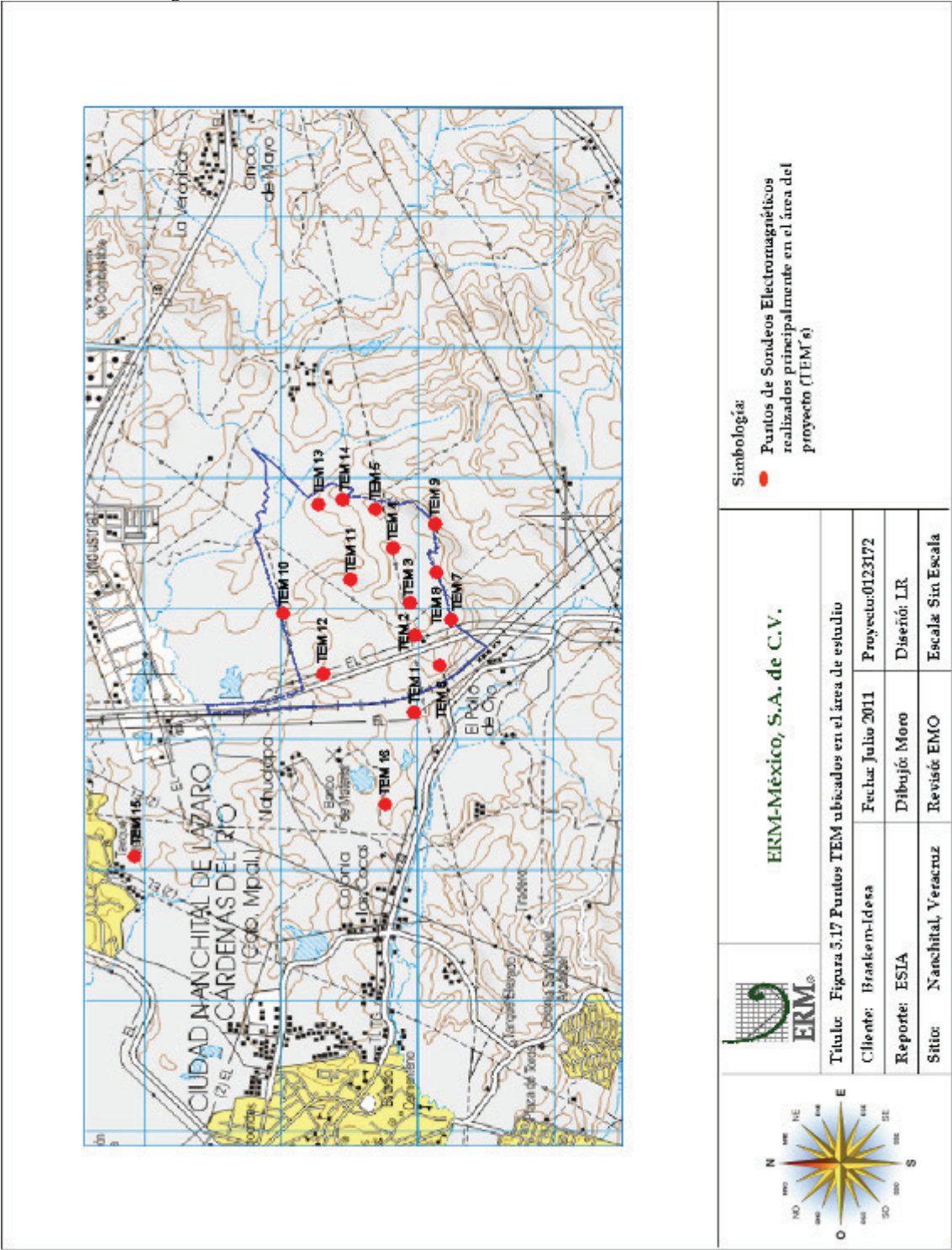


Figura 5.17 Puntos sondeos electromagnéticos

Muestras de agua y análisis físico-químicos

A partir del censo de obras realizado durante la verificación hidrogeológica de campo, se eligieron 5 pozos para la toma de muestras de agua subterránea. Los criterios de selección fueron: que el pozo estuviera en un ambiente geológico similar, el agua de los pozos no tuviera variaciones en la conductividad eléctrica (CE), el propietario diera autorización para la toma de muestras, se conocieran algunas de sus características constructivas y se pudieran tomar muestras de agua antes de la cloración.

Estos análisis fueron realizados por Laboratorios ABC. La siguiente tabla muestra los pozos que fueron muestreados.

Tabla 5.12 Resultados del muestreo de pozos seleccionados.

No. POZO	NOMBRE DEL USUARIO	COORDENADAS		USO	EC (ms)	T (°C)	pH
Miguel No. 4	CEAPV; Sistema de Nanchital	351,900	1,996,600	Doméstico	590	27.1	7.65
Pozo 34-2a	CEAPV; Sistema de Nanchital	353,179	1,997,760	Doméstico	320	27.6	7.44
Pozo Isidoro Gutierrez	CEAPV; Sistema de Nanchital	353,531	1,998,283	Doméstico	300	27.5	7.03
Pozo 34-1	CEAPV; Sistema de Nanchital	353,072	1,998,169	Doméstico	1220	30.8	7.58
Pozo Gravera 2	CEAPV; Sistema de Nanchital	351,691	1,998,995	Doméstico	670	29.3	6.73
Notas:	T= Temperatura EC=Conductividad Eléctrica						

Los pozos que se finalmente se eligieron fueron: el pozo 3 y el pozo Isidoro Gutiérrez, que están a una separación aproximada de 2.3 km, incluso cuando esta distancia no es tan grande, los pozos de registro muestran que el acuífero está formado por capas de arenas discontinuas, y no tiene un orden en la sucesión de arenas, arcillas y limos; se presenta, por tanto, que la heterogeneidad está presente tanto vertical como horizontalmente.

Análisis químico del agua subterránea

Con objeto de conocer la calidad del agua subterránea en el área de estudio y con ello estimar del mejor modo la calidad del agua que se podría obtener en el predio, se realizó la toma de muestras de agua en pozos profundos, previa selección con base en los siguientes criterios:

- El pozo debería estar en un ambiente geológico e hidrogeológico similar al del predio.
- Tomar muestras de agua representativas de la calidad del agua subterránea de la zona de estudio.
- Se conocieran algunas de las características constructivas de los pozos.
- Los sitios se encontraran lo más próximos posibles al predio.
- Los propietarios o encargados permitieran que se tomaran las muestras.
- El pozo contara con algún punto de muestreo directo en la tubería de descarga, antes de la cloración.

En los cinco pozos seleccionados se realizaron las siguientes determinaciones:

- En campo: pH, conductividad eléctrica (CE) y temperatura.
- Determinaciones físico-químicas: calcio, sodio, magnesio, potasio, fierro, manganeso, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos, dureza total (DT), sólidos totales disueltos (STD), alcalinidad.
- Determinaciones bacteriológicas y de materia orgánica: coliformes fecales, coliformes totales y demanda bioquímica de oxígeno

Resultados del análisis

La calidad del agua de los pozos en que se tomaron muestras de agua, fue comparada con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1994, que establece la calidad que debe tener el agua para consumo humano, cuyos límites se incluyen en la tercer columna de la Tabla 5.2. Cabe mencionar que se sabe que el agua a extraer en el predio será utilizada con fines de enfriamiento, así como durante la etapa de construcción de las obras; en el caso de uso para enfriamiento debe contener muy pocas sales disueltas.

Al respecto los resultados muestran que el agua subterránea de la zona varía considerablemente en la concentración de los parámetros analizados, a continuación se muestran dichos rangos de variación:

- Los sólidos totales disueltos estuvieron entre 210 y 738 mg/l;
- La dureza total varió de 104 a 320 mg/l;
- La concentración de calcio se ubicó entre 32 y 115 mg/l;
- El magnesio entre 10 y 35 mg/l;
- El sodio entre 19 y 155 mg/l;
- El hierro entre 0.2 y 2.4 mg/l;
- Los cloruros entre 16 y 268 mg/l;
- Los sulfatos resultaron en un caso: por debajo del límite de detección de los equipos y en otro de 28 mg/l; y
- Los bicarbonatos estuvieron entre 100 y 170 mg/l.

Es de destacar que para procesos industriales relacionados con enfriamiento, algunos de estos parámetros presentarían problemas de incrustaciones en tuberías, pero se xxxxxxx. En lo relacionado a la calidad del agua para consumo humano, los parámetros que en algunas de las muestras sobrepasaron los límites establecidos por la norma NOM-127-SSA1-1994, fueron el hierro, el manganeso y los cloruros. Por lo tanto, el agua extraída, antes de ser usada para procesos industriales de enfriamiento o para consumo humano, será tratada previamente.

Los resultados del muestreo completo se presentan en el Anexo 5.

Censo de aprovechamientos

El objetivo del censo fue comprobar la existencia de agua subterránea en la zona de estudio, así como determinar la ubicación de los pozos en el predio, a fin de cumplir con los requisitos impuestos por la CONAGUA. Entre estos se establece que los nuevos pozos perforados deberán ubicarse a una distancia mayor a 500 m de otros pozos existentes. Con este estudio se observó que la mayoría de los pozos se concentran hacia la porción Oeste de la zona de estudio, entre las poblaciones de Nanchital y Mundo Nuevo; y los más cercanos al predio fueron los pozos ubicados en Isidoro Gutiérrez (activo) y Pollo de Oro (inactivo).

La profundidad de los pozos censados varió entre los 80 y 150 m, predominando los que tienen alrededor de 120 m; estos pozos extraen actualmente entre 10 y 32 litros por segundo (l/s), predominando los de 16 l/s.

Todos estos pozos se alimentan de un sistema acuífero del tipo semi-confinados, que tiene su nivel piezométrico entre 3 y 13 m sobre el nivel del mar (msnm). La siguiente tabla muestra la relación de los pozos registrados y su nivel piezométrico.

Acuíferos

Esta unidad está constituida por horizontes de arenas o bien por sedimentos en los que predominan las arenas sobre los limos y las arcillas; su permeabilidad varía de media a alta, por lo que tendría buenas posibilidades para constituir acuíferos de potencialidad media. La superficie del terreno funciona hidrogeológicamente como zona de recarga.

De acuerdo a la CONAGUA, en su estudio de *“Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea del Acuífero (3012) Costera de Coatzacoalcos”*, el escurrimiento del agua subterránea se presenta desde las serranías hacia la costa; excepto al oriente del acuífero, donde el movimiento del agua tiene una dirección que va de Este-Oeste, como consecuencia del abatimiento producido por los pozos próximos a Minatitlán, donde la extracción excede la capacidad de recuperación del nivel estático y se genera un cono de abatimiento.

Se realizó una configuración de la elevación del nivel estático que permitió establecer que la concentración de pozos que existe entre la porción poniente del predio y la población de Nanchital, provoca que el agua se mueva de manera semicircular, de la población de Mundo Nuevo hacia al este de Nanchital y del poniente del predio hacia este mismo punto, para posteriormente continuar con dirección suroeste hacia el río. En esta configuración los niveles piezométricos varían de 12 msnm en la zona poniente del predio, a menos de 4 msnm en la zona de Nanchital.

Basándose en los resultados obtenidos en el censo de obras de captación y los resultados de los análisis químicos, se establece que el o los pozos que se perforen en el predio, tendrán caudales que pueden variar entre 15 y 30 l/s; en cuanto a la calidad, hay altas probabilidades de tener concentraciones elevadas de fierro y manganeso.

2. Estudio hidrológico para el diseño de las obras de protección contra inundaciones

La empresa PROCOMAR S. A. de C. V. realizó un estudio hidrológico para Braskem Idesa entregando un reporte el 4 de abril de 2011 que tuvo como objetivo principal, realizar los análisis hidrológicos para determinar las crecientes de diseño asignadas a períodos de retorno (Trs) de: 2, 5, 25, 50, 100 años. Sin embargo se extendió el análisis hasta el Tr de 1000 años; para diseñar las obras de protección y encauzamiento en la zona del *Proyecto*, que se localiza en las inmediaciones del polo petroquímico de la ciudad costera de Coatzacoalcos, Veracruz.

Se llevó a cabo una inspección física del predio en análisis, en la que se detectó una posible baja capacidad de conducción del río Gopalapa y obstrucción en el cruce con la carretera y vía de ferrocarril, en su descarga hacia el río Coatzacoalcos.

Para el estudio hidrológico se recopiló la información existente de la zona en estudio, relativa al marco físico e hidroclimatológico: topografía, uso actual y potencial del suelo; climatología, incluyendo las lluvias máximas diarias.

Debido a que no se contó con registros de datos de aforos en las corrientes en estudio, se aplicaron métodos hidrológicos indirectos para obtener los gastos de diseño, con base en modelos de lluvia-escurrimiento, y sustentados en las características fisiográficas de la cuenca y la precipitación. Además del análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas, con el análisis de las lluvias máximas extrapoladas, aplicando Funciones de Distribución de Probabilidades (FDP), y la estimación del drenaje de las cuencas, al tomar en cuenta sus principales parámetros fisiográficos y la caracterización de los suelos mediante su Número de Escurrimiento, según el método del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos.

Tabla 5.13 *Lluvias máximas anuales (mm) asignadas a periodos de retorno, de acuerdo a diferentes funciones de distribución de probabilidad (FDP)*

I	FDP	EE	Tr=2	5	10	25	50	100	500	1000
1 Coatzacoalcos, Ver.										
1	Pearson Tipo III	14.5	163.6	237.6	288.2	346.4	396.8	440.0	524.6	550.6
2	Log-Pearson	13.7	166.5	236.5	285.2	348.9	397.9	448.2	571.8	628.5
3	Gumbel 2 P	10.4	162.6	229.1	297.5	380.0	445.1	499.7	621.8	673.5
4	GVE	13.8	166.7	234.4	282.2	346.2	396.6	449.0	580.4	641.5

Tabla 5.14

Características fisiográficas y parámetros de las cuencas

Características	Cuenca 1: A. Copalapa	Cuenca 2: A. Nanchital
Área de la cuenca (km ²)	15.7	24.1
Longitud del cauce principal	7.9	10.1
Pendiente del cauce (Taylor-Schwarz)	0.0021474	0.0026320
Tiempo de concentración (h)	3.2	2.9
Número de escurrimiento	71.0	72.3
Constante n del HUT	2.0	2.0
Modelo de Distribución	Gumbel para dos poblaciones (Gumbel Mixta)	

En la Figura 5.18 se muestran las dos cuencas a las que pertenece el predio y las principales corrientes y cuerpos de agua superficiales.

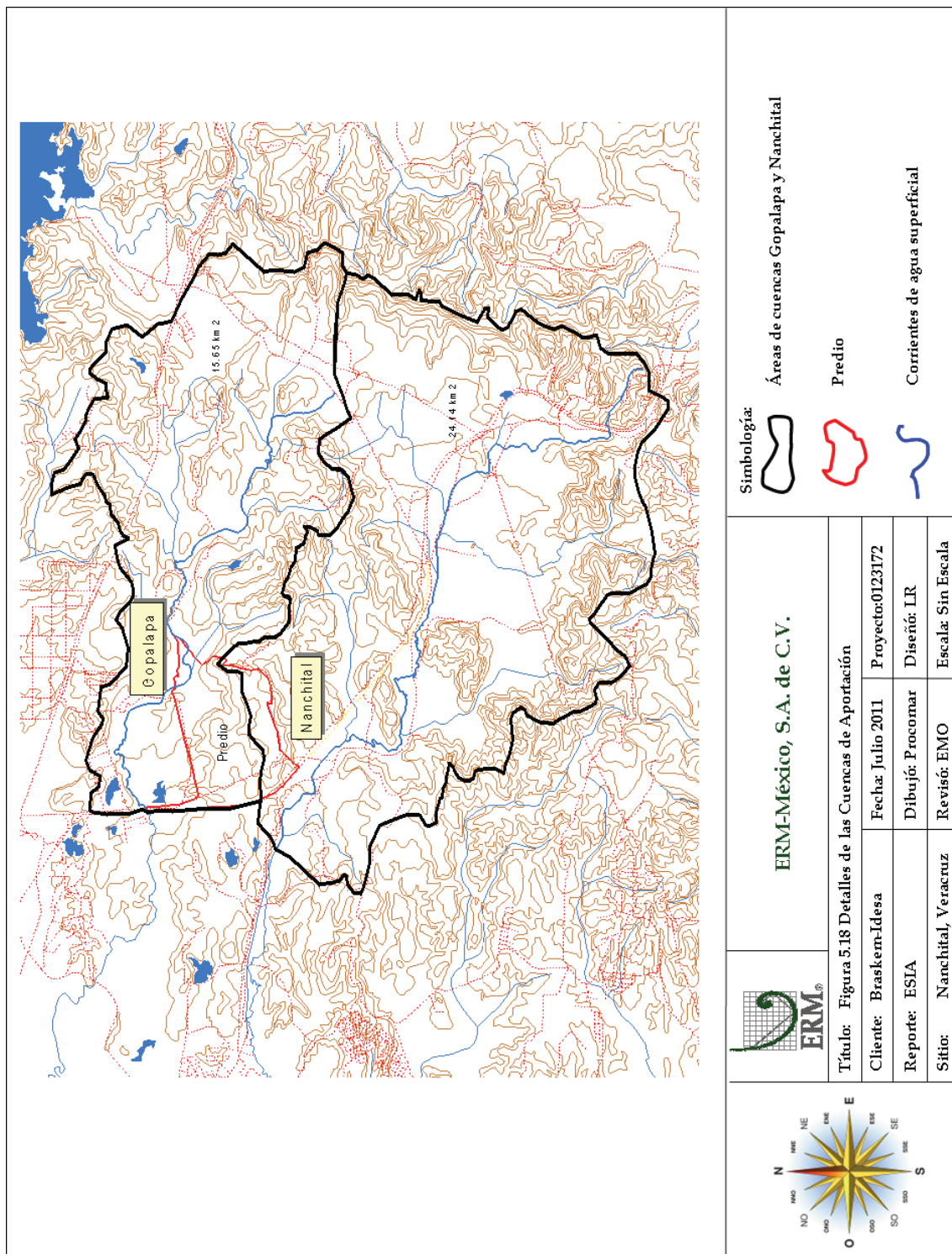


Figura 5.18 Detalle de las cuencas de aportación en el Área de Influencia

Se determinaron las aportaciones de las corrientes naturales, con influencia a la zona de estudio y se utilizó el método del Hidrograma Unitario Triangular (HUT), que permite estimar la forma y el gasto máximo del hidrograma.

Las principales corrientes aportadoras a la zona en estudio fueron Gopalapa y Nanchital, Cuenca 1 y 2, respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que para un Tr de 500 años, se tendría un gasto máximo de 276.1 m³/s, en la cuenca 1, Gopalapa; y 488.6 m³/s, en la cuenca 2, Nanchital; por el método del HUT; además, al calcular los volúmenes de los hidrogramas, se obtuvieron magnitudes de 3.5 y 5.7 Mm³, para las cuencas 1 y 2, respectivamente.

Este estudio permitió revisar la seguridad hidrológica e hidráulica de las corrientes denominadas Gopalapa y Nanchital; de los resultados obtenidos, se recomienda utilizar en el análisis hidráulico de las obras, los valores de gastos máximos obtenidos para un período de retorno de 500 años.

Se estimó la distribución de los gastos dentro del predio del *Proyecto*, por lo que, con el apoyo de la planta del mismo, y conforme a la distribución actual, se identificaron 17 áreas de aportación.

Se aplicó tanto la metodología para zonas urbanas denominada Racional Americano, para duraciones de tormentas de 1 y 2 horas, y la del Hidrograma Unitario Triangular, al considerar en este último el funcionamiento integral de la cuenca al modificar para el sitio donde se ubicará el *Proyecto*, el número de escurrimiento con un valor de 90.

Análisis de la información hidrológica

En la zona no existen datos hidrométricos para las corrientes relacionadas con el *Proyecto*, por lo que se utilizó información climatológica. En relación con la misma, se efectuó un análisis crítico de los datos recabados, detectándose varios registros faltantes, los cuales se infirieron con apoyo de las estaciones vecinas o mediante información histórica de la propia estación analizada.

Verificación hidrológica en campo

Se realizó un reconocimiento de campo en predio del *Proyecto*, que permitió localizar y evaluar las condiciones de escurrimiento y cuerpos de agua con inferencia dentro del predio.

Uno de los principales elementos de análisis para el análisis hidráulico, fue la alcantarilla que sirve para el paso de agua del cauce norte, conformada por un tubo de 6 m de diámetro, localizado en el puente sobre la carretera del Complejo Resistol.

La precipitación media anual es de 2,450 mm, superior al promedio nacional de 777 mm. Las precipitaciones más elevadas se presentan en las zonas contiguas a la laguna del Ostión donde llegan a oscilar entre 3,000 y 4,000 mm. Todas las

subcuencas formadas por las áreas de drenaje de los afluentes del Río Coatzacoalcos, están sujetas a un régimen muy intenso de lluvias, dando lugar a muy altos coeficientes de escurrimiento (hasta 80% y posiblemente mayores).

En el predio de estudio se encuentra la cuenca (agua superficial) que escurre en promedio 36,670 millones de metro cúbicos anuales, contribuyendo el Río Coatzacoalcos con el 42.7% y el Río Uxpanapa con 25.2%. Del total de agua superficial disponible sólo se utiliza menos del 1% de dicho caudal total, desembocando en el Golfo de México el 99% restante. Las principales obras hidráulicas en la cuenca corresponden a los Acueductos Uxpanapa-La Cangrejera, para uso industrial, con capacidad de proyecto de 20 m³/s y al Yurivia-Coatzacoalcos, para uso público Urbano.

Con respecto a las aguas subterráneas se reconoce el importante acuífero en la cuenca al Costero de Coatzacoalcos y otro de menor importancia, el de Hueyapan-Soteapan. La extracción de agua subterránea se eleva a 128 Mm³, valor superado por la recarga natural que asciende a 131 Mm³. Aun cuando el acuífero regional costero de Coatzacoalcos no se considera sobreexplotado, se presentan fuertes problemas de sobreexplotación local debido a la concentración de pozos en la zona de estudio, que siguiendo con la tendencia de perforación de pozos, podría provocar una intrusión salina. Las aguas subterráneas están en veda desde el 30 de noviembre de 1976.

La cuenca del Río Coatzacoalcos tiene una oferta natural de agua de 36,670 Mm³ anuales de los cuales el 99.7% corresponde a escurrimientos superficiales y el 0.3% a aguas subterráneas. El aprovechamiento del agua asciende a 355.2 Mm³, con lo cual se estima que todas las subcuencas cuentan con abundancia del recurso tanto superficial como subterráneo. No obstante, debido al aprovechamiento intensivo de agua superficial por derivación y ausencia de almacenamientos, se presentan déficits durante el estiaje en algunos sitios. Por otra parte, al analizar la disponibilidad de agua per cápita se observa que en los últimos 50 años, ésta ha disminuido significativamente, pasando de 50,000 m³/hab/año en 1950 a 31,500 m³/hab/año en el 2000. De acuerdo a la actual tendencia de crecimiento de población, se estima que para el 2020 la disponibilidad de agua per cápita será de 23,000 m³/hab/año.

Los principales problemas de la cuenca asociados al desarrollo hidráulico son: los bajos niveles de servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento; la baja calidad del agua de la corriente principal y algunos de sus afluentes; y los fenómenos meteorológicos extremos que provocan inundaciones periódicas.

Con respecto a la calidad del agua, como se ha mencionado anteriormente, los principales ríos de la cuenca se encuentran contaminados, debido principalmente a las descargas de aguas residuales sin tratamiento previo de las industrias, los centros de población y por los residuos de agroquímicos empleados en actividades agrícolas. En la cuenca se ha estimado que se descargan 254 Mm³/año de aguas residuales, de los que sólo se trata menos del 50% debido a la escasez de infraestructura de tratamiento para sus descargas de aguas residuales.

La calidad del agua de los acuíferos, si bien aún es aceptable, persiste el riesgo de afectación a través de la infiltración del agua superficial contaminada en la parte baja de la cuenca.

5.3. ASPECTOS BIÓTICOS

5.3.1. Vegetación terrestre

- *Vegetación característica del Área de Influencia*

La región del trópico veracruzano, además de la diversidad de tipos de vegetación que alberga, constituye el límite boreal más norteño de la distribución de selva alta perennifolia en el continente americano (Dirzo y Miranda, 1992). Es aquí donde confluyen especies de ambientes tropicales y de ambientes templados, dando como consecuencia un importante centro de endemismos y riqueza florística, tanto en el número de individuos por área como en la diversidad de especies.

En la zona, el principal problema de la pérdida de hábitat es la destrucción por actividades antrópicas que ponen en riesgo la persistencia de comunidades de plantas y animales que constituyen la parte funcional del sistema de soporte de las actividades humanas. Por otra parte, las comunidades tropicales de esta región también proporcionan a sus pobladores una serie de “servicios ambientales” como: a) Los servicios de provisión de bienes como alimentos, medicinas, leña y semillas, entre otros; b) Los servicios relacionados con la regulación del ambiente (recarga de mantos acuíferos, calidad del aire, control de la erosión, banco de germoplasma; y c) Los servicios que tienen que ver con su valoración cultural, incluyendo las tradiciones o como espacios importantes para el esparcimiento y la recreación.

Las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias de México representan el límite más norteño de este tipo de vegetación para América (Coates-Estrada et al., 1986). Este ecosistema alberga una gran diversidad de especies de vertebrados e invertebrados. Durante el siglo pasado principalmente, las selvas han sufrido grandes cambios en su composición debido a la eliminación de grandes extensiones de su cobertura original al convertirlas en pastizales para ganadería y en zonas de cultivo. Así mismo, grandes porciones del sureste de México (estados de Veracruz, Tabasco y Campeche) han sido fuertemente perturbadas por actividades industriales asociadas al petróleo, resultando en la eliminación de la vegetación original y la contaminación de los cuerpos de agua y de los suelos. Todo este tipo de acciones y sus consecuencias han redundado en fuertes presiones a la supervivencia de la fauna silvestre dentro de estos ambientes tropicales.

El estado de Veracruz es el tercero más diverso en fauna en el país (Flores-Villela y Gerez 1994). Los tipos de vegetación mejor representados en cuanto a número de especies son los bosques mesófilos, los de encino, de coníferas y las selvas tropicales perennifolias y subperennifolias.

Dentro de la región de Coatzacoalcos, se encuentran cuatro tipos de vegetación: las selvas medianas subperennifolias, los pastizales (sabanas, pastizales inducidos y pastizales inundables), los palmares y la consiguiente vegetación secundaria como consecuencia de las actividades antrópicas en la zona.

La zona de estudio se encuentra en los bordes de la vegetación natural con los complejos petroquímicos de la región, tales como Celanese, Resirene y Cangrejera. Además, estos terrenos han sido utilizados desde hace ya varios años como zonas de alimentación para ganado bovino, por lo que el grado de perturbación y fragmentación es importante. No obstante lo anterior, y debido seguramente al alto grado de perturbación de toda la región, existen pequeños manchones de selva mediana subperennifolia distribuidos dentro de esta área petroquímica, así como en diferentes partes del AI y la región (ver figura 4.1.5).

Este tipo de vegetación se encuentra representada en su forma natural, dentro de las áreas naturales protegidas ubicadas en esta región conocida como Parque Ecológico Jaguaroundi y la Reserva de la Biósfera de los Tuxtlas. Estos ecosistemas significan refugios de flora y fauna silvestre, con algunas especies tanto de flora como de fauna, referidas dentro de los listados de protección y conservación tanto Nacional como Internacional, razón que dio la base legal para obtener la protección a dichas áreas naturales arriba mencionadas y asegurar así la existencia de dichos ecosistemas intactos dentro de esta región de interés.

Una de las principales consecuencias del desarrollo en esta región, es el incremento de la fragmentación de hábitats y ecosistemas, resultando de la extinción de muchas especies y poblaciones. Por lo que evaluar la persistencia de especies de animales silvestres en remanentes de vegetación natural en paisajes fragmentados por actividades humanas es uno de los retos fundamentales para la conservación. En México, existen muy pocos estudios que documenten la persistencia de ciertas especies en ese tipo de ambientes y cuál será el resultado de ese tipo de transformación sobre la biodiversidad a escalas locales y regionales.

En la Figura 5.19 se presenta el mapa de vegetación del Área de Influencia.

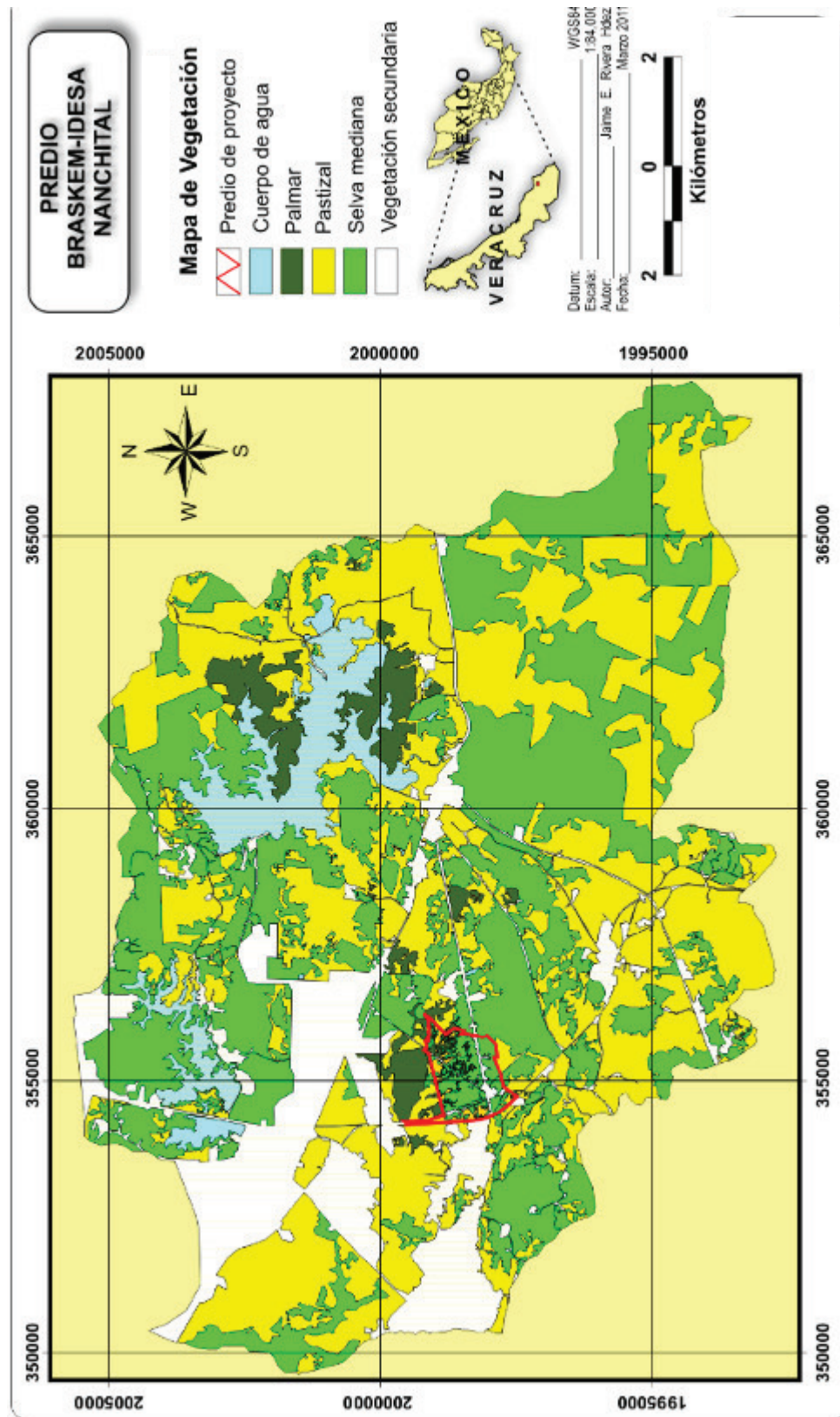


Figura 5.19 Mapa de vegetación del AI

- *Vegetación característica en el sitio de interés*

México está considerado como uno de los países megadiversos del mundo, principalmente por la riqueza de su flora, calculándose ésta en alrededor de 22,351 especies de Magnoliophyta, tan sólo por debajo de Brasil, Colombia, China y Sudáfrica. Adicionalmente, el país ocupa el cuarto lugar mundial en cuanto al porcentaje de especies de plantas endémicas, con un 56.6% del total de especies presentes, sólo por debajo de Australia, Nueva Guinea y Sudáfrica (Villaseñor, 2003).

Dentro de la riqueza vegetal de México, resalta el estado de Veracruz, el cual está considerado como uno de los estados de la República Mexicana más diversos desde el punto de vista florístico, con más de 6,800 especies de plantas, sólo por debajo de Oaxaca y Chiapas (Villaseñor, 2003), aunque otros autores estiman un poco más de 8,000 especies (Flores y Gerez, 1994). Lo cierto es que el estado de Veracruz, en conjunto con el de Oaxaca y Chiapas, resguarda los últimos relictos de selvas tropicales húmedas más importantes de México.

La región de Coatzacoalcos en el estado de Veracruz, paisajísticamente se puede definir como un mosaico de ecosistemas cuyo punto focal es la selva alta perennifolia; sin embargo, encontramos representados en una distribución imbricada otros ecosistemas tales como la selva mediana, selva con encinos, popales, tulares, comunidades acuáticas, y una diversidad de comunidades antrópicas. Lo anterior da muestra de la importancia biogeográfica de la región por las peculiaridades y la exuberancia de su flora y su fauna. Para la región de Coatzacoalcos se podría esperar dentro de las áreas de bajo impacto, a manera de manchones, una riqueza florística semejante a la de los Tuxtlas, zona que como ya se mencionó arriba, es compatible por compartir el mismo tipo de comunidades vegetales, además de ser el área tropical científicamente más estudiada dentro del país. En dicha región se reportan 3,700 especies de plantas vasculares. Si bien es cierto que existe esta riqueza en cuanto a la diversidad en el área de Coatzacoalcos, es importante considerar que debido al establecimiento de la industria petroquímica dentro de la región, existe un grado de fragmentación y perturbación en dicha región, lo cual ha provocado la pérdida gradual de un contingente importante de especies, razón por la cual se tiene gran cuidado en la conservación natural en el área del Parque Ecológico Jaguaroundi y la Reserva de la Biósfera de los Tuxtlas.

Para conocer la riqueza florística del área del proyecto (llamado Predio Braskem-Idesa), se realizaron recorridos por el área de estudio, en cuatro levamientos biológicos realizados entre diciembre 2010 y agosto 2011, una de ellas de tres días, dos de un día y la última de cuatro días de trabajo efectivo de campo. En estas visitas, se hicieron anotaciones y se obtuvieron fotografías de las especies encontradas, colectando aquellas importantes por su estatus de protección o de las que se tuvieron dudas de su identidad. A la lista florística resultante, se sometió a una revisión taxonómica rigurosa para no incluir la sinonimia; esta revisión taxonómica se realizó basándose en los diferentes fascículos de la Flora de Veracruz, así como también en la base de datos W3 Trópicos del Missouri Botanical Garden.

En la Figura 5.20 se presenta una fotografía aérea del sitio del proyecto.

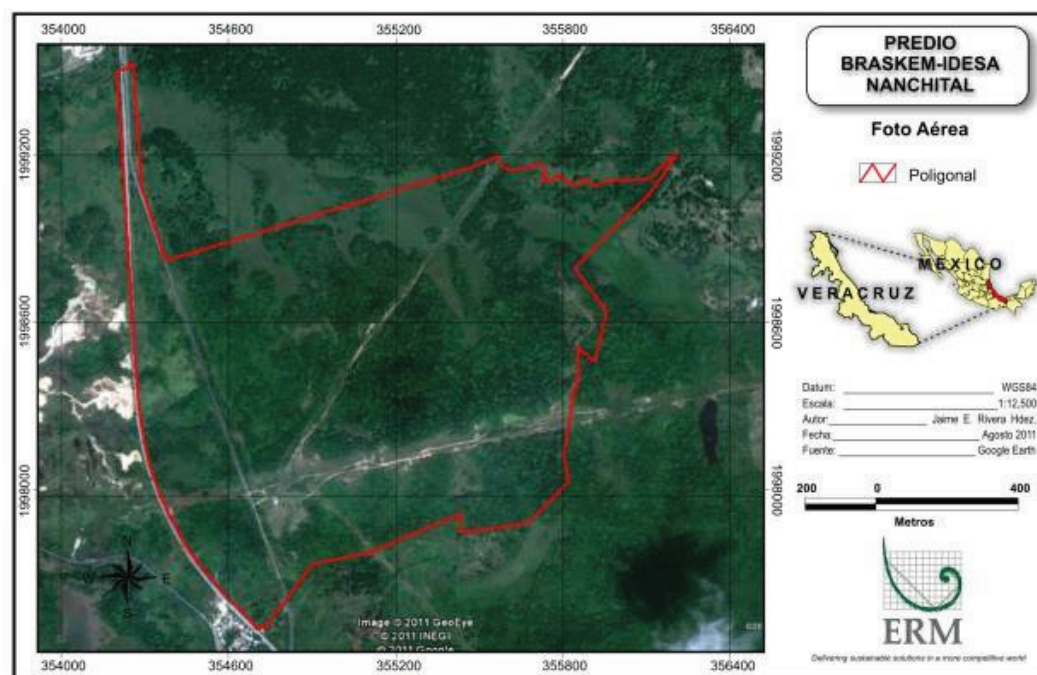
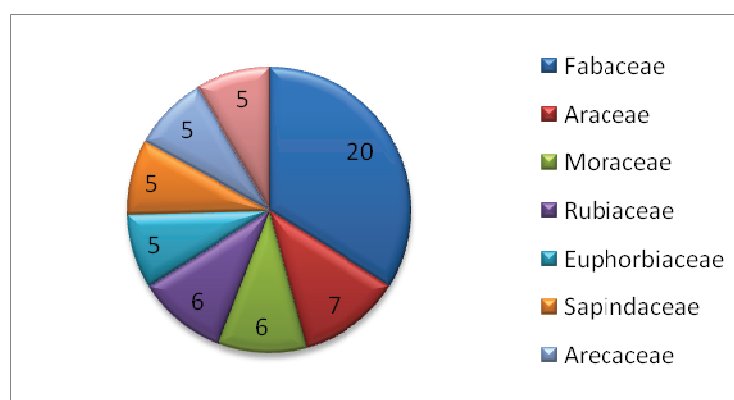


Figura 5.20 Fotografía aérea de la zona de estudio, de fecha 2009. Fuente Google Earth

El reconocimiento de las familias de Pteridophyta se basó en Mickel y Smith (2004), y para la clasificación de las plantas con flores se siguió el sistema propuesto por AGP (2009). El listado tiene el siguiente orden por secciones: 1) Pteridophyta 2) Coniferophyta, 3) Angiospermas 3.1) Magnólicas, 3.2) Monocotiledóneas y 3.3) Eudicotiledóneas. En cada sección las familias y las especies se ordenaron alfabéticamente. Los autores de los taxones se abrevian de acuerdo con Brummitt y Powell (1992).

A partir del estudio preliminar realizado, se reportaron 168 especies de plantas, clasificadas en 149 géneros y 71 familias botánicas (Anexo 5.3). Este número representa el 2.48 % del total de especies reportadas para el estado de Veracruz y alrededor del 4.56% del total de especies registrada para la región de los Tuxtlas. Las familias botánicas más ricas en especies fueron: Fabaceae (19), Poaceae (8), Araceae (7), Moraceae (6) y Rubiaceae (6), entre otras (Gráfica 5.3).



Gráfica 5.3 Familias botánicas mejor representadas en la zona de estudio

Las unidades de vegetación se determinaron en base a sus atributos fisonómicos y fenológicos y la nomenclatura utilizada sigue la clasificación de Rzedowski (1978) y de Miranda y Hernández X. (1963).

Siguiendo la clasificación de los tipos de vegetación reportados por Rzedowski (1978); dentro del polígono del sitio de interés se encuentran cuatro distintos tipos de vegetación (ver Figura 5.21):

- a. Selva Mediana subperennifolia
- b. Palmar
- c. Pastizal
- d. Vegetación secundaria

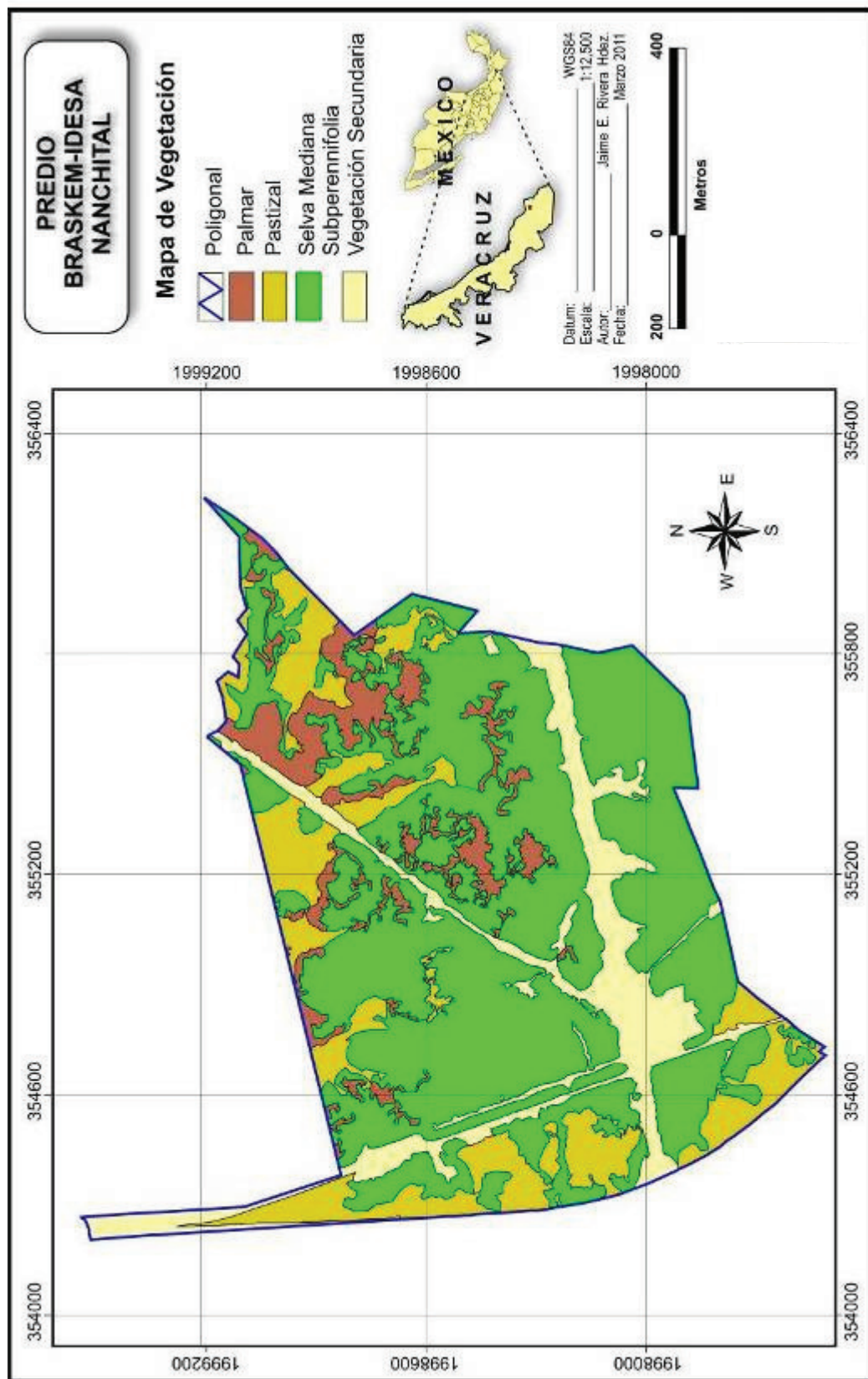


Figura 5.21 Mapa de vegetación del sitio de interés

A continuación se describen las principales unidades de vegetación y sus subdivisiones identificadas en el sitio de interés.

❖ **Selva mediana subperennifolia.**

Esta selva es agrupada por Rzedowski (1978) dentro del bosque tropical perennifolio, junto con las demás selvas tropicales húmedas, por lo que se prefiere utilizar el término de Miranda y Hernández X. (1963), por ser más específico y describir mejor esta unidad de vegetación. (Ver Fotografía 5.1)



Fotografía 5.1 *Representación de vegetación de selva mediana dentro del predio*

Esta unidad de vegetación es la que predomina en el área del sitio de interés donde se va a desarrollar el proyecto, representando la vegetación original del sitio antes de que este se encontrará impactado, actualmente, dicha vegetación ocupa un 37.01 % del total del área total que conforma el AI, sin embargo, la presencia de algunas especies que la componen forman parte también de las selvas altas perennifolias perturbadas, lo que podría interpretarse como que su origen se debería al disturbio de una selva alta perennifolia, establecida sobre suelo más pobre, con un microclima diferente.

Esta selva mediana presenta estratos bien diferenciados, encontrándose un estrato arbóreo alto o dosel, con árboles cuya altura máxima alcanza los 25 m, en donde la especie dominante en la mayor parte del sitio de interés es el “corpo” (*Vochysia hondurensis*) (Ver Fotografía 5.2) y en algunas zonas es el “paque” (*Dialium guianense*), acompañados del “palo mulato” (*Bursera simaruba*), “candelero” (*Schefflera morototoni*), “ojoche” (*Brosimum alicastrum*), “sombrete” (*Terminalia amazonia*), y en menor proporción, la “ceiba” (*Ceiba pentandra*), “llorasangre” (*Pterocarpus rohrii*), “sochicuáhuil” (*Cordia alliodora*), “amates” (*Ficus americana* y *F. obtusifolia*) y el “palo de hueso” (*Guarea glabra*), entre otras especies vegetales.

Del mismo modo, es posible encontrar en esta selva, pero asociados a las cercanías de cuerpos de agua o lugares más húmedos a la “majagua” (*Hampea nutricia*), la “pomarroza” (*Syzygium jambos*) y el “apompo” (*Pachira aquatica*).

En el estrato arbóreo bajo, la especie dominante es el “tehuaje” (*Miconia argentea*), la cual está acompañada por la “castarrica” (*Alibertia edulis*), “palo de leche” (*Tabernaemontana alba*), “anonillo” (*Guatteria amplifolia*), “aguacatillo” (*Nectandra salicifolia*), “carne de pescado” (*Dendropanax arboreus*), “roble” (*Tabebuia rosea*), “marangola” (*Clethra macrophylla*), “pongolote” (*Cochlospermum vitifolium*), “carne de caballo” (*Alchornea latifolia*), “cocuite” (*Gliricidia sepium*), “cucharillo” (*Trichilia havanensis*) y “tachuelillo” (*Zanthoxylum* sp.).



Fotografía 5.2 “Corpo” (*Vochysia hondurensis*). Árbol dominante en la selva mediana subperennifolia del predio.

El estrato arbustivo o sotobosque está representado principalmente por diferentes especies de “cordoncillo” (*Piper* spp.), “tepejilotillo” (*Chamaedorea concolor*), “junco negro” (*Desmoncus orthacanthos*), “guano” (*Sabal mexicana*), “pambotano” (*Calliandra houstoniana*), “labios de novia” (*Cephaelis tomentosa*), “amendaui” (*Ceratozamia miqueliana*), *Senna obtusifolia*, *Lacistema aggregatum*, *Hibiscus costatus*, *M. trinervia*, *Calyptranthes chytraculia*, *Psychotria* sp., *Randia* sp., *Cestrum schlechtendalii*, *Byttneria aculeata*, *Helicteres* sp., *Citharexylum* sp. y *Lantana* sp.

El estrato herbáceo se compone de “berenjenita” (*Solanum americanum*), “tuzpatli” (*Dorstenia contrajerva*), *Desmodium barbatum*, *Euphorbia thymifolia*, “hierba del gusano” (*Acalypha arvensis*), “sandía silvestre” (*Melothria pendula*), “cundeamor” (*Momordica charantia*), *Ipomoea carnea*, *Otopappus angustifolius*, “ahuapatli” (*Pluchea odorata*), “hoja de piedra” (*Calathea macrochlamys*), “platanillo” (*Heliconia bourgaeana*), “caña agria” (*Costus scaber*), “cardo” (*Bromelia karatas*), “mataliste” (*Commelina erecta*), “platanillo” (*Canna indica*), “mafafa” (*Xanthosoma robustum*) y los “helechos” (*Tectaria heracleifolia*, *Acrostichum danaeifolium* y *Adiantum oaxacanum*), entre otras.

Aunque las especies trepadoras y epífitas no son abundantes, es posible encontrar al “crespillo” (*Lygodium venustum*), los “anturios” (*Anthurium schlechtendalii* y *A.*

pentaphyllum), “teliconté” (*Syngonium podophyllum*), “barbasco” (*Dioscorea composita*), “cozolmecate” (*Smilax spinosa*) (Ver Fotografía 5.3), “cuamecate” (*Combretum laxum*), “barbas de viejo” (*Clematis dioica*), “bejuco de jiote” (*Gouania eurycarpa*), “bejuco vaquero” (*Paullinia pinnata*) y “cuamecatl” (*Serjania mexicana*).



Fotografía 5.3 “Cozolmecate” (*Smilax spinosa*). Trepadora leñosa presente en la selva mediana subperennifolia.

❖ **Palmar.**

Esta unidad de vegetación está presente de manera discontinua dentro del sitio de interés y en diversas ocasiones está contigua a los pastizales inundables y otros cuerpos de agua dentro del AI, ocupando un porcentaje total del 3.62 % del área total ocupada por el AI. Este tipo de comunidad vegetal aun cuando esta favorecida por impactos como inundaciones, así como también por los incendios forestales, ecológicamente resultan muy importantes, ya que brindan nichos ecológicos muy diferentes y específicos para la flora y fauna, siendo posible encontrar especies restringidas a este tipo de vegetación. (Ver Fotografía 5.4)



Fotografía 5.4 *Vista panorámica del palmar presente en el sitio de interés*

Esta unidad de vegetación se caracteriza por la dominancia en el estrato alto de una sola especie, el “corozo” (*Attalea liebmanni*), palma de hasta 12 m de altura. Esta palma en otras regiones llega a medir hasta 40 m de altura, sin embargo, en la zona su baja estatura probablemente se deba a factores limitantes como la riqueza del propio suelo y al impacto de los fuertes vientos.

En el estrato arbustivo es posible encontrar al “jahuacte” (*Bactris mexicana*), “tepejilotillo” (*Chamaedorea concolor*), *Psychotria* sp., entre otros. En el estrato herbáceo son componentes dominantes el “platanillo” (*Spathiphyllum* sp.) y la “hoja de piedra” (*Calathea macrochlamys*), entre otras especies que también habitan en la selva mediana y pastizales contiguos. (Ver Fotografía 5.5)



Fotografía 5.5 *Vista interior de un palmar en el sitio de interés*

✓ Pastizal

Los pastizales que se encuentran dentro de la zona del *Proyecto* tienen composiciones y orígenes diferentes, sin embargo, en este estudio son agrupados dentro de una misma categoría, principalmente por dos razones; la primera y la más importante es que todos ellos están mezclados y no existen fronteras bien diferenciados entre ellos, y la segunda es una consecuencia de la primera, ya que por esta razón es muy difícil de diferenciar desde las fotografías aéreas y por lo tanto, en el mapa de vegetación fueron agrupados dentro de la misma categoría. No obstante lo anterior, aquí se describen cada uno de ellos. En su conjunto, los pastizales ocupan un porcentaje total del 38.28 % del área total ocupada por el AI.

✓ Pastizales inundables

Estos pastizales son comunes en el sitio de interés y de dimensiones considerables. Su composición florística se basa en diferentes especies de gramíneas, entre las que encontramos a la “grama de caballo” (*Eleusine indica*), “pan caliente” (*Eragrostis hypnoides*), *Paspalum virgatum* y *Brachiaria fasciculata*, así como también diferentes especies de Cyperáceas, como son la “tuxpata” (*Cyperus odoratus*) y el “zacate de agua” (*Eleocharis elegans*). Por sus requerimientos especiales respecto del agua, son el hábitat de un gran número de aves acuáticas. (Ver Fotografía 5.6)

Fotografía 5.6 Vista de un pastizal inundable en el sitio de interés.



✓ Sabana.

Son pequeñas praderas de gramíneas, en donde prosperan también, de manera muy dispersa, árboles de talla pequeña, principalmente “nanche” (*Byrsonima crassifolia*), “tlachicón” (*Curatella americana*), “guayaba” (*Psidium guajava*), “uvero”

(*Coccoloba barbadensis*) y “encino” (*Quercus oleoides*). Se encuentran entre los pastizales y también en los bordes de las selvas medianas, indicando un disturbio antrópico en ambos casos. Todas ellas se establecen sobre suelo con drenaje deficiente que se vuelve fangoso en la época de lluvias, mientras que en la época de secas es pronunciadamente seco y duro, llegando finalmente a agrietarse.

Entre las herbáceas es posible encontrar a *Tripsacum latifolium*, *Sacoila lanceolata* e *Ipomoea pes-caprae*, entre otras. (Ver Fotografía 5.7)

Fotografía 5.7 *Uvero* (*Coccoloba barbadensis*), especie de la sabana presente en el sitio de interés



✓ Pastizales secundarios

Es el resultado de las actividades ganaderas y son pastizales inducidos también llamados “potreros” que han reemplazado a las selvas nativas. Muchos de ellos ya cuentan con elementos de la sabana, como parte de su sucesión natural. En estos pastizales, la dominancia de gramíneas es absoluta, en muchos de los casos se encuentra el “pasto kikuyo” (*Pennisetum clandestinum*) que es un gran invasor y una especie no nativa de nuestro país. Del mismo modo, en ocasiones se pueden establecer algunos elementos arbóreos como palmas y “uveros”, entre otros. (Ver Fotografía 5.8)

Fotografía 5.8 *Vista de un pastizal secundario en el sitio de interés*



Vegetación acuática

Esta unidad de vegetación está restringida, en cuanto a su distribución espacial se refiere, a los bordes de los pequeños y temporales cuerpos de agua existentes en el sitio de interés, muy cercanos al arroyo Gopalapa ubicado en el límite noreste del sitio de interés, y está entremezclada con la vegetación de los pastizales inundables. ya que no se tienen ubicados todos los cuerpos de agua presentes en esta área ya que algunos pueden ser relativamente pequeños y intermitentes, sin embargo, considerando el área ocupada por los cuerpos de agua dentro del sitio de interperes, se estima que este tipo de vegetación ocupa el 5.83 % de la superficie total. De esta manera, formando parte de esta vegetación encontramos al “zacate de agua” (*Eleocharis elegans*), “popai” (*Thalia geniculata*), “lirio” (*Pontederia sagittata*), “tule” (*Typha domingensis*), entre otros. (Ver Fotografía 5.9)

Fotografía 5.9 *“Lirio” (*Pontederia sagittata*), especie que forma parte de la vegetación acuática.*



❖ Vegetación secundaria

Se trata de zonas en donde la vegetación original ha sido removida para la construcción de infraestructura, tales como casas, carreteras y caminos de terracería. En estas áreas prosperan especies propias de selvas perturbadas, tales como el “jonote” (*Heliocarpus appendiculatus*), “chancarro” (*Cecropia obtusifolia*), “pasto kikuyo” (*Pennisetum clandestinum*), “quiebramuelas” (*Asclepias curassavica*), “achiotillo” (*Vismia camparaguey*), “majahuilla” (*Helicteres* sp.) y “patastillo” (*Luehea speciosa*).

Del mismo modo, en los bordes de la vegetación secundaria con la selva mediana, es posible encontrar a especies propias de la sabana, tales como el “tlachicón” (*Curatella americana*). Es importante mencionar la presencia en esta unidad de vegetación de la “palmilla” (*Zamia loddigesii*), especie Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo es una especie que comúnmente crece en sitios perturbados, lo cual nos indica que no importando el estado de conservación de un sitio, siempre habrá especies valiosas que conservar y proteger. (Ver Fotografía 5.10 y 5.11).

Fotografía 5.10 Vista de la vegetación secundaria del sitio de interés.



Fotografía 5.11 “Palmilla” (*Zamia loddigesii*), especie propia de sitios perturbados, pero considerada como Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Índices de Valor de Importancia

Las selvas tropicales húmedas son ecosistemas que albergan un gran número y diversidad de especies. Los bosques tropicales como la selva mediana subperennifolia, son muy importantes por su biodiversidad particular y por los servicios ecosistémicos que proveen a las comunidades humanas; sin embargo, estos bosques han sido altamente impactados por las actividades humanas (establecimiento de pastizales, monocultivos y crecimiento urbano, entre otras formas de cambio de uso del suelo), con la consecuente extinción local de especies (Ochoa-Gaona *et al.*, 2007).

La selva mediana subperennifolia establece su presencia tanto en zonas húmedas del clima A (corresponden a las zonas más cálidas del planeta), como en zonas con precipitaciones del orden de 1,100 a 1,300 mm anuales. Los suelos de estas selvas son muy someros; en terrenos con topografía cárstica, es común encontrar roca aflorante. El drenaje es muy rápido debido a la fuerte pendiente de los terrenos. Es probable que esta característica sea la que hace que la vegetación reduzca de manera notable en 25 a 50% de sus especies, el follaje en la época de sequía. La altura de esta selva puede igualar a la de la selva alta perennifolia, pero es frecuente que los árboles no sean tan altos; muchas veces debido a la naturaleza rocosa y a la gran inclinación de los terrenos donde se encuentran. En esta selva pueden distinguirse dos estratos arbóreos: uno bajo, de 4 o 5 m a 10 o 12 m y uno superior, de 11 o 13 m a 21 o hasta 25 m, pudiendo alcanzar los 36 m de altura (Sarukhan, 1968).

Método

El estudio de vegetación y fauna fue realizado por un contratista especialista en la materia que se denomina Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, Sociedad Civil (Geobicom, S.C.), el cual estuvo bajo la coordinación del Biól. Saúl Germán Segura Burciaga, la participación del Biól.

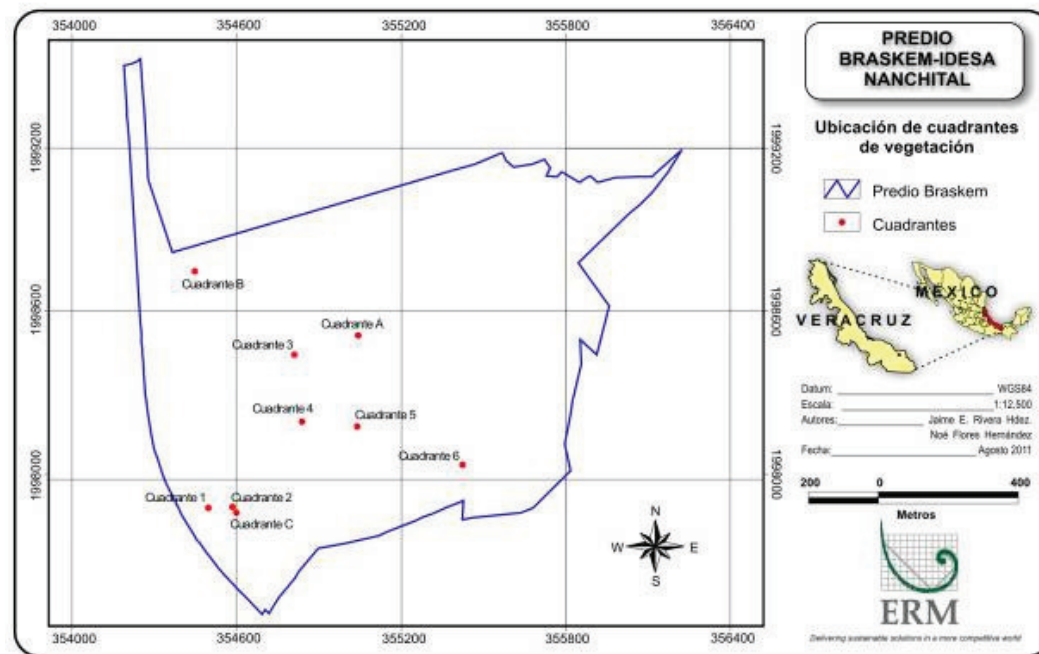
Jaime Ernesto Rivera Hernández (Coordinación del trabajo de campo, plantas y cartografía), así como:

- Biól. Noé Flores Hernández (Muestreos de vegetación y Análisis estadísticos)
- M. en C. Graciela Alcántara Salinas (Aves)
- Biól. Mara Neri Fajardo (Aves)
- M. en C. Diego Almaraz Vidal (Anfibios y reptiles)
- M. en C. Luz del Carmen Navarro Pérez (Anfibios y reptiles)
- Dr. Cuauhtémoc Chávez (Mamíferos)
- Biól. Benjamín Vieyra (Mamíferos)
- Biol. Norma Camacho (Mamíferos)

El trabajo de campo consistió en muestreos aleatorios (selección de unidades de muestreo al azar), ya que cada unidad de población tiene igual probabilidad de formar parte de la muestra. Inicialmente se establecieron tres cuadrantes de 25 m² (A, B y C), y posteriormente se incluyeron seis cuadrantes de 40 m² (1 al 6), con la finalidad de obtener una mayor representatividad del área. Los nueve sitios de muestreo se localizaron dentro de fragmentos de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de perturbación y el pastizal. En la figura 5.22 se muestra su ubicación espacial dentro del área del proyecto.

Figura 5.22

Mapa de ubicación de sitios de muestreo en el área del proyecto.



En cada cuadrante se incluyeron para el análisis de la información los siguientes parámetros: riqueza, abundancia relativa (A_i), frecuencia relativa (F_i), área basal (G), dominancia relativa (D_i) e índice de valor de importancia (IVI) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Fotografías 5.12 – 5.15

Fotografías del trabajo de campo, marcaje de individuos y toma de datos en cuadrantes.





La abundancia relativa se obtuvo mediante la fórmula:

$$A_i = (n/N) \times 100$$

Donde: A_i es la abundancia relativa de la especie i con respecto a la abundancia total
 n es el número de individuos de la especie i
 N es el número total de individuos

El índice de valor de importancia (IVI) (Stiling, 1999; Lamprecht, 1990) está compuesto por la suma de la abundancia, densidad, frecuencia y dominancia relativas y se calculó con la siguiente fórmula:

$$I.V.I. = DeR + DoR + FR$$

Donde: A_i es la abundancia relativa
 D_i es la dominancia relativa
 F_i es la frecuencia relativa

La densidad relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las “ocurrencias” de una especie en particular, respecto a la sumatoria de las ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela. Se calculó de la siguiente manera:

$$DeR = (E_i / \Sigma E) \times 100$$

Donde: DeR = Densidad Relativa
 E_i = Numero de ocurrencias de la especie i
 ΣE = Número total de individuos

La dominancia relativa se expresó como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera:

$$DR = (AB_i / \Sigma AB) \times 100$$

Donde: DR = Dominancia relativa de la especie i
 ΣAB_i = Sumatoria de las áreas basales de la especie i
 ΣAB = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la muestra

La frecuencia relativa de las especies mide su dispersión dentro la comunidad vegetal.

$$FR = (Fi / \Sigma F) \times 100$$

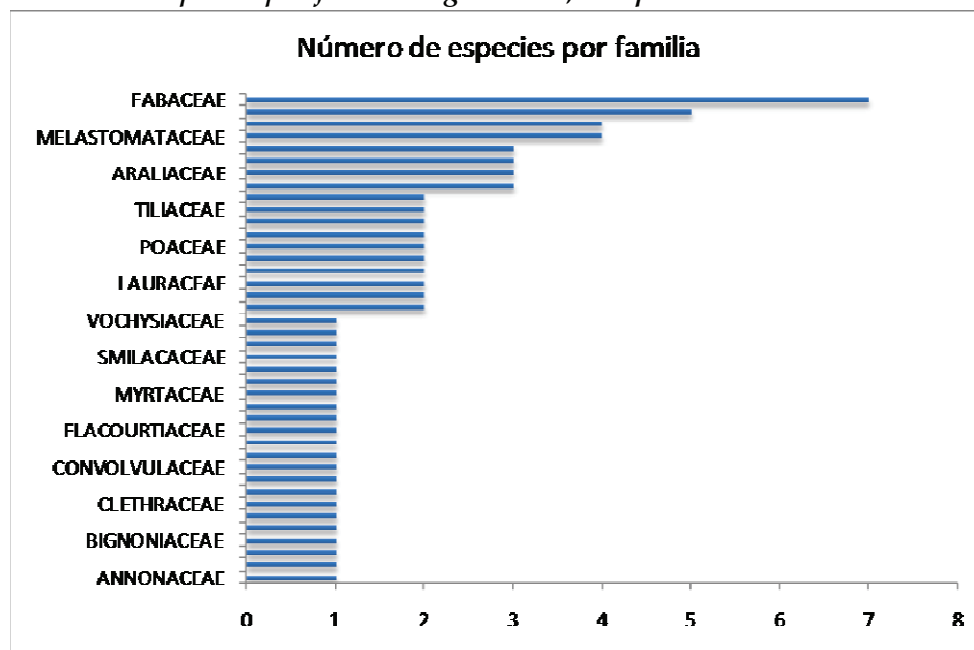
Donde: **FR** = Frecuencia relativa de la especie i
Fi = Número de cuadrantes donde la especie i ocurre
ΣF= Sumatoria total de ocurrencias de todas las especies en todos los cuadrantes

Resultados

En la primer recolección de datos de vegetación se registraron 101 individuos pertenecientes a 22 especies, de las cuales 19 tuvieron, en general, una abundancia baja. Las especies determinadas se encontraron repartidas en 18 familias y 22 géneros. En las áreas estudiadas, la familia Rubiaceae fue la mejor representada con tres especies. Las familias Meliaceae y Melastomataceae presentaron dos especies cada una.

Sin embargo como resultado de la segunda recolección de datos de vegetación, y considerando un total de 9 cuadrantes, se registraron un total de 504 individuos pertenecientes a 129 especies, de las cuales 55 tuvieron en general abundancia baja. Las especies encontradas se encontraron distribuidas en 40 familias y 65 géneros. Con los nuevos cuadrantes resalta el hecho que la familia Fabaceae fue la mejor representada con siete especies, siguiéndole la familia Rubiaceae con cinco (Gráfica 5.4).

Gráfica 5.4 Número de especies por familia registradas, complementada con los 9 cuadrantes.



De acuerdo con el trabajo de Rzedowski y McVaugh (1966), las especies determinadas para el área de estudio (“palo de hueso” *Cupania glabra* y “carne de pescado” *Dendropanax arboreus*, entre otras,) coincide su presencia con otros estudios realizados en selva mediana subperennifolia como los de Vázquez-Torres (1991) y Godínez-Ibarra y López-Mata (2002). Por su reducida superficie es común encontrar en su interior especies secundarias como el “palo de leche” *Tabernaemontana alba*, que es una especie intolerante a la sombra, típica de vegetación perturbada, de dimensiones diamétricas pequeñas, generalmente menores que 30 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP), de rápido crecimiento y madera blanda.

En la primer campaña la mayor abundancia la tuvo *Psychotria* sp., con 19 individuos encontrándose en los tres cuadrantes (15 en el cuadrante A, 1 en el B y 3 en el C).

Sin embargo, en la segunda campaña, con los 6 cuadrantes adicionales se encontró que la mayor abundancia la tuvo *Spathiphyllum* sp., con 97 individuos haciéndose presente en los cuadrantes C, 2, 4 y 5 (Tabla 5.15).

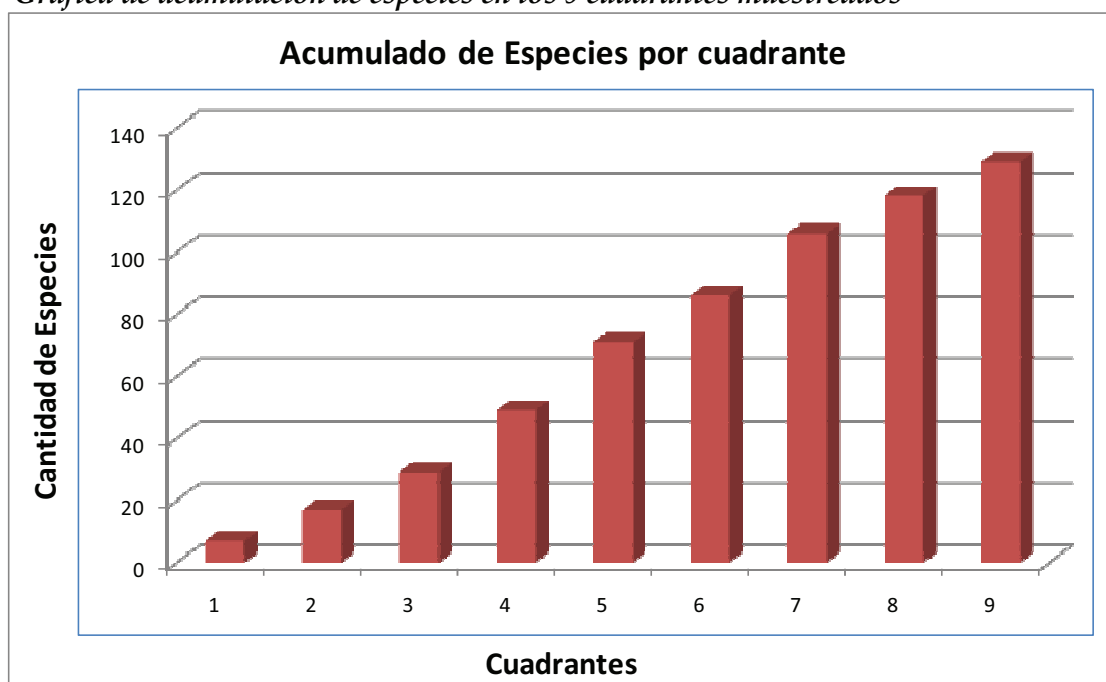
Tabla 5.15 Listado de especies y sus abundancias en cada cuadrante, considerando los 9 cuadrantes en total.

Familia	Especie	Nombre común	Méx. Ind. (Cuad. 1)	Méx. Ind. (Cuad. 2)	Méx. Ind. (Cuad. 3)	Méx. Ind. (Cuad. 4)	Méx. Ind. (Cuad. 5)	Méx. Ind. (Cuad. 6)	Méx. Ind. (Cuad. 7)	Méx. Ind. (Cuad. 8)	Méx. Ind. (Cuad. 9)	Presencia total
ARACEAE	<i>Spathiphyllum</i> sp.	"platanillo"			19		43		1	34		97
POACEAE	<i>Muhlenbergia</i> sp.	"cazote"									87	87
MALVACEAE	<i>Callisaya macrochlamys</i>	"hoja de piedra"			7	17						24
SAPINDACEAE	<i>Passiflora plantain</i>	"lejosa izquierda"						15	4	1		20
RUBIACEAE	<i>Psychotria</i> sp.		15	1	3			1				20
CARINACEAE	<i>Canavalia</i> sp.	"platanillo"			19							19
ARACEAE	<i>Momordica</i> sp.	"pimiento"					1	9	9			19
APOCYNACEAE	<i>Tournefortia</i> sp.	"lechero"		2		11	2	1	1			17
MIRACACEAE	<i>Guarea</i> sp.	"palo de hierro"		5		5			1	7		19
RUBIACEAE	<i>Alibertia</i> sp.	"cactario"		2			1	8				11
OLETHACEAE	<i>Clethra</i> sp.	"manzanilla"	11									11
ZAMIACEAE	<i>Zamia</i> sp.	"palmito"				2		2			7	11
ZAMIACEAE	<i>Cerisea</i> sp.	"manzanilla"			1	1	1		2	3		8
RUBIACEAE	<i>Bauhinia</i> sp.				1	4			3			8
SAPINDACEAE	<i>Copaiba</i> sp.	"tres lomas"		2	1	2			2			7
TECTACEAE	<i>Tectaria</i> sp.	"lechero"		6			1					7
MELIACEAE	<i>Trichilia</i> sp.	"cascadilla"		5			1	1				7
VOCALACEAE	<i>Vochysia</i> sp.	"carpa"	1			1	4	1				7
MELASTOMACEAE	<i>Miconia</i> sp.	"teshuete"			1		2	3				6
MIRACACEAE	<i>Baccharis</i> sp.	"ajonjolí"				1		1	1	7		5
TIACEAE	<i>Heliconia</i> sp.	"juncos"			3	1	1					5
MELASTOMACEAE	<i>Miconia</i> sp.	"teshuete"	3		2							5
CECROPACEAE	<i>Cecropia</i> sp.	"chamorro"		1	3							4
LAURACEAE	<i>Morenia</i> sp.	"agacillo"					2			2		4
POACEAE	<i>Pennisetum</i> sp.	"palo de hierro"									4	4
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.	"cardinal"			1	1	1	1				4
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.								4			4
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.						4					4
CURCACEAE	<i>Alchornea</i> sp.	"carne de caballo"					1			2		3
ARALIACEAE	<i>Dendropanax</i> sp.	"carne de pescado"	1				2					3
TIACEAE	<i>Trichospora</i> sp.	"juncos"						3				3
FABACEAE	<i>Zornia</i> sp.	"hierba de la vida"									3	3
SAPINDACEAE	<i>Albizia</i> sp.	"cascadilla"					2					2
MIRACACEAE	<i>Baccharis</i> sp.	"ajonjolí"	1	1								2
MELASTOMACEAE	<i>Conocarpus</i> sp.	"frutilla"				2						2
EUPHORBIACEAE	<i>Croton</i> sp.						1			1		2
ARACEAE	<i>Desmanthus</i> sp.	"junco negro"						1	1			2
LAURACEAE	<i>Uapaca</i> sp.	"tambo"					2					2
SAPINDACEAE	<i>Melaleuca</i> sp.	"cascadilla"				2						2
STICHLIACEAE	<i>Melaleuca</i> sp.	"melaleuca"									2	2
SAPOTACEAE	<i>Passiflora</i> sp.	"zapallo"							2			2
MIRACACEAE	<i>Passiflora</i> sp.	"zapallo"									7	7
MIRACACEAE	<i>Sipanea</i> sp.									2		2
RUICACEAE	<i>Zanthoxylum</i> sp.	"raíz de legón"							2			2
MALVACEAE	<i>Bombacina</i> sp.	"copalillo"				1						1
MALVACEAE	<i>Byrsanthus</i> sp.	"mancha"									1	1
ARACEAE	<i>Chamaedorea</i> sp.	"margarita"		1								1
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum</i> sp.	"calabaza"					1					1
MELASTOMACEAE	<i>Citrus</i> sp.	"capulín"						1				1
COGLOSPERMACEAE	<i>Cordia</i> sp.	"punguile"				1						1
COMBRETACEAE	<i>Combretum</i> sp.	"capulín"				1						1
DILLENIACEAE	<i>Conocarpus</i> sp.	"lechero"							1			1
BIGNONIACEAE	<i>Cyclops</i> sp.	"vaquero blanco"						1				1
FABACEAE	<i>Ulex</i> sp.	"gusano"								1		1
URICACEAE	<i>Uncaria</i> sp.	"barbasco"				1						1
AMMONACEAE	<i>Ammonia</i> sp.	"margarita"								1		1
FABACEAE	<i>Indigo</i> sp.	"gusano"	1									1
COMPOSITACEAE	<i>Ipomoea</i> sp.	"pata de cabra"									1	1
FABACEAE	<i>Leucaena</i> sp.						1					1
SCHIZACEAE	<i>Lygodium</i> sp.	"crespillo"				1						1
FABACEAE	<i>Leucaena</i> sp.	"uña de gato"									1	1
FABACEAE	<i>Leucaena</i> sp.										1	1
FABACEAE	<i>Leucaena</i> sp.					1						1
ARALIACEAE	<i>Oreopanax</i> sp.	"calabaza"								1		1
FLACOURTIACEAE	<i>Pleuraphis</i> sp.	"pacheco"					1					1
ASIRACEAE	<i>Pluchea</i> sp.	"alcapurri"									1	1
RUBIACEAE	<i>Psychotria</i> sp.	"legumbre prieta"						1				1
RUBIACEAE	<i>Psychotria</i> sp.							1				1
ARALIACEAE	<i>Schiffonia</i> sp.	"mancha"							1			1
SMIACEAE	<i>Smilax</i> sp.	"hoja de perro"							1			1
SOLANACEAE	<i>Solanum</i> sp.	"bejerilla amarilla"							1			1
SOLANACEAE	<i>Solanum</i> sp.								1			1
ARACEAE	<i>Synedrella</i> sp.	"lechero"							1			1
MIRACACEAE	<i>Tropis</i> sp.	"mancha"					1					1
		Total de individuos	23	25	61	57	76	49	40	52	110	584
		Total de especies	7	10	12	29	22	15	20	12	11	129

Rzedowski (1978) menciona que el “ojoche” (*Brosimum alicastrum*) es la especie dominante en este tipo de selvas, siendo un árbol de amplia tolerancia ecológica y adaptada para vivir en selvas con largos periodos de sequía. Se le encuentra formando parte de la selva mediana subperennifolia y en algunas regiones se desarrolla también en sitios protegidos. Otros acompañantes arbóreos conspicuos de esta especie son el “corpo” (*Vochysia hondurensis*), el “palo de hueso” (*Guarea glabra*) y el “carne de pescado” (*Dendropanax arboreus*).

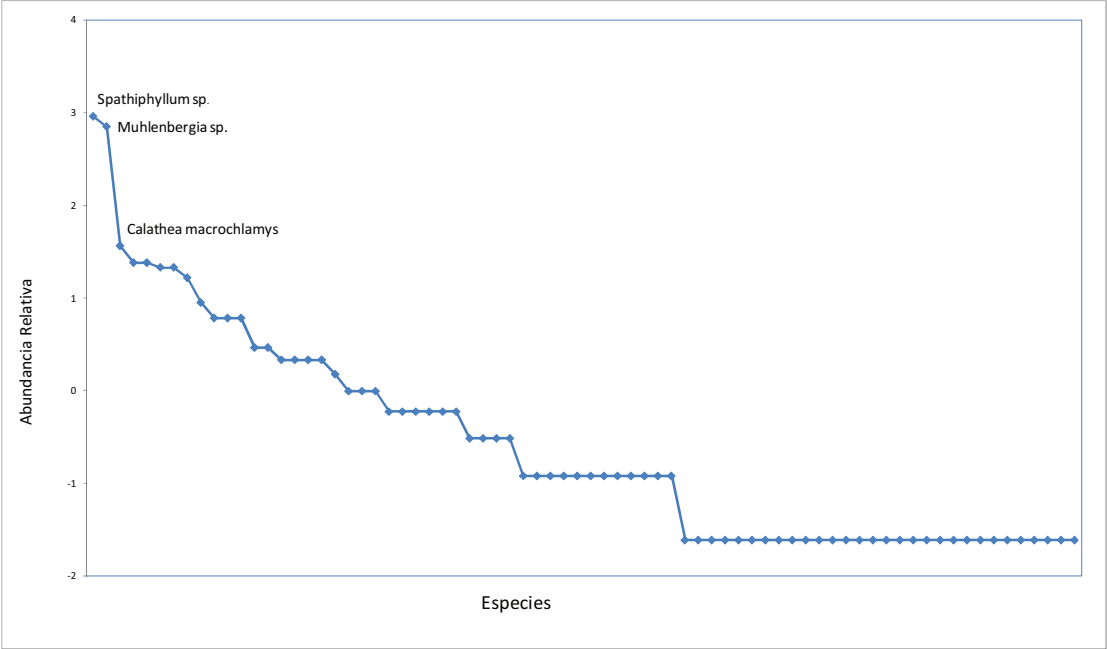
En la Gráfica 5.5 se puede apreciar el crecimiento lineal del registro de especies conforme se integraban los 9 cuadrantes dentro del análisis. Este trabajo reportó originalmente sólo 22 especies, pero el registro final fue de 129 especies en los 9 cuadrantes. Es importante considerar que estos resultados fueron obtenidos bajo el esfuerzo de muestreo que se pudo realizar en el sitio de interés dentro del marco de tiempo disponible para estos estudios de campo.

Gráfica 5.5 Gráfica de acumulación de especies en los 9 cuadrantes muestreados



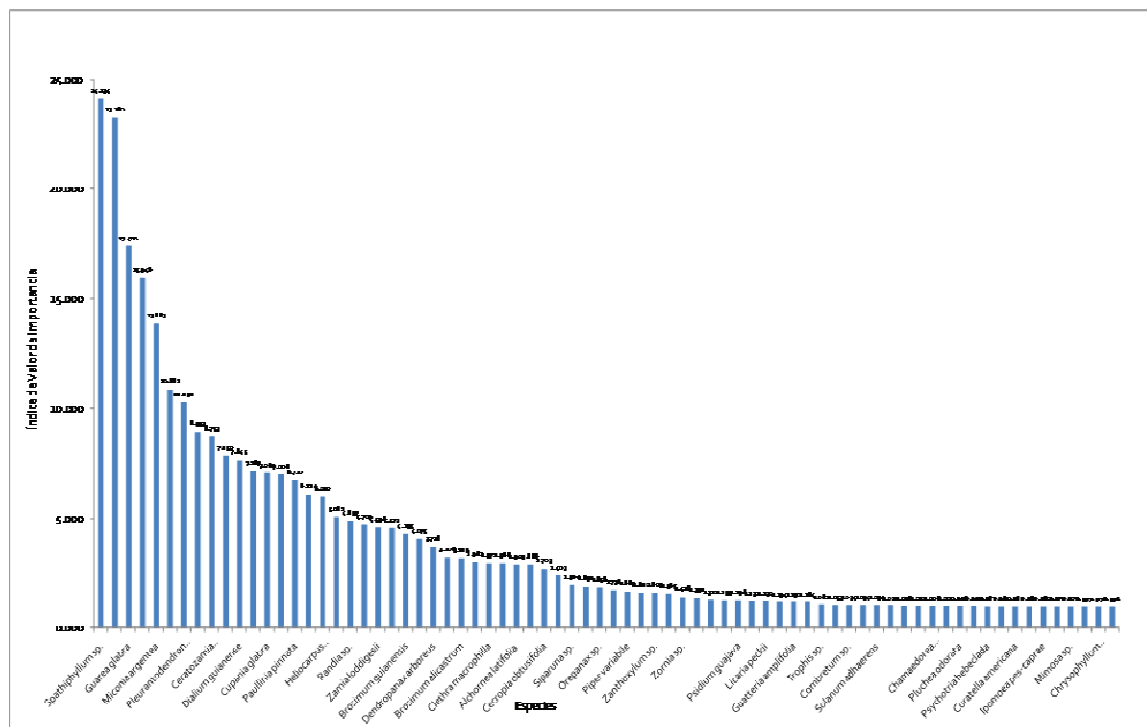
En la Gráfica 5.6, se observa la curva de abundancia relativa donde se muestra que *Spathiphyllum* sp., *Muhlenbergia* sp. y *Calathea macrochlamys* presentan la mayor abundancia del total de los 9 cuadrantes.

Gráfica 5.6 *Abundancia relativa de las especies registradas en los 9 cuadrantes*



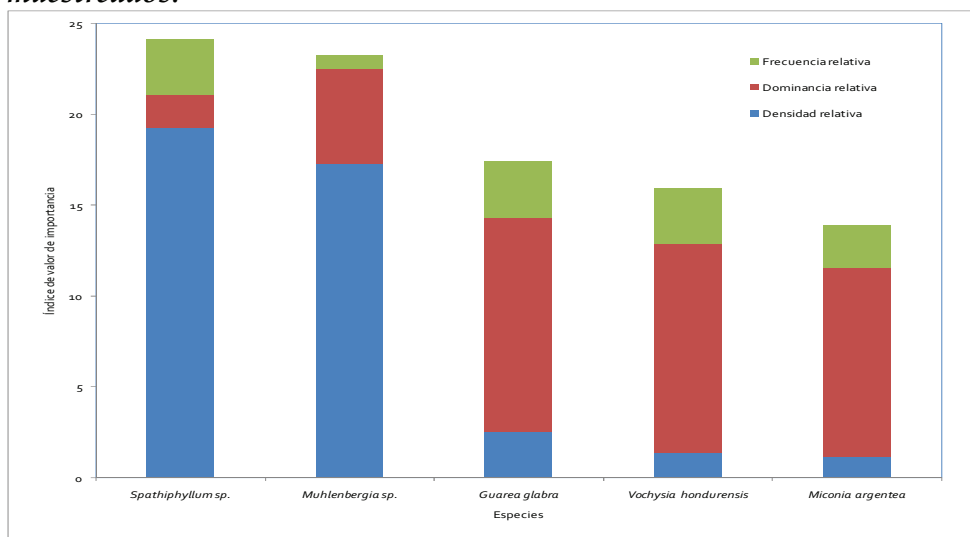
En la Gráfica 5.7 se muestran las especies con los mayores índices de Valor de Importancia (IVI) resultante de los 9 cuadrantes.

Gráfica 5.7



En la gráfica 5.8 se aprecia que en los 9 cuadrantes *Spathiphyllum* sp. presentó el mayor índice de valor de importancia seguidos por *Muhlenbergia* sp., *Guarea glabra*, *Vochysia hondurensis* y *Miconia argentea*.

Gráfica 5.8



Los datos del IVI para las especies registradas en los cuadrantes son similares a los reportados por Zarco-Espinosa et al. (2010) para la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, en Macuspana, Tabasco. La especie *Guarea glabra* es considerada como especie de importancia estructural en IVI, caso contrario *Psychotria chiapensis*, *Dendropanax arboreus*, *Chamaedorea concolor* con valores bajos. Especies tolerantes a la sombra como *Guarea glabra* están distribuidas en lugares con escasa perturbación superando en valor de importancia a *Dendropanax arboreus*, que de acuerdo con Pennington y Sarukhán (1998) es una especie de vegetación secundaria. Ramírez Delgadillo (2000), en un estudio bosques tropicales de la costa de Jalisco, menciona a *Brosimum alicastrum* con un valor de IVI mayor al 37.5% del total, ya que se encontró ampliamente en esta zona, caso contrario en nuestros cuadrantes, ya que se registró una baja abundancia de esta especie; además este autor señala que *Brosimum alicastrum* es considerada como especie secundaria.

Una vez procesada la información de los cuadrantes se procedió a realizar perfiles diagramáticos de vegetación de las zonas mas representativas, con los parámetros de Abundancia relativa y la altura de los individuos. Ver Anexo 5.3.

Tabla 5.16 Listado de especies amenazadas..

Nombre Científico	Nombre común	NOM	CITES	IUCN
CYCADOPHYTA				
ZAMIACEAE				
<i>Ceratozamia miqueliana</i> H. Wendl*	"amendauí"	En Peligro de Extinción		En Peligro Crítico
<i>Zamia loddigesii</i> Miq.	"palmilla"	Amenazada		Casi Amenazado
CLUSIACEAE				
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	"bariz"	Amenazada		
ORCHIDACEAE				
<i>Myrmecophila grandiflora</i>	"orquídea"		Apéndice II	
<i>Tanacetum integerrimum</i>	"orquídea"		Apéndice II	

Especies amenazadas

Del total de especies registradas en el área, resaltan en importancia el "amendauí" (*Ceratozamia miqueliana*), catalogada como En Peligro Crítico y la "palmilla" (*Zamia loddigesii*) como Casi Amenazado en la Lista Roja del IUCN. Además de 5 especies clasificadas como Preocupación Menor.

Respecto a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) se ubicaron las dos especies mencionadas anteriormente y también el "baríz" (*Calophyllum brasiliense*), catalogada como Amenazada.

Finalmente, se reportan dos especies de orquídeas consideradas dentro del Apéndice II de CITES ya que todas las orquídeas están consideradas en este apéndice.

A continuación se presenta una descripción a detalle de las especies encontradas en algún estatus de protección:

Ceratozamia miqueliana

Es una especie perteneciente a la familia Zamiaceae, grupo de plantas también conocidas como cícadas. Esta especie forma parte de un complejo de especies que comparten características similares, entre ellas: *C. euryphyllidia*, *C. zoquorum* y *C. becerrae*, todas con distribución en el sureste de México. La distribución conocida de esta especie se restringe a los estados de Veracruz, en su porción sureste, Tabasco y Norte de Chiapas, siempre en un ecosistema de bosque tropical perennifolio (Selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias), aunque en Veracruz se reporta también su presencia en Bosque Mesófilo de Montaña.

Fotografía 5.16 Ejemplar de *Ceratozamia miqueliana*



La distribución conocida en el estado de Veracruz se puede observar en la Figura 5.23 (Gómez-Pompa et al., 2010).

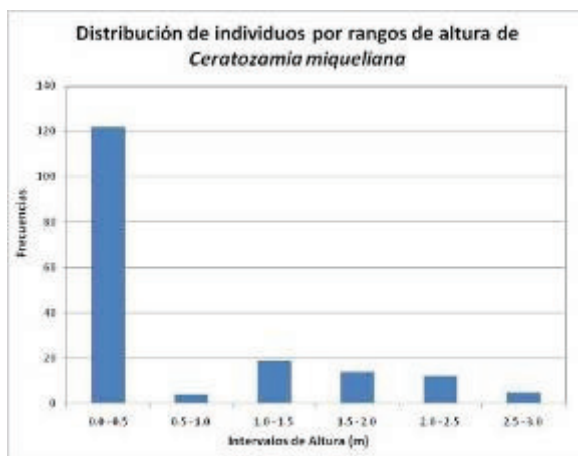
Figura 5.23 *Distribución conocida de Ceratozamia miqueliana en el estado de Veracruz.*

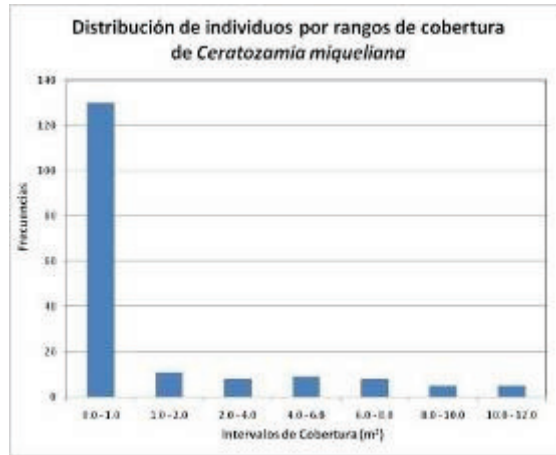


En nuestra área de estudio, a través de recorridos y búsquedas visuales durante cuatro días, localizamos una población bien establecida de alrededor de 204 individuos, los cuales fueron geoposicionados, medidos y marcados con cinta de marcaje para su fácil ubicación en los futuros trabajos de rescate y reubicación. Es importante mencionar que del número total de individuos, 122 fueron plántulas, ya que se encontraron siete individuos que presentaron plántulas a su alrededor, es decir, eran las plantas madre.

En las Gráficas 5.9 y 5.10 se puede observar la distribución de los individuos por rangos de altura y cobertura, en donde resaltan los individuos con altura menor de 50 cm y cobertura menor de 1 m, correspondiendo estos a las plántulas. En esta gráfica también se observa que el resto de individuos se tratan de plantas adultas mayores de 1 m de alto y con coberturas mayores a 1 m. Estos números nos indican que la población de *C. miqueliana* se encuentra bien establecida, con los polinizadores y las condiciones ambientales necesarias para su reproducción y con un reclutamiento importante.

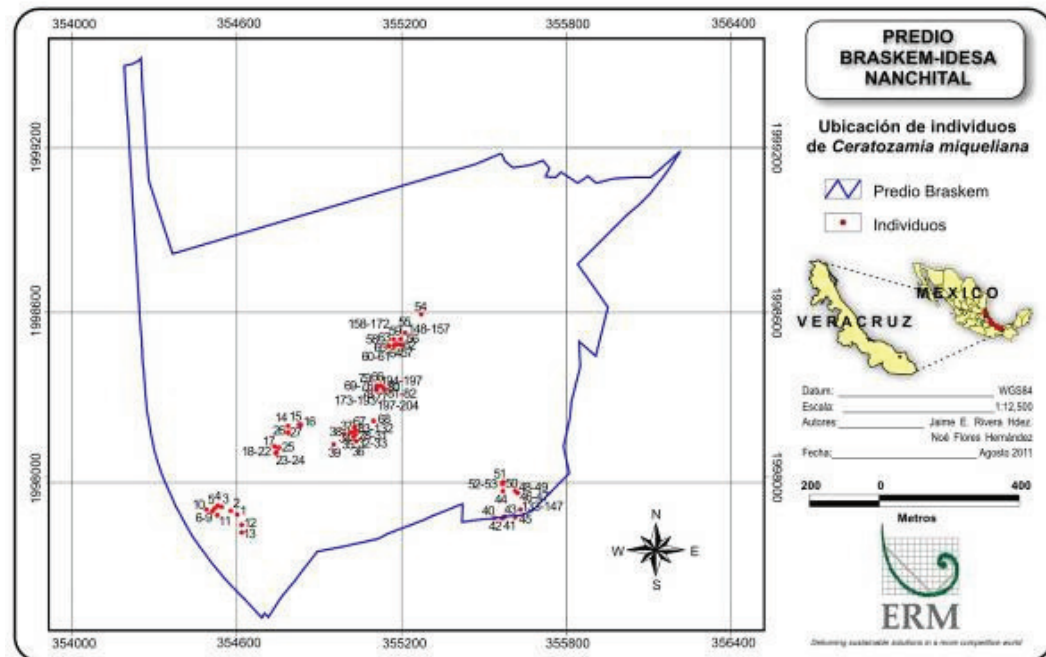
Gráfica 5.9 y 5.10. *Número de individuos por rangos de altura y cobertura de Ceratozamia miqueliana.*





De esta manera, en el mapa de la Figura 5.24 se presenta la distribución de los individuos identificados en el predio, sin embargo, para el subprograma de rescate y reubicación de estas plantas, habrá que considerar al menos un 50 % más del total de individuos encontrados, es decir, se calcula un total mínimo de 300 individuos en la zona, de los cuales, al menos 200 serán individuos adultos y/o jóvenes.

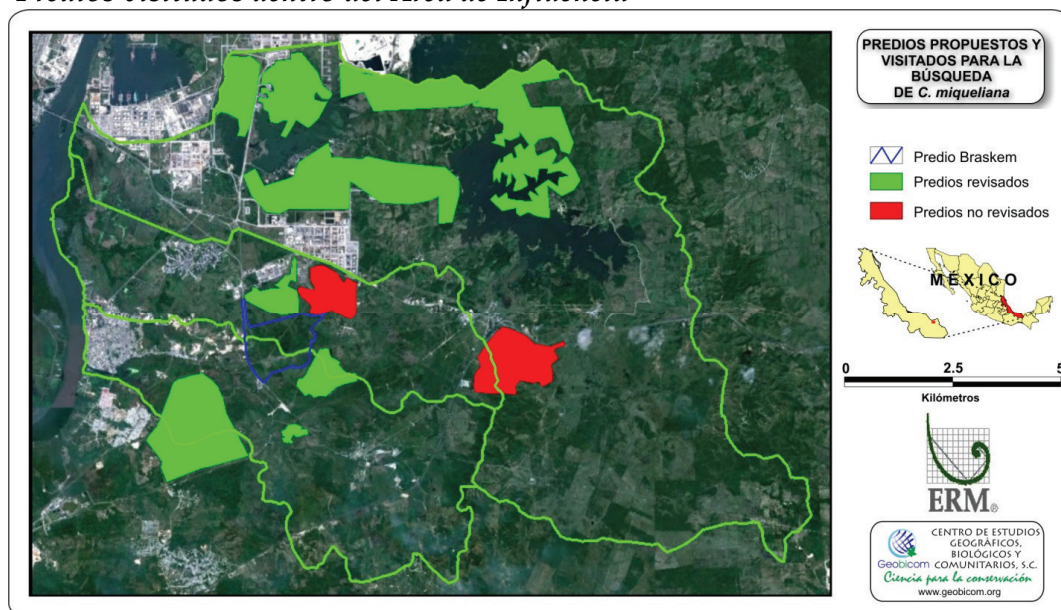
Figura 5.24 Mapa de ubicación de individuos de *Ceratozamia miqueliana* en el predio de interés.



Finalmente, se realizó una búsqueda de la *Ceratozamia miqueliana* en predios accesibles dentro del área de influencia con los siguientes resultados:

Se realizaron recorridos en áreas con características potenciales para el hallazgo de esta especie, Ver Figura 5.25, para un total de 8 áreas revisadas y dos que no fue posible debido a restricciones para su acceso.

Figura 5.25 Predios visitados dentro del Área de Influencia



Como resultado de la búsqueda realizada, se localizaron poblaciones de *Ceratozamia Miqueliana*, de acuerdo al resumen presentado en la tabla siguiente:

Tabla 5.17

Resumen de las poblaciones e individuos localizados.

Predio	Número de individuos registrados	Número de poblaciones
Parque Ecológico Jaguaroundi	1333	55
Rincón Grande	7	5
Reserva 100 ha Celanese	7	3
Rancho el 34	32	2
Complejos (2 predios)	0	0
Rancho Los Cocos	0	0
Predio Marlboro	0	0
TOTAL	1379	65

El reporte completo de esta búsqueda se incluye como Anexo 5.10.

Como resultado de los resultados obtenidos después de las campañas exhaustivas de monitoreo realizadas tanto en el sitio de interés como en el Área de Influencia Ambiental del proyecto, y tomando como referencia la Norma de Desempeño No. 6 de la CFI sobre Conservación de la Biodiversidad y el Manejo Sostenible de Recursos Naturales y la Nota de Orientación G17 sobre esta norma de desempeño, se puede concluir diciendo que el sitio de interés a ocupar por el proyecto esta clasificado como un Hábitat Crítico para la *Ceratozamia Miqueliana*, tomando en cuenta el criterio referente dentro de dicha norma de desempeño donde se indica considerar sitios donde "la presencia de especies de las cuales se conoce que están en extremo peligro o riesgo de extinción". Es sabido que la *Ceratozamia miquelania* esta bajo el siguiente grado de protección: En peligro crítico (CR).

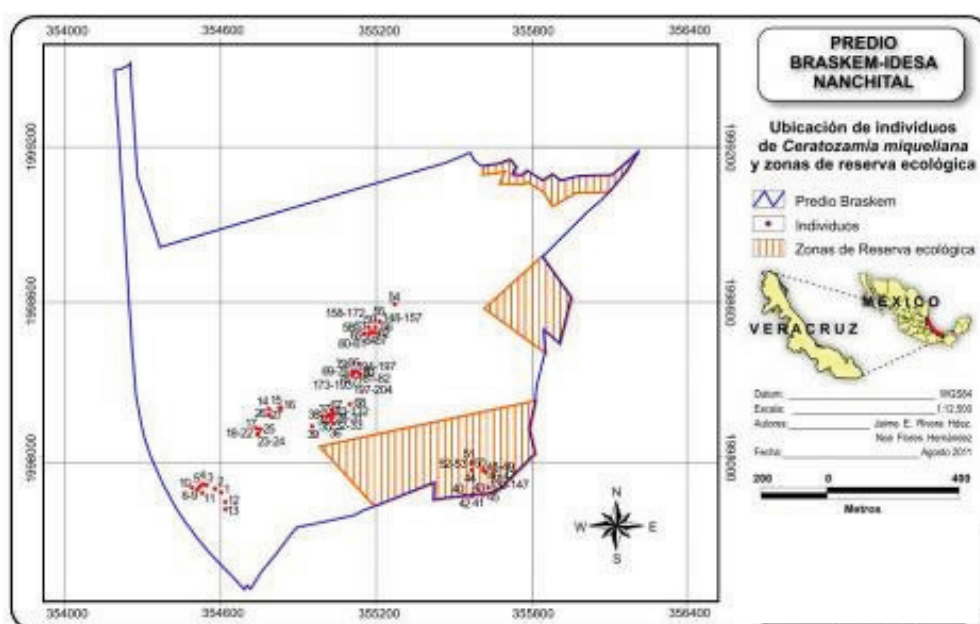
Sin embargo, es importante tener en cuenta que de acuerdo con los incisos G19 y G20 de la Nota de Orientación de dicha norma de desempeño, que establecen que un proyecto puede llevarse a cabo dentro de una zona clasificada como Hábitat crítico sólo si es posible demostrar que no se tendrá un impacto adverso cuantificable sobre la capacidad del hábitat crítico y que no deben reducirse las poblaciones de ninguna especie reconocida como en peligro o en riesgo crítico (según la Lista Roja de la UICN y cualquier lista nacional), a continuación se presentan argumentos y acciones que aseguran el cumplimiento con las condicionantes establecidas por la CFI para este tipo de Hábitats:

- Según las observaciones de campo, la especie *Ceratozamia miquelania* se encuentra bien representada en el Parque Ecológico Jaguaroundi, tal y como lo mostró la campaña de monitoreo realizado en este parque ecológico, habiendo mas de 1,000 individuos de dicha especie, de diferentes edades y aun contando con algunos individuos en estado reproductivo.
- Dentro del sitio de interés, BI dejará sin alteración alguna un área total de conservación de 30 has dentro del predio, dentro de dicha área, según la campaña de monitoreo en esta zona, se sabe con certeza que existen 80 individuos de dicha especie. Aunado a la conservación de dicha área, se llevarán a cabo acciones de mantenimiento, conservación, y monitoreo permanente, a cargo de personal de BI.
- Se tiene contemplado la implementación del Programa de reubicación y trasplante del 100% de 1 número de individuos identificados en el

levantamiento realizado en el sitio, donde se serán consideradas las mejores prácticas de transplante para incrementar el porcentaje de sobrevivencia de la especie de interés, las cuales serán trasplantadas tanto dentro de la misma área de conservación ubicada dentro del sitio de interés (30 Has) así como dentro del Parque Ecológico Jaguaroundi. Estas acciones se llevarán a cabo mediante la asistencia del Instituto de Ecología y personal del Parque Ecológico Jaguaroundi.

- Por ultimo, se tiene contemplado llevar a cabo un continuo seguimiento y monitoreo del porcentaje de supervivencia de los individuos trasplantados tanto en el área de conservación del sitio de interés como en el Parque Ecológico Jaguaroundi.

Figura 5.26 *Ubicación de los individuos encontrados de Ceratozamia Miqueliana en el predio de interés y ubicación de las zonas destinadas para reserva ecológica dentro del mismo predio*



Zamia loddigesii

Es otra especie que pertenece a la familia Zamiaceae o de las cícadas. Se trata de la especie con la distribución más amplia de todo el género, ya que se distribuye en una variedad de hábitats perturbados, acahuales, selvas bajas y medianas, potreros, cultivos y vegetación ruderal al lado de carreteras y brechas. *Zamia loddigesii* se distribuye a lo largo de la planicie costera del Golfo de México, sobre el bosque tropical perennifolio, pero se debe enfatizar que generalmente está asociada a vegetación alterada, y son pocas las localidades que, actualmente, presentan vegetación en buen estado de conservación y que registran poblaciones de esta especie.

Actualmente, quedan poblaciones aisladas a lo largo de toda la planicie costera del Golfo, entre los estados de Tamaulipas, Veracruz, Hidalgo, Tabasco, Oaxaca y parte de Chiapas (Figura 5.27), y todas están distribuidas entre acahuales y selvas bajas en buen estado de Conservación, como es el caso del "Ejido El Palmar" de

Monte Oscuro, Veracruz, y los alrededores de Tuxtepec en Oaxaca (Vovides et al., 2010).

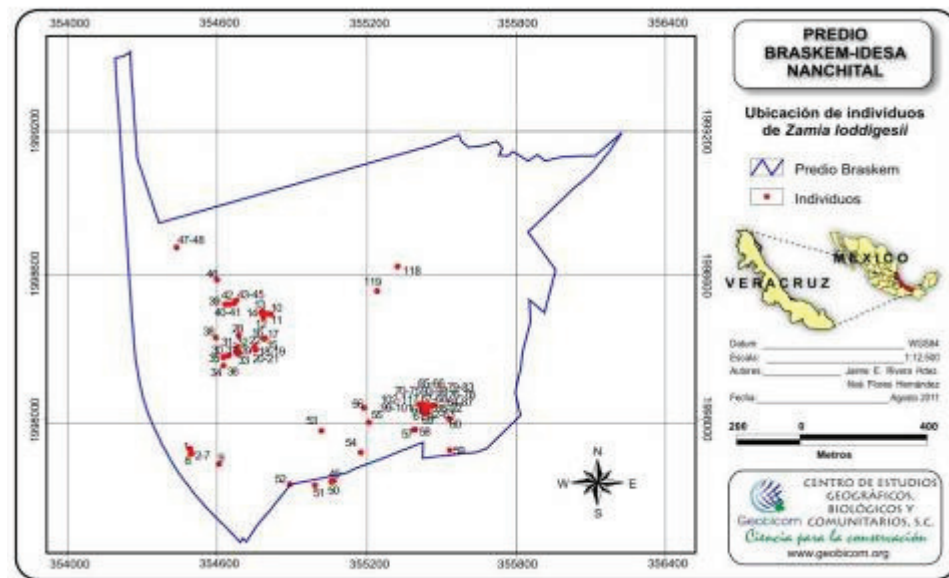
Figura 5.27 *Mapa de distribución de Zamia loddigesii en México.*



Su éxito a pesar del disturbio, se debe seguramente a que su tallo subterráneo le permite sobrevivir en potreros, aun en condiciones de quema y pisoteo de ganado, ya que éstos no destruyen esta estructura. Sin embargo, bajo estas condiciones la regeneración natural por semilla es escasa. Al igual que *C. miqueliana*, dentro de la región de estudio, se ha reportado esta especie dentro del Parque Ecológico Jaguaroundi, aunque se ignora el tamaño de la población y su estado de conservación (Ramos et al., 2008).

Durante los recorridos realizados en el área de estudio (Figura 4.20), se indentificaron 114 individuos, la gran mayoría en los bordes de las selvas perturbadas, e incluso algunos de ellos dentro de los pastizales secundarios. Al igual que con *C. miqueliana*, los individuos encontrados de *Zamia loddigesii* seguramente no serían todos los que se encuentran presentes en el predio, por lo que se estima que se encontrarían alrededor de 250 individuos de estas plantas realizando un levantamiento representativo dentro del sitio de interés, , cuyo tamaño es considerablemente menor que *C. miqueliana*, por lo que su rescate y reubicación será mucho más sencillo. En la Figura 5.28 observa la distribución de los individuos de *Zamia loddigesii* dentro del predio de interés.

Figura 5.28 Mapa de ubicación de los individuos de *Zamia loddigesii* en el predio de interés.



Orquídeas

La presencia de la orquídea *Oeceoclades maculata* en el sitio de interés, se debe a una invasión que se ha llevado a cabo en la región, pues se trata de una especie nativa de África tropical que ahora se ha vuelto común en todo el neotrópico, principalmente creciendo en vegetación perturbada derivada de selvas húmedas tropicales, por tal motivo se considera indicadora de perturbación.

En el sitio de interés, se trata de una especie muy abundante, y estudios recientes demuestran que donde esta especie abunda, otras especies son muy escasas (Cohen y Ackerman, 2009), es decir, que desplaza a las especies nativas de orquídeas tal y como sucede en el área del proyecto, en donde observamos una abundancia muy alta de esta especie de más de 20,000 individuos en el tipo de interés. Adicionalmente, a la presencia de esta especie, sólo se encontraron dos individuos adicionales de las otras dos especies de orquídeas (*Myrmecophila grandiflora* y *Tanacetum integerrimum*). Debido a que estas especies son de talla pequeña, su rescate y reubicación será de fácil logro.

Esta especie invasora, a pesar de estar considerada dentro del Apéndice II de CITES (porque todas las orquídeas están consideradas en este apéndice), no se debe considerar ya que este documento protege a las poblaciones nativas y locales de orquídeas, por lo que se recomienda que en vez de rescatar a los individuos de esta especie, se eliminen de las áreas de conservación ecológica y de los predios aledaños para asegurar la conservación de las especies de orquídeas nativas presentes dentro del sitio de interés (Cohen, y Ackerman, 2009).

Anfibios y reptiles

México es uno de los países megadiversos del planeta; entre los grupos mejor representados está la herpetofauna, con 373 especies de anfibios y 831 de reptiles (Casas-Andreu, 2010), lo cual lo colocan como uno de los países con mayor diversidad en el mundo. Más de la mitad de los taxones de anfibios y reptiles son endémicas del país, debido principalmente a su gran variedad de ecosistemas, su topografía compleja, donde se conectan elementos con afinidades tanto neárticas como neotropicales (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004; Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006; Morrone y Márquez, 2008).

El Estado de Veracruz está considerado como uno de los más ricos en herpetofauna con 357 especies de anfibios y reptiles, representando el 21% de la herpetofauna nacional (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006).

La base de esta diversidad se centra en la amplia variedad de climas, su variada topografía y orografía, lo cual provoca que en el estado se encuentren la mayoría de los tipos de vegetaciones que ocurren en el país (Morales-Mávila y Suárez-Domínguez, 2010). Posiblemente la cuenca baja del arroyo Coatzacoalcos haya sido una de las regiones de mayor riqueza biológica en el país. Un listado de especies potencialmente presentes en la región sur del estado incluye a 656 especies de vertebrados, de las cuales son: 36 de anfibios y 103 de reptiles (Pelcastre y Flores-Villela, 1992). Para la región Sur de Veracruz se listan 56 especies de anfibios y reptiles (Morales-Mávila y Suárez-Domínguez, 2010).

Trabajo de campo

Se realizaron cuatro recorridos en la zona de estudio con una duración de 11 hs (de las 08:00 a 14:00 horas y de las 18:00 a las 23:00 horas), cubriendo así los diferentes horarios de actividad de los organismos (Casas-Andreu et al. 1991; Jones, 1986). Se empleó la técnica de búsqueda visual con captura manual (Crump y Scott, 1994). Los muestreos fueron aleatorios intentando cubrir los distintos tipos de vegetación, microhábitats (como contrafuertes de los árboles, cortezas de troncos, hojarasca, debajo de las rocas, troncos caídos, raíces, arbustos, palmas, cuerpos de agua, etc.) y grados de perturbación. La captura de los ejemplares fue directa y de acuerdo a las características de cada grupo.

En el caso de los anfibios se utilizó una red para la recolecta de ranas acuáticas o se atraparon directamente con la mano, las lagartijas y serpientes se recolectaron directamente con la mano o con el uso de gancho o pinza herpetológica. Los organismos recolectados se fotografiaron y liberaron sin ser marcados en el mismo sitio de captura, tomándose datos de fecha de captura, hora de encuentro, hábitat y microhábitat asociado, edad relativa (cría, juvenil, adulto) y georreferencia con ayuda de un GPS marca Garmin etrex Venture.

Para conocer si el esfuerzo de muestreo fue adecuado, se usaron las curvas de acumulación de especies (Colwell et al., 1995; Gotelli y Colwell, 2001). Para la predicción de la riqueza de especies de un sitio, considerando la curva de

acumulación conocida, Soberón y Llorente (1993) sugieren tres modelos: el logístico, el exponencial y el de Clench. Estos dos últimos modelos son útiles para describir situaciones en las cuales el área evaluada es pequeña, los taxones son bien conocidos, o los colectores acumulan experiencia, la cual incrementa la plausibilidad de detectar nuevas especies cuanto más tiempo se invierte en el campo. Estas características son las que describen la realidad de nuestro estudio, debido a que conocíamos cual sería el pool de especies de anfibios y reptiles que podían habitar en el área de estudio y además que las áreas estudiadas fueron relativamente pequeñas. En éste caso, el programa que se usó fue el Species accumulation functions.

Para el análisis de los microhábitat utilizados se siguió la propuesta de Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997), Vargas-Santa María y Flores-Villela (2006), clasificándolas de la siguiente manera:

- Fosorial (organismos enterrados o encontrados dentro de troncos enterrados),
- Ripario (organismos registrados en microhábitats que se localizan en las orillas de arroyos),
- Acuático (incluye a los organismos registrados en cuerpos de agua permanentes o temporales),
- Terrestre (organismos registrados en troncos en estado de descomposición, hoyos, hojarasca, debajo de piedras, entre vegetación y otros),
- Arborícolas (todos aquellos organismos que se registren en microhábitats por encima del nivel del suelo como ramas, hojas de árboles, bromelias, etc.) y
- Saxícola (especies que se encuentran habitualmente sobre las rocas, en grietas o paredes rocosas).

Con toda la información recopilada se creó una base de datos y se elaboró un mapa a partir de los registros obtenidos. El listado de las especies fue actualizado tomando como referencia a Frost (2011) para anfibios y para reptiles la propuesta de The Reptile Database (2011) y CONABIO (2009a, 2009b).

Para conocer el estado de conservación de las especies, la información fue comparada con dos documentos que las clasifican de acuerdo a su riesgo de extinción: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) apéndices CITES y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2011).

Se registraron 26 especies de herpetozoos (Anexo 5.10), de las cuales 10 correspondieron a anfibios y 16 a reptiles. Las especies de anfibios se encontraron repartidas en seis familias y siete géneros, mientras que los reptiles pertenecieron a 13 géneros contenidos en nueve familias (Tabla 5.18).

Tabla 5.18 Composición de los anfibios y reptiles del área de estudio

Grupos	Familias	Géneros	Especies	% del Total
Anura	7	8	10	39
Lacertilia	6	8	11	42
Serpentes	2	4	4	15
Testudines	1	1	1	4
Total	15	20	26	100

De las 26 especies registradas, cinco se encuentran incluidas en la categoría de Sujeta a Protección especial (Pr) de la NOM-059- SEMARNAT-2010.

Respecto a la Lista Roja de la IUCN, las 11 especies en la categoría de Preocupación Menor (LC), una aparece como Vulnerables (VU); una con Datos Insuficientes (NT). Sólo la iguana verde (*Iguana iguana*) se encuentra en el apéndice II del CITES (Anexo 5.3). En la Tabla 4.11 se muestra las cinco especies registradas en la Norma, en el apéndice II del CITES y en la Lista Roja de la IUCN.

Las dos especies de iguanas registradas en el área de estudio se encuentran protegidas por la NOM-059- SEMARNAT-2010.

En el Anexo 5.3 se presenta una descripción breve de las especies que se encuentran en algún estatus de protección.

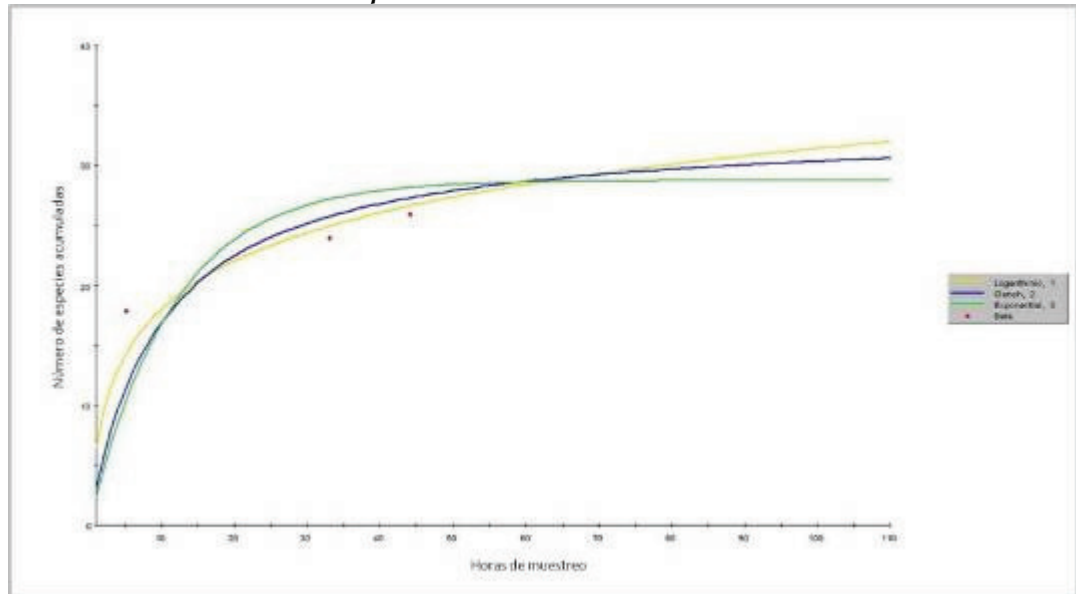
Tabla 5.19 Especies de anfibios amenazadas.

Nombre	Nombre	CITES	IUCN	NOM
Clase Amphibia				
Orden Anura				
Familia				
Craugastoridae				
<i>Craugastor laticeps</i> (Duméril, 1853)	Ranita		Casi amenazado	Pr, No endémica
<i>Craugastor rhodopsis</i> (Cope, 1867)	Ranita		Vulnerable	
Familia				
Microhylidae				
<i>Gastrophryne usta</i> (Cope, 1866)	Sapito		Preocupación menor	Pr, No endémica
Familia				
Iguanidae				
<i>Ctenosaura acanthura</i> (Shaw, 1802)	Garrobo			Pr, endémica
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	Iguana	II		Pr, No endémica
Familia				
Kinosternidae				
<i>Kinosternon leucostomum</i>	Pochitoque			Pr, No endémica

Cabe resaltar que a pesar de que estas especies se encuentren protegidas por la NOM-059- SEMARNAT-2010, el impacto del Proyecto sería bajo, debido a que estas especies presentan una distribución geográfica amplia. Dado que, dichas actividades consideran la remoción total del hábitat de las distintas especies de Reptiles y Anfibios, se propone el rescate y traslado de Reptiles y Anfibios, catalogados con problemas de conservación.

Como se observa en la Gráfica 5.11, los datos obtenidos muestran que la curva de acumulación de especies no alcanzó completamente la asíntota, lo que sugiere que faltó tiempo para registrar todas las especies potenciales en el área, sin embargo, se denota un esfuerzo de muestreo suficiente.

Gráfica 5.11 *Curva de acumulación de especies del área de estudio.*



Aspectos relevantes de los anfibios y reptiles

Por su ubicación geográfica el área de estudio presenta una gran cantidad de ambientes disponibles para la herpetofauna, estudios previos en la región muestran una gran diversidad de anfibios y reptiles (Duellman, 1965; Ramírez-Bautista, 1977; Gutiérrez-Fernández, 2008; Morales-Mávil y Suárez-Domínguez, 2010), ya que el sur del estado de Veracruz es una zona que presenta una temporada de estiaje, lo que aumenta la oportunidad de los herpetozoos para regular su temperatura sobre perchas a diferentes alturas; además de plantas de gran tamaño y cuerpos de agua abundantes, lo que aumenta notoriamente la disponibilidad de microhábitats arborícolas y acuáticos, esto ocasiona que el número de especies que explotan estos hábitats aumente con respecto al hábitat terrestre.

Un factor ecológico de mucha significancia que define la distribución geográfica de las selvas tropicales es la temperatura, que en general oscila entre 20-28°C de temperatura y los 2000-10000 mm de lluvia anuales. Las temperaturas relativamente altas en este tipo de hábitat, provocan la mayor presencia de especies de lagartijas debido a las adaptaciones resultado de la exposición a las

altas temperaturas y baja humedad que ocurren durante el día. La reproducción de los reptiles es principalmente afectada por las condiciones de temperatura y fotoperiodo, se ha observado que la reproducción ovípara les provee ventajas en este tipo de clima. (Porter, 1972; Avery, 1979).

La pérdida gradual de la vegetación natural por actividades industriales-petroleras y agropecuarias han originando la formación de parches en el hábitat y esta fragmentación puede llegar a convertirse en una barrera para la dispersión de las especies de anfibios y reptiles, y que actúan como un filtro selectivo para el movimiento de las especies.

El sitio de estudio presenta una gran riqueza de anfibios y reptiles, no obstante ser un área sometida a fuertes impactos ambientales. En los remanentes o parches de vegetación existente se registraron 26 especies de las cuales la mayoría serían adaptables a áreas perturbadas, como lo es *Sceloporus variabilis* o especies exóticas como el sapo *Rhinella marina*, especies abundantes en sitios con alta influencia humana y que la modificación del hábitat puede tener efectos negativos o positivos (Zug et al., 2001).

Por el efecto de los fragmentos de vegetación, Canseco-Márquez (1996) señala que la presencia de algunas especies de anfibios depende directamente de la humedad del tipo de microhábitat, así como de la vegetación a la que están asociados. La adaptabilidad de ciertos reptiles a diferentes ambientes se debe a la alta impermeabilidad del integumento que permite la exposición directa al sol sin una pérdida excesiva de agua (Zug et al., 2001), tanto que les permite estar en áreas tanto conservadas como perturbadas (*Sceloporus variabilis* y *Ameiva undulata*), y ser abundantes en lugares modificados como caminos y bordes de vegetación.

Es de destacar que, aunque sólo se obtuvo un registro *Bothrops asper*, la cual es una especie venenosa, muy común en la zona, su evidencia se obtuvo por medio de restos de mudada piel. Esta serpiente produce una gran cantidad de crías (8-75) y se le puede encontrar en cualquier tipo de vegetación en donde busca alimento, aunque generalmente está asociada a zonas con humedad relativa alta como a las orillas de los arroyos o cuerpos de agua (Campbell, 1998; Smith y Kerster, 1955; Villareal, 1997). Esta especie es considerada perjudicial ya que ocasionan muerte del ganado (vacuno), además de representar un peligro para el ser humano por envenenamiento de su mordedura.

Aves

De las 1,076 especies de aves que ocurren en México (AOU, 1998; Escalante et. al., 1993; Howell y Webb, 1995), en Veracruz se encuentran alrededor de 700 especies, lo que convierte a este estado, junto con Oaxaca y Chiapas como los estados con mayor diversidad en especies de aves (Montejo-Díaz y McAndrews, 2006). En el estado de Veracruz se reportaron 57 especies endémicas regionales (México y Norte de Centroamérica), que incluyen 31 especies exclusivas de México y cuatro subespecies endémicas (Straub, 2007).

Para determinar la permanencia de las especies se utilizaron los criterios establecidos por Howell & Webb (1995), los cuales son:

(R): Residente, aquella especie que anida y reside dentro de un rango todo el año.
(VI): Visitante de invierno, visitantes de invierno que no se reproducen en el área pero permanecen en ella durante el invierno boreal.
(End): Especies endémicas (especie nativa y restringida a una región geográfica particular).

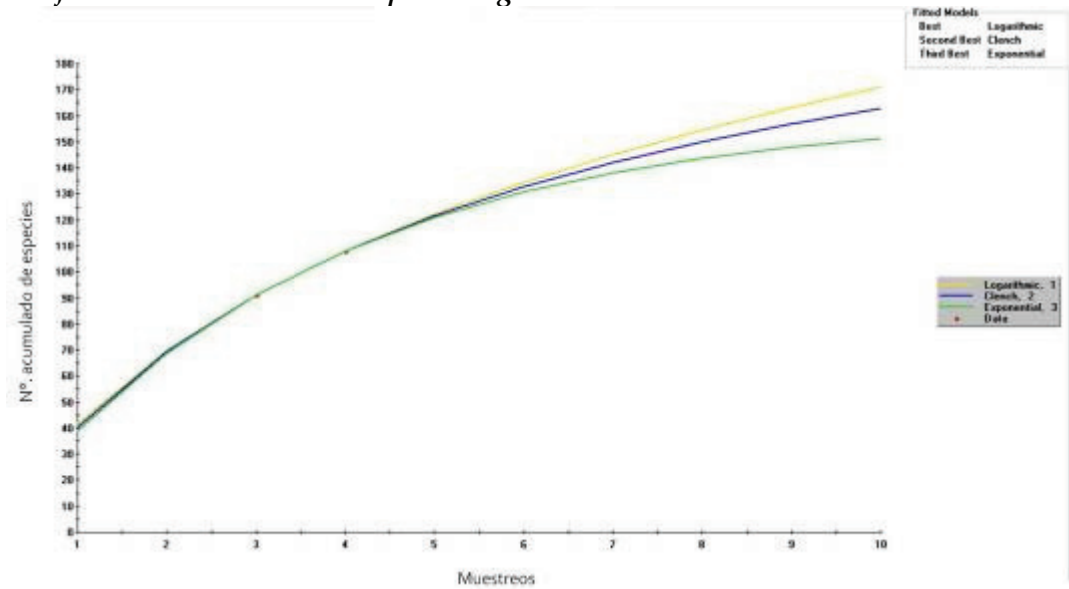
Trabajo de campo

Para el estudio de la avifauna se realizaron transectos a lo largo de brechas, caminos y cubriendo toda el área para efectuar observaciones directas y registros auditivos, los cuales iniciaron desde las 7:00 de la mañana hasta el atardecer y una noche hasta las 10:30 pm. Los registros se efectuaron con la ayuda de binoculares (8X40 Alta resolución Marca Swift Gran Prix Mk I) y las especies fueron determinadas con el uso de guías de campo Howell y Webb (1995), National Geographic (1996) y Van Perlo (2006).

Durante los recorridos realizados los días 6, 7, 8 y 9 de Agosto del 2011 en el área de estudio se registraron un total de 17 nuevos registros que acumulado con las recolecciones de datos realizados anteriormente de Diciembre, Febrero, Julio y Agosto, suman un total de 113 especies de aves para el AI, los cuales se ubican en 92 géneros representando a 16 Órdenes y 34 Familias (Anexo 5.3). Los órdenes con mayor número de especies fueron los Passeriformes (62 especies) y Accipitriformes (9 especies).

De acuerdo a la gráfica de acumulación de especies (Gráfica 5.12) se observa que la curva aún no registra la asíntota, por lo que faltan especies por registrar, sin embargo, se considera que se cuenta con una buena representación de este grupo zoológico, de acuerdo al número de especies reportados en la literatura existente.

Gráfica 5.12 Gráfica de acumulación de especies registradas durante todos los muestreos



En este estudio se registraron 86 especies residentes, 26 especies Visitantes de invierno y una especie transitoria.

Especies amenazadas

Según las categorías de riesgo, 17 especies registradas en el sitio de interés se encuentra en alguna categoría según la NOM-059-SEMARNAT-2010, reportándose tres especies en Peligro de Extinción (P), ocho como Sujetas a Protección Especial (Pr) y seis como Amenazadas (A). De acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), 24 especies se encuentran dentro del Apéndice II y sólo la especie *Amazona oratrix* aparece en el Apéndice I.

Adicionalmente, una especie está considerada como vulnerable, según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), el faisán (*Crax rubra*). El loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) y el chipe de mejilla dorada (*Dendroica chrysoparia*) también aparecen en la Lista de IUCN como especies En Peligro, (Tabla 5.12)) de las cuales su distribución está detallada en el Anexo 5.3.

Tabla 5.20 Especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y la Lista de IUCN.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	CITES	IUCN
GALLIFORMES				
CRACIDAE				
<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca vetula			
<i>Crax rubra</i>	*faisán	A	AIII	Vulnerable
PELECANIFORMES				
ARDEIDAE				

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	CITES	IUCN
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	garza-tigre mexicana	Pr		
ACCIPITRIDAE				
<i>Accipiter striatus</i>	gavilán pecho-rufo	Pr	AII	
<i>Buteo magnirostris</i>	aguililla caminera		AII	
<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	Pr	AII	
FALCONIDAE				
<i>Caracara cheriway</i>	* pájaro rrerré		AII	
<i>Herpetotheres cachimans</i>	* pájaro vaquero		AII	
<i>Falco femoralis</i>	halcón fajado	A	AII	
<i>Falco rufigularis</i>	halcón enano		AII	
PSITTACIDAE				
<i>Aratinga holochlora</i>	perico mexicano	A	AII	
<i>Aratinga nana</i>	perico pecho-sucio	Pr	AII	
<i>Amazona autumnalis</i>	loro cachete amarillo		AII	
<i>Amazona farinosa</i>	* che che	P	AII	
<i>Amazona oratrix</i>	loro cabeza-amarilla	P	AI	En Peligro
STRIGIFORMES				
STRIGIDAE				
<i>Megascops guatemalae</i>	tecolote vermiculado		AII	
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	búho de anteojos	A	AII	
<i>Glaucidium brasilianum</i>	tecolote bajeño		AII	
<i>Pseudoscops clamator</i>	búho cara clara	A	AII	
TROCHILIDAE				
<i>Amazilia candida</i>	colibrí cándido		AII	
<i>Amazilia yucatanensis</i>	colibrí yucateco		AII	
<i>Archilochus colubris</i>	colibrí garganta rubí		AII	
PICIFORMES				
RAMPHASTIDAE				
<i>Pteroglossus torquatus</i>	* pilín	Pr	AII	
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	tucán pico canoa	A	AII	
PICIDAE				
<i>Campephilus guatemalensis</i>	carpintero pico plata	Pr		
VIREONIDAE				
<i>Hylophilus decurtatus</i>	verdillo gris	Pr		
PARULIDAE				

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	CITES	IUCN
<i>Dendroica chrysoparia</i>	Chipe mejilla dorada	P		En Peligro
ICTERIDAE				
<i>Psarocolius montezuma</i>	* zacua	Pr		

Una descripción de las especies encontradas con algún estatus de protección se presenta en el Anexo 5.3.

Aspectos relevantes de la Avifauna

Debido a la fragmentación ecológica que ha causado la gran actividad antrópica y, en particular, las actividades industriales (particularmente el efecto de los grandes complejos petroquímicos en la zona) y las actividades agropecuarias, actualmente la zona de Coatzacoalcos muestra una notoria presencia, pero limitada, de reservorios de biodiversidad en la región. Así se infiere de las observaciones realizadas en algunas zonas recorridas en el área de estudio, principalmente los manchones de selva presentes, funcionan como pequeños reservorios de biodiversidad lo mismo para aves residentes que para aquellas que pasan Coatzacoalcos en su ruta migratoria hacia el sur de México o América. Sin embargo dentro de la región, se tiene considerado la adquisición de un terreno con características naturales similares al sitio de interés como una medida de compensación para asegurar la conservación de estas especies presentes en el área a impactar mediante acciones de rescate y reubicación de fauna.

El registro del “chipe mejilla dorada” (*Dendroica chrysoparia*) resalta en importancia, por ser una especie migratoria proveniente de los Estados Unidos y que visita México en su ruta migratoria hacia el sur de América, en donde su área de distribución se encuentra muy restringida. Esta especie requiere de parches de vegetación en buen estado de conservación los cuales le sirvan de islas para ir avanzando hasta el sitio en donde permanecerá el invierno, por lo que la conservación de la mayoría de estos parches de vegetación es importante, por lo que se debe asegurar dejar áreas de conservación dentro del terreno de Braskem, tal como el proyecto lo tiene considerado realizar.

Por otro lado, la afectación a estas diferentes especies por la obra futura a construcción en este predio puede ser variable. Hablando particularmente de las aves rapaces, en el registro de individuos de aves rapaces como el “halcón fajado” (*Falco femoralis*), la Aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), el “halcón enano” (*Falco rufigularis*) y las aves migratorias que llegan a esta región en invierno como el “gavilán pecho-rufo” (*Accipiter striatus*) y la aguililla aura (*Buteo albonotatus*) existe la posibilidad de que haya una competencia por extensión de territorio, así como por zonas para conseguir presas, refugio y anidación, ya que las especies de aves rapaces requieren de grandes extensiones para un tamaño saludable de sus poblaciones.

Generalmente la densidad poblacional de las especies de aves tiende a ser menor en especies de talla mayor como las Accipitriformes en tanto que la densidad poblacional es mayor en aves de talla menor como los gorriones (Reed &

Helphick, 2001), es por esto que el encontrar varios individuos de aves rapaces en una misma área atrae mucho nuestra atención, además el efecto de aglomeración puede alterar las interacciones intra e inter específicas, competencia y además la predación puede incrementarse resultando en cambios de la fecundidad y el potencial de que las poblaciones puedan colapsar (Karr, 1982).

Del mismo modo se deberá tener especial consideración que en el caso de las aves rapaces nocturnas, a especies como: el “búho de anteojos” (*Pulsatrix perspicillata*) y búho cara clara (*Pseudoscops clamator*) los cuales también requieren grandes extensiones de territorio para sobrevivir, además de ser especies muy sensibles a la perturbación de sus hábitats.

También se registraron especies que requieren de hábitats poco perturbados o prístinos como el “loro cabeza-amarilla” (*Amazona oratrix*) y en general de todo el orden Psittaciformes, la “garza-tigre mexicana” (*Tigrisoma mexicanum*), la tángara sanguinolento (*Ramphocelus sanguinolentus*), el “tucán pico canoa” (*Ramphastos sulfuratus*) y el “faisán” (*Crax rubra*) nos indica que los hábitat estudiados, aunque están rodeados de grandes complejos industriales y aún cuando ya no son bosques prístinos, mantienen características bióticas y abióticas suficientes para sostener a estas poblaciones de aves.

De acuerdo a las funciones ecológicas de las especies, se registraron aquellas que son dispersoras de semillas y removedoras del sustrato tales como la “chachalaca” (*Ortalis vetula*) y el “faisán” (*Crax rubra*), los depredadores secundarios como las garzas *Ardea alba* y *Bubulcus ibis* así como especies de las familias Accipitridae y Falconidae, aves carroñeras como el zopilote común (*Coragyps atratus*) y el “chombo” (*Cathartes aura*), especies granívoras como el “pijije alablanca” (*Dendrocygna autumnalis*), las especies de las familias Picidae, Tyrannidae, Parulidae y Thraupidae como depredadores primarios y especies nectarívoras pertenecientes a la familia Trochilidae.

Cabe mencionar que a pesar que individuos de especies rapaces tales como la “aguililla aura” (*Buteo albonotatus*), el “gavilán pecho-rufo” (*Accipiter striatus*) y el “aguililla caminera” (*Buteo magnirostris*), se registraron en el área de estudio, seguramente los hábitats presentes representan un sitio importante para la búsqueda de alimento o refugio para otras especies de aves.

Las obras a realizarse dentro del terreno de Braskem considerarán en la mayor posibilidad, respetar áreas de conservación dando prioridad a manchones de selva remanentes y enfocándose en los puntos considerados como de estado de conservación medio y bajo, para que en mayor medida estos remanentes de biodiversidad puedan ayudar en mantener la diversidad de aves, y de fauna en general, de esta zona de Coatzacoalcos, ya que no sólo mantiene especies residentes sino que recibe cada año a un número considerable de especies migratorias de invierno y seguramente de verano. Por otro lado, el hecho de que en el área se hayan registrado el número de 14 especies de aves que se encuentran en la NOM-059 - “loro cabeza-amarilla” (*Amazona oratrix*) y el “cheche” (*Amazona farinosa*) - apoya a la política de conservación de un área dentro del terreno de interés, tal como se tiene previsto en el proyecto.

Así mismo y como se ha sugerido en las afectaciones particulares para el camino principal y el tráfico de vehículos pesados así como la modificación a los causes del río Gopalapa y Nanchitlán (Áreas aledañas al predio en este estudio) se llevará a cabo un programa de monitoreo de las especies de interés para poder acumular la mayor parte de información de las especies hacia su adaptación ante las modificaciones que se están efectuando en sus hábitats.

De forma general podemos decir que las aves se desplazarán de lugar a medida que se vaya modificando y perdiendo su hábitat.

En el Anexo 5.3 se habla a detalle sobre las especies encontradas dentro del sitio de interés que muestran algún estatus de protección.

Mamíferos

La fauna de mamíferos de México es reconocida, ya que se encuentra dentro de siete países con mayor diversidad de mamíferos en el mundo (Arita y Ceballos 1997; Cervantes et al., 1994; Ramírez-Pulido et al., 1996) De las 462 especies de mamíferos terrestres que existen en México, 146 son endémicas al país (es decir que no existen en ningún otro país del mundo (Ceballos 2007).

Aunado a ello, si consideramos que la mayor pérdida de la biodiversidad está ocurriendo en países tropicales, en los cuales por lo menos en México se ha documentado la pérdida de 44 especies de vertebrados, incluyendo al menos 12 especies de mamíferos (Ceballos y Oliva 2005). El mayor número de especies se concentra en la zona del sureste y la costa del Pacífico. Veracruz, es uno de los estados más importantes en cuanto a riqueza de especies, ya que ocupa el segundo lugar nacional en cuanto a diversidad de mamíferos (Arita 1993) se estiman 93 especies de mamíferos terrestres y 77 de murciélagos (Arita 1993; Portilla et al., 2005). La región de Nanchital, Ver., en los terrenos circundantes del área de estudio se han registrado 11 especies de mamíferos medianos y grandes (Herrera et al., 2008; Nava y Rosas, 2008).

Las especies de mamíferos que sufren las consecuencias del desarrollo, que es principalmente la fragmentación y pérdida de hábitats y ecosistemas, da por resultado la extinción local de muchas especies y poblaciones (Ceballos y Ehrlich 2002). Como el proceso de la fragmentación es continuo, la dinámica de las especies y la riqueza de las especies es afectada, en muchas variables tales como la competencia con especies exóticas, depredación de especies invasoras, etc. (Barbosa y Marquet 2002; Hanski y Gaggiotti 2004).

Dentro de las estrategias de conservación, que tienen una importante relevancia, es la creación de reservas naturales para minimizar la desaparición de ecosistemas, hábitats, especies y poblaciones, mantenimiento de la estructura y función del ecosistema y los servicios ambientales que estos proporcionan (Daily 1997; Margules y Pressey 2000; Ceballos et al. 2005).

Desafortunadamente, la fragmentación y el aislamiento son problemas que afectan a muchas reservas. Comúnmente el aislamiento de éstas puede estar relacionado con su tamaño y el impacto de las actividades humanas causando una extinción diferencial de especies y cambios en la estructura de poblaciones y

comunidades. Pequeñas reservas o fragmentos tienden a perder grandes y/o especies especializadas (Klein 1989) y las poblaciones fragmentadas muchas veces tienden a cambiar de estructuras continuas a una metapoblación (Ewers y Didham 2006).

Para fines de conservación, la evaluación de la estructura de una comunidad y la dinámica de sus poblaciones en un particular sitio o región es fundamental para determinar estrategias de manejo a largo plazo (Mac Cullugh 1996; Wiegand et al. 2005). Interacciones ecológicas locales y la coexistencia de especies dentro de áreas pequeñas de hábitat uniforme son determinadas por los procesos poblacionales (Schluter y Ricklefs 1993). La competencia y depredación muchas veces tienden a reducir la diversidad eliminando taxa (extinción local) aunque la depredación puede promover la coexistencia con el incremento del número de especies presas en algunas circunstancias (e.g., Schröder y Richter 1999).

La heterogeneidad espacial y temporal (por ej.: estacionalidad) tienen diferentes efectos en las comunidades y en los procesos poblacionales, particularmente en la riqueza de especies y la dinámica poblacional y genética (e.g. Hendrick et al. 1976; Levin 1976; Weins 1976; Stenseth 1980; Brown and Harley 1993; Kelt 1995; Vázquez et al. 2000). Estos factores ambientales son determinantes importantes de la demografía que afecta los atributos poblacionales tales como: estructura de edades, proporción de sexos y tasas reproductivas (Bowers and Smith 1979; Van Horne 1982; Seagle 1985; Morris 1989; Fahrig 2003).

En la región tropical de México, aunque la temporalidad no es tan marcada, existen fenómenos como los huracanes, nortes y otras variables ambientales temporales, que tienen profundos efectos en la disponibilidad de recursos, relacionados con los patrones climáticos. Existen muy pocos estudios que documenten la permanencia de especies de mamíferos en paisajes dominados por las actividades humanas (e.g., Chávez y Ceballos 2009).

La permanencia de las especies dentro de los fragmentos dependerá de factores tales como la matriz regional, la capacidad de las especies para poderse desplazarse dentro de esta matriz de ambientes, naturales y modificados por el hombre (Daily et al 2003); cuanto más modificada esté la matriz, el resultado será una menor composición y diversidad en los fragmentos remanentes. Por lo tanto es relevante llevar a cabo estudios que permitan establecer cuales son los efectos de las actividades humanas sobre la diversidad de mamíferos y de los ecosistemas en general, en ambientes locales y regionales.

Método

Como primer paso para llevar a cabo el muestreo mastofaunístico de la zona, se realizó una revisión bibliográfica basada en Aranda (2000), Villa y Cervantes (2003), Ceballos y Oliva (2005), Herrera et al. (2008), Morales-Mávil y Suárez-Domínguez (2010), con el fin de contar con un listado base de especies de mamíferos con distribución potencial para el área, para tener un marco de referencia y para la determinación de las especies que ocurren en el AI fuera la correcta. Para ello se utilizaron las guías de campo adecuadas, por ejemplo, para

observaciones visuales, rastros y huellas la de Aranda (2000) y Reed (1997); y para murciélagos, la de Medellín et al. (2008).

Para evaluar la presencia y la abundancia de las especies de mamíferos presentes en el área se diseñaron muestreos adecuados, para cada uno de los grupos (terrestres y voladores). A continuación se describen los métodos utilizados.

Murciélagos

Se colocaron 3 redes de nylon de 2 x 12 m durante 2 noches (13 y 14 de agosto de 2011), en un fragmento de Selva mediana relativamente bien conservada, que se encontró un camino que fue adecuado para colocar las redes. Es importante mencionar que el muestreo se realizó en luna llena, lo cual podría afectar las tasas de captura de murciélagos y de otras especies nocturnas (Kotler et al., 2010). Las redes se colocaron una hora antes del ocaso, permanecieron abiertas hasta el amanecer y se revisaron cada media hora. Los murciélagos capturados fueron colocados en sacos de manta e identificados en el campo de acuerdo a Medellín et al. (1997)

Mamíferos terrestres y arborícolas

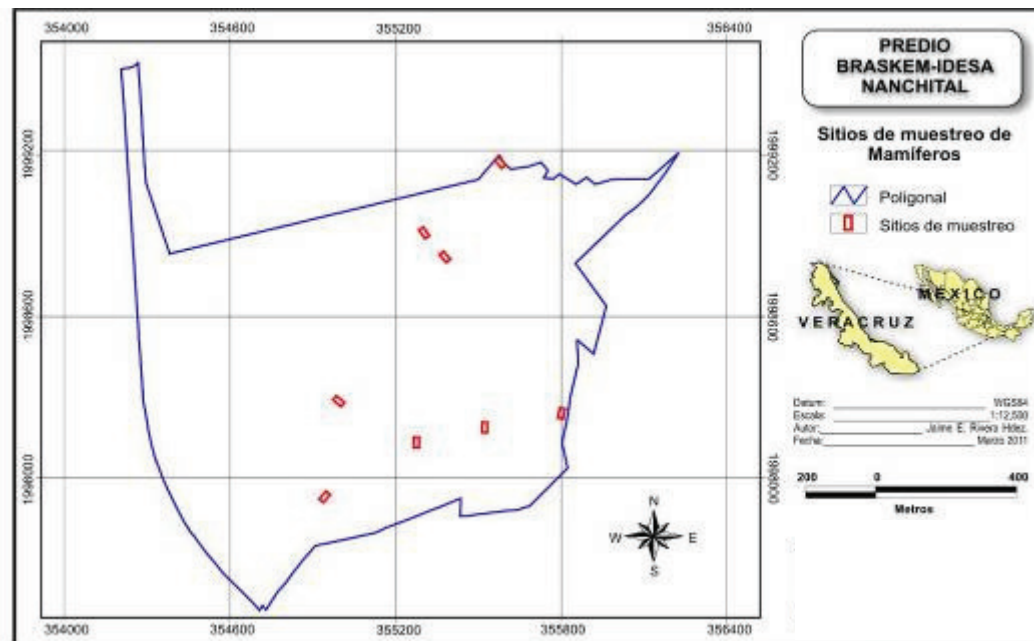
El muestreo se realizó en los dos campañas en el AI, uno de ellos en enero, 2011 y el otro en agosto del mismo año, seleccionándose sitios aleatorios para el muestreo de rastros y evidencias de la actividad de mamíferos.

Para el muestreo de mamíferos de talla mediana y grande se utilizaron censos visuales y búsqueda de huellas y rastros, recorriéndose los principales caminos (uno de 1.5 km y otro de 1 km), durante la mañana 7 a 10 am, durante dos días. En cada registro se anotó su ubicación y se tomó, cuando fue posible, una fotografía de referencia.

Para el muestreo de mamíferos pequeños se utilizaron trampas “Sherman” cebadas con una mezcla de avena y vainilla, colocadas en cuadrantes de 20 trampas cada uno, las cuales estaban separadas entre si en promedio 10 m, por lo que se cubrió un área de 120m² por cada cuadrante. La separación entre cada cuadrante fue de por lo menos 100 m.

Los 8 cuadrantes que se instalaron, fueron distribuidos en los tipos de vegetación más representativos del área de estudio y se seleccionaron en base a la accesibilidad al sitio de muestreo dentro de cada tipo de vegetación, procurando que fueran accesibles y que se pudieran colocar las trampas (Figura 5.29). El esfuerzo total fue de 320 noches/trampa.

Figura 5.29 *Distribución de los cuadrantes de muestreo para roedores y de redes para murciélagos*



Los organismos capturados en estas trampas fueron removidos, medidos y determinados con base a sus características morfológicas tomando en cuenta las claves de Hall (1981) y Ceballos y Oliva (2005).

Adicionalmente se realizaron entrevistas informales con los guardas y pobladores locales, para evaluar el grado de conocimiento sobre la fauna local y para determinar que otras especies han sido observadas en el área y que, por diversas causas no pudieran, ser registradas en base a los muestreos.

Aspectos relevantes de los mamíferos

Se registraron 19 especies de mamíferos en las 8 estaciones de muestreo, aunque la mayor parte de las especies registradas son tolerantes a la perturbación (Anexo 5.3). De hecho, 10 especies son generalistas de hábitat, esto indica que se pueden encontrar en una gran cantidad de ambientes diferentes.

Las especies que son especialistas de hábitat requieren de ciertas características específicas del hábitat para que se encuentren presentes, tal es el caso de la nutria, que está asociada a arroyos con una calidad de agua buena. También algunas especies como los Roedores *Oligorizomys* sp. y *Sigmondon* sp. fueron colectados en pastizales, por lo que la conversión de la selva a estas comunidades vegetales podría haber beneficiado a estas especies (Zarza, 2001).

La especie de *Dasyprocta mexicana* podría estar presente en el AI, sin embargo, no se encontraron rastros de su existencia dentro del sitio de interés.

Se identificaron tres especies de murciélagos (*Glossophaga soricina*, *Carollia brevicauda* y *Artibeus lituratus*), las cuales son especies tolerantes a la perturbación, además de ser especies frugívoras generalistas (Fenton et al 1992).

Asimismo se registraron dos especies de roedores (*Oligoryzomys fulvencens* y *Sigmodon hispidus*) colectadas con trampas Sherman, las que también son especies tolerantes a la perturbación.

Las especies registradas en el área de estudio (19 especies) es algo mayor a las registradas por Herrera et al. (2008) de 14 especies de mamíferos para el Parque Ecológico Jaguaroundi, localizado en el Mpio. de Coatzacoalcos, Veracruz. Este parque consta de 961 hectáreas más 57 hectáreas de cuerpos de agua y un poco inferior a las 32 especies registradas por Ceballos y List (2008) en el mismo parque.

Estas diferencias podrían deberse a los esfuerzos de muestreo, ya que han sido diferentes entre los tres estudios, a la temporalidad, y a una relación de biogeografía de islas, en las cuales los manchones de vegetación más grandes podrían mantener una mayor cantidad de especies (Daily et al., 2003).

Adicionalmente, existen algunos grupos que requieren un mayor esfuerzo de muestreo. Debido al esfuerzo de muestreo aplicado y a la baja diversidad de especies, por cada tipo de muestreo, es muy difícil aplicar curvas de acumulación de especies. Cabe resaltar que no se registraron especies endémicas.

Dos especies se encuentran en la NOM-O59-SEMARNAT-2001 y en el CITES catalogadas como Amenazada (A) (*Puma jagouaroundi* y *Lontra longicaudis*), y una especie mas esta en el apéndice de CITES (*Nasua narica*), dos especies están en preocupación menor (LC) (*Puma yagouaroundi* y *Nasua narica*).

Tabla 5.21 *Especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y la Lista de IUCN.*

Especie	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
FAMILIA FELIDAE				
SUBFAMILIA FELIANE				
<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguaroundi	A	I	Preocupación Menor
FAMILIA MUSTELIDAE				
SUBFAMILIA LUTRINAE				
<i>Lontra longicaudis</i>	nutria de río o Perro de agua	A	IV	Datos insuficientes
FAMILIA PROCYONIDAE				
SUBFAMILIA PROCYONINAE				
<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón tropical		III*	Preocupación Menor

Importancia del hábitat

Los hábitats evaluados presentan una baja riqueza debido principalmente a que se trata de fragmentos de vegetación y con diferentes estados de perturbación; esto permitiría inferir que los hábitats relevados serían frágiles y más sensibles a la presencia y actividades humanas.

Conectividad del hábitat

El hábitat, presente en el área de estudio presenta diferentes grados de perturbación, y con ello potencialmente presentaría una diversidad de especies de mamíferos también variable. Además, nuestros registros y el esfuerzo realizado sólo nos permiten indicar que para la mayoría de las especies presentes, este es un hábitat que está siendo utilizado espacio-temporalmente, de manera gradual, para algunas especies como los murciélagos y algunos carnívoros, que pueden utilizarlos como sitios de alimentación, por lo que aquellos ambientes con mejor estado de conservación y con características que les permitan interconectarse con otros parches de vegetación con la misma calidad de hábitat, podrían ser adecuados para la conservación de estas especies.

c) Biodiversidad acuática en los arroyos ubicados en el área de estudio.

En el área de estudio se encuentran dos arroyos; uno en una fracción del extremo nororiente, siendo parte de uno de los límites del AI, que se conoce como arroyo “Gopalapa” y otro al surponiente, fuera del límite del predio, el arroyo “Nanchital” (Figura 5.30).

Figura 5.30 *Ubicación del arroyo “Gopalapa” y del arroyo “Nanchital”. Los tramos recorridos están marcados con una línea amarilla.*



Caracterización de la fauna en los arroyos del área de estudio

Los arroyos son áreas de gran importancia para la conservación debido a que presentan una alta diversidad de especies de plantas y animales (Stevens *et al.*, 1977; Brinson *et al.* 1981; Cross, 1985). Los corredores tipo arroyo se conectan con otros ecosistemas, lo cual podría facilitar el intercambio ecológico y genético.

La vegetación que bordea los arroyos brinda conectividad entre remanentes de manchones conservados y permite el movimiento de la fauna de un fragmento a otro (Watson *et al.*, 1991). En el área de estudio se observó una gran abundancia de iguanas verde (*Iguana iguana*), teterete (*Basiliscus vittatus*), la rana de río (*Lithobates vaillanti*), la tortuga pochitoque (*Kinosternon leucostomum*) y, con menor abundancia, la iguana negra o garrobo (*Ctenosaura acanthura*).

Arroyo “Gopalapa”

Características generales

En el extremo nor-oriental del predio del Proyecto, se encuentra lo que se conoce como arroyo “Gopalapa”, que es uno de los límites del polígono donde se instalará la planta de Braskem-Idesa. Para conocer las características abióticas y bióticas de este arroyo se recorrió el tramo que limita el predio en alrededor de 200 m; además se recorrieron fuera de los límites del predio, 100 m hacia el poniente y 100 m hacia el norte del predio; lo que da un total de 400 m de longitud evaluados.

Se observó que es un cauce de entre 2.5 y 4 m de ancho y una profundidad actual (agosto del 2011) de entre 0.3 y 0.5 m. Se detectaron coloración y marcas en la tierra de las paredes y riberas de ambos márgenes que indicarían que la máxima profundidad alcanzada recientemente fue de alrededor de 3 m por encima de la profundidad actual observada.

Es de destacar que en este arroyo se planifica descargar el agua tratada de la planta de etileno.

Fotografía 5.17 Vista del arroyo “Gopalapa”



La vegetación que se encontró en los márgenes del cauce fue de dos tipos: en el lado norte, que corresponde a un predio fuera del AI, la vegetación es prácticamente en un 100% un pastizal con escasos elementos arbóreos y de carácter secundario, con especies como: *Cecropia obtusifolia* y *Guazuma ulmifolia*.

En el lado sur, dentro del predio del Proyecto de Braskem-Idesa, la vegetación es una combinación por tramos: partiendo desde el extremo poniente del tramo estudiado con selva mediana subperennifolia (o acahual), con árboles secundarios como *Cecropia obtusifolia* que llegan a los 15 m de altura y con varios elementos de la especie de palma *Attalea liebmannii* de entre 10 y 15 m de altura. Es importante mencionar que fuera del margen mencionado del lado del predio, y que tiene una anchura de entre 10 y 15 m, la vegetación dominante es un pastizal abandonado, ya que anteriormente el predio se dedicaba a la ganadería. En resumen, la vegetación que se encuentra en ambas márgenes del arroyo es prácticamente en un 100% de tipo secundario.

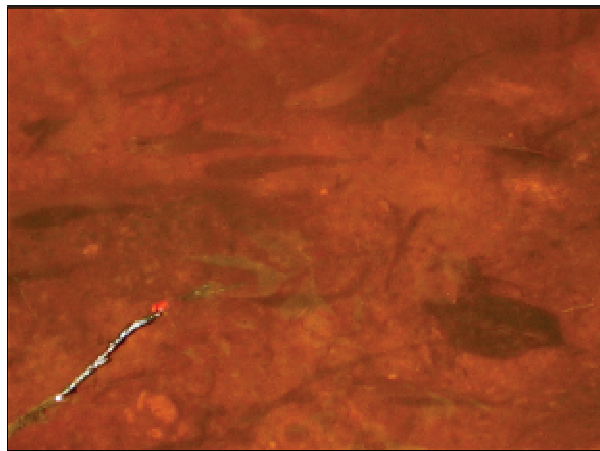
Vegetación, flora y fauna

En este cauce se localizó una población de peces, los cuales fueron colectados y enviados para su determinación al Instituto Politécnico Nacional, los cuales fueron depositados en la Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas Mexicanos de la misma institución con el número de catálogo ENCB-IPN-P6273, correspondiendo los peces a individuos juveniles de *Gobiomorus Dormitor Lacepède*.

En cuanto a su distribución, es habitante nativo de la vertiente del Atlántico, desde el sur de los Estados Unidos (Sur de Florida y Texas), hasta el este de Brasil, cruzando por Centroamérica y el Caribe (Froese y Pauly, 2011). De acuerdo con esta información, se trata de una especie ampliamente distribuida en cuerpos de aguas dulces tropicales y subtropicales de Norte y Centroamérica y del Caribe.

Esta especie no se encuentra protegida según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), ni en la Lista Roja de la UICN.

Fotografía 5.18 .- Peces observados en el arroyo “Gopalapa”(Gobiomorus Dormitor Lacepède)



Esta presencia muestra que la contaminación del agua no es severa y este grupo de peces puede ser un indicador para dar seguimiento al estado de conservación de este cuerpo de agua.

A lo largo del arroyo Gopalapa se registraron las siguientes especies de aves: *Euphonia affinis*, *Dryocopus lineatus*, *Psarocolius montezuma*, *Campylorhynchus zonatus*, *Myiopagis viridicata* y *Oncostoma cinereigulare*.

Otras aves que se han reportado como ocupantes de los bosques de galería o hábitat ribereño son también las palomas *Patagioenas flavirostris*, el cuclillo canela *Piaya cayana*, los tecolotitos *Glaucidium brasilianum*, los momotos *Momotus momota* y los tucanes *Ramphastos sulphuratus* y *Pteroglossus torquatus*, especialmente cuando en las riberas existen grandes árboles con frutos como los ciruelos del género *Spondias*.

También habitarían este sector las garzas, tales como *Ardea alba*, *Bubulcus ibis* y *Egretta caerulea*, entre otras, así como otras aves como las pertenecientes a la familia de los mosqueros: *Empidonax affinis*, *Empidonax alnorum* y otros de este género que son migratorios y que arriban en invierno al área y otros mosqueros de hábitos migratorios y frugívoros como *Euphonia affinis*, *Ramphastos sulphuratus* y *Pteroglossus torquatus*.

Se encontraron algunas huellas de vertebrados terrestres “tlacuache cuatro ojos” (*Philander opossum*), que indican que este arroyo es visitado por mamíferos medianos a pequeños.

Arroyo Nanchital

Características generales

En el extremo sur-poniente del predio del Proyecto, aunque fuera de éste, se encuentra un tramo del arroyo “Nanchital” junto al cual se encuentra un poblado llamado “Pollo de oro” que descarga sus aguas residuales directamente al cauce.

El camino que conecta la carretera a Villahermosa con los accesos a diferentes instalaciones industriales pasa por encima de este arroyo, por lo cual se construyó una alcantarilla para no impedir el flujo de dicho arroyo. Para conocer las características de este arroyo se recorrieron aproximadamente 500 m lineales y se observaron la vegetación y demás características.

El arroyo Nanchital, en el tramo evaluado, presenta un cauce de entre 3 y 5 m de ancho y una profundidad actual (agosto del 2011) de entre 40 cm y 1.5 m; se detectaron coloración y marcas en la tierra de las paredes y riberas de ambos márgenes que indican que su máxima profundidad alcanzada recientemente habría elevado su altura alrededor de 1-2 m por encima de la profundidad actual observada.

Adicionalmente se observó la descarga de aguas negras sin tratamiento del poblado “Pollo de Oro”, por lo que el cauce se encuentra muy contaminado a partir de este punto. Es importante mencionar, que antes de este punto posee un color café amarillento que pareciera no ser natural.

Fotografía 5.19 Vista de Arroyo “Nanchital”



Vegetación, flora y fauna

En las márgenes de este arroyo se encontró vegetación secundaria en su mayoría, tanto manchones pequeños de selvas perturbadas como pastizales inducidos. Las especies dominantes fueron las propias de la vegetación secundaria (*Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus appendiculatus*, etc.), con algunos elementos remanentes de

la selva y de la vegetación de galería, tal como *Inga* sp. En general, el estado de conservación de la vegetación parecería bajo.

En cuanto a los mamíferos grandes o medianos, sólo se encontró el rastro viejo de una excreta, pero por lo deteriorado del rastro no pudo ser reconocido, sin embargo, no se encontraron huellas frescas o excretas frescas que puedan indicar la presencia de este grupo de fauna a lo largo del cauce, y tampoco se observó la presencia de peces en su cauce.

El arroyo "Nanchital" está bordeado en la mayor parte del tramo recorrido, por vegetación de acahual perturbado y vegetación secundaria y pastizal, en esos tipos de vegetación se observaron aves como mosqueros como *Pitangus sulphuratus*, *Miozetetes similis*, las peas *Psilorhinus morio*, el carpintero *Melanerpes aurifrons* y el mirlo *Turdus grayi*, que son tolerantes a la perturbación, y otras aves menos tolerantes a la misma que utilizan este tipo de vegetación como corredores biológicos que son los chipes migratorios como: *Dendroica coronata*, *Mniotilta varia*, *Dendroica petechia*, *Dendroica magnolia*, *Setophaga ruticilla*.

Conclusiones y consideraciones generales

Después de estudiar exhaustivamente la vegetación, la flora y la fauna del predio del proyecto de Braskem, así como recorrer y caracterizar las áreas aledañas al predio, donde también pudiera haber una afectación indirecta por el proyecto, se llegó a dos conclusiones generales:

El sitio de interés a ocupar por el proyecto, así como las áreas aledañas están perturbados desde hace décadas.

A pesar de lo mencionado anteriormente, debido a la riqueza biológica de la región en la que se encuentra dicho sitio, se presentan algunos ejemplares de especies raras o protegidas, que por su relativamente baja densidad en la que se encuentran presentes en el sitio de interés, es completamente manejable su rescate y reubicación. En este caso están las ampliamente descritas cícadras y orquídeas, que mediante un programa de trasplante pueden ser reubicadas. Para el caso de las dos especies de mamíferos protegidos, pueden ser capturados -si es que se encuentran aun dentro del sitio de interés- para su posterior reubicación. Para el caso de las aves, solas se moverán hacia lugares donde no sean perturbadas, sin embargo se realizará un esfuerzo por ayudar en la anidación y en las perchas. Todo esto será detallado en un Programa de Conservación de la Biodiversidad desarrollado previo al inicio de la etapa de preparación del sitio. Ese Programa será compatible con los lineamientos del "Business and Biodiversity Offsets Programme -BBOP", tal como se resume a continuación:

Rescate de ejemplares de especies nativas

Definir parte del predio del proyecto para zona de reserva o de conservación y constará de 3 polígonos que suman 30 ha y hacia donde serán rescatados los ejemplares de especies tanto de flora como de fauna nativas.

Para el caso de los ejemplares de flora el procedimiento será trasplantar todos y cada uno de las plantas de especies protegidas, como las de las cícadras que ya fueron buscados y contaron directamente para obtener un total de 201 que se marcaron y ubicaron por medio de un GPS.

Para los vertebrados terrestres, particularmente mamíferos y anfibios y reptiles las capturas se realizarán con los métodos apropiados: 1) trampas para los mamíferos pequeños y medianos y 2) captura directa para los anfibios y reptiles.

Según las cantidades totales que se encuentren y capturen tanto de ejemplares de flora como de fauna, se distribuirán en los mencionados polígonos ya definidos para conservación y de no existir en ellos los recursos suficientes de espacio o las condiciones adecuadas para la sobrevivencia, se recurrirá a otras áreas para completar la reubicación.

Como prevención a esto se pensó en el Parque Ecológico "Jaguaroundi" propiedad de PEMEX Petroquímica y administrado por el Instituto de Biología de la UNAM desde octubre del 2009 mediante un convenio de colaboración. Este parque se encuentra ubicado al norte del predio del proyecto en la misma región

a aproximadamente 4 km en línea recta desde el área destinada a la construcción de la planta de etileno.

El pasado miércoles 10 de agosto de 2011, se tuvo una reunión en el Parque Ecológico “Jaguaroundi” con el Director de dicha reserva, el biólogo Víctor Peña Ramírez, para exponerle a este último si se tienen las condiciones y disponibilidad para recibir ejemplares de flora y fauna de reubicación. La respuesta fue afirmativa e inclusive el biólogo Peña ofreció de ser requerido ellos donarían ejemplares de especies nativas de la selva alta perennifolia que se propaga en los viveros de dicho Parque Ecológico.

Por lo que, a través de Jaguaroundi, se tiene contemplado llevar a cabo actividades de trasplante y reubicación de flora, así como de rescate y reubicación de fauna silvestre. El personal y materiales para hacer la reubicación de dichas especies serán proporcionados por la empresa de Braskem Idesa, sin embargo se contará también con personal de Jaguaroundi que actuarán como guías, quienes van a definir los puntos de liberación de fauna y replante dentro del Parque Ecológico Jaguaroundi. Se tendrá acceso continuo a los puntos de trasplante para monitorear y asegurar mantener los individuos de flora transplantados en las mejores condiciones.

Se tendrán otras formas de colaboración con el parque natural, como la obtención de germoplasma y material vegetal por parte de ellos, para posteriormente ser trasplantado dentro de las zonas de conservación destinadas en el terreno que ocupará el proyecto Etileno XXI y la donación de germoplasma por parte del Proyecto al Parque Ecológico Jaguaroundi.

Con lo anterior se asegura el rescate de los ejemplares de especies protegidas nativas que se encuentren en el área de desplante de la obra, lo cual se tiene planificado llevar a cabo entre otras acciones de conservación de la biodiversidad. También se podrán realizar futuras colaboraciones con el personal del Parque Ecológico “Jaguaroundi”.

Asimismo es importante mencionar que del mismo modo que con el biólogo jefe del Parque Ecológico “Jaguaroundi”, se ha mantenido comunicación desde el mes de junio del 2011 con académicos del Instituto de Ecología A.C. (INECOL) de Xalapa, buscando su apoyo o colaboración tanto con actividades de restauración (Dr. Javier Laborde) como de identificación de especies protegidas, particularmente las de la familia Zamiaceae (Dr. Andrew Vovides).

Como en el caso del parque ecológico, solamente falta formalizar la colaboración entre las instituciones, lo cual se espera concluir hasta inicio del año 2012..

En cuanto a la especie listada como En Peligro Crítico de acuerdo a la Lista Roja del UICN *Ceratozamia Miqueliana*:

Como resultado de los resultados obtenidos después de las campañas exhaustivas de monitoreo realizadas tanto en el sitio de interés como en el Área de Influencia Ambiental del proyecto, y tomando como referencia la Norma de Desempeño No. 6 de la CFI sobre Conservación de la Biodiversidad y el Manejo Sostenible de Recursos Naturales y la Nota de Orientación G17 sobre esta norma

de desempeño, se puede concluir diciendo que el sitio de interés a ocupar por el proyecto está clasificado como un Hábitat Crítico para la *Ceratozamia Miqueliana*, tomando en cuenta el criterio referente dentro de dicha norma de desempeño donde se indica considerar sitios donde "la presencia de especies de las cuales se conoce que están en extremo peligro o riesgo de extinción". Es sabido que la *Ceratozamia miquelania* está bajo el siguiente grado de protección: En peligro crítico (CR).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que de acuerdo con los incisos G19 y G20 de la Nota de Orientación de dicha norma de desempeño, que establecen que un proyecto puede llevarse a cabo dentro de una zona clasificada como Hábitat crítico sólo si es posible demostrar que no se tendrá un impacto adverso cuantificable sobre la capacidad del hábitat crítico y que no deben reducirse las poblaciones de ninguna especie reconocida como en peligro o en riesgo crítico (según la Lista Roja de la UICN y cualquier lista nacional), a continuación se presentan argumentos y acciones que aseguran el cumplimiento con las condicionantes establecidas por la CFI para este tipo de Hábitats:

- Según las observaciones de campo, la especie *Ceratozamia miquelania* se encuentra bien representada en el Parque Ecológico Jaguarundi, tal y como lo mostró la campaña de monitoreo realizado en este parque ecológico, habiendo más de 1,000 individuos de dicha especie, de diferentes edades y aun contando con algunos individuos en estado reproductivo.
- Dentro del sitio de interés, BI dejará sin alteración alguna un área total de conservación de 30 has dentro del predio, dentro de dicha área, según la campaña de monitoreo en esta zona, se sabe con certeza que existen 80 individuos de dicha especie. Aunado a la conservación de dicha área, se llevarán a cabo acciones de mantenimiento, conservación, y monitoreo permanente, a cargo de personal de BI.
- Se tiene contemplado la implementación del Programa de reubicación y trasplante del 100% de 1 número de individuos identificados en el levantamiento realizado en el sitio, donde se serán consideradas las mejores prácticas de trasplante para incrementar el porcentaje de sobrevivencia de la especie de interés, las cuales serán trasplantadas tanto dentro de la misma área de conservación ubicada dentro del sitio de interés (30 Has) así como dentro del Parque Ecológico Jaguarundi. Estas acciones se llevarán a cabo mediante la asistencia del Instituto de Ecología y personal del Parque Ecológico Jaguarundi.
- Adicionalmente, se establecerán 100 ha adicionales para compensar por la pérdida de hábitat en el área del proyecto en la cual se enfatizará el desarrollo y establecimiento de la *Ceratozamia Miqueliana* como también de las otras especies identificadas en el área.
- Para hacer seguimiento de los resultados, se establecerá la línea base de las condiciones de las 100 ha a compensar y se establecerán los indicadores de monitoreo y seguimiento (incluyendo el porcentaje de supervivencia de los individuos trasplantados) que posibiliten evaluar la efectividad del programa implementado.
- Por último, se implementará el continuo seguimiento y monitoreo tanto en el área de conservación del sitio de interés como en el Parque Ecológico Jaguarundi.

Partiendo de que el concepto de paisaje¹ se encuentra estrechamente vinculado con la estética del medio, con relación a la calidad visual y a los probables impactos visuales que cualquier proyecto pudiese generar en su entorno inmediato (Canter, 1999), conocer el estado inicial de este atributo permite evaluar con mayor precisión los posibles impactos que el *Proyecto* que pueden afectarlo.

Dado lo anterior, se realizó el análisis de los atributos paisajísticos característicos en el Área de Influencia (AI) del *Proyecto* a partir de las siguientes unidades paisajísticas (UP)²:

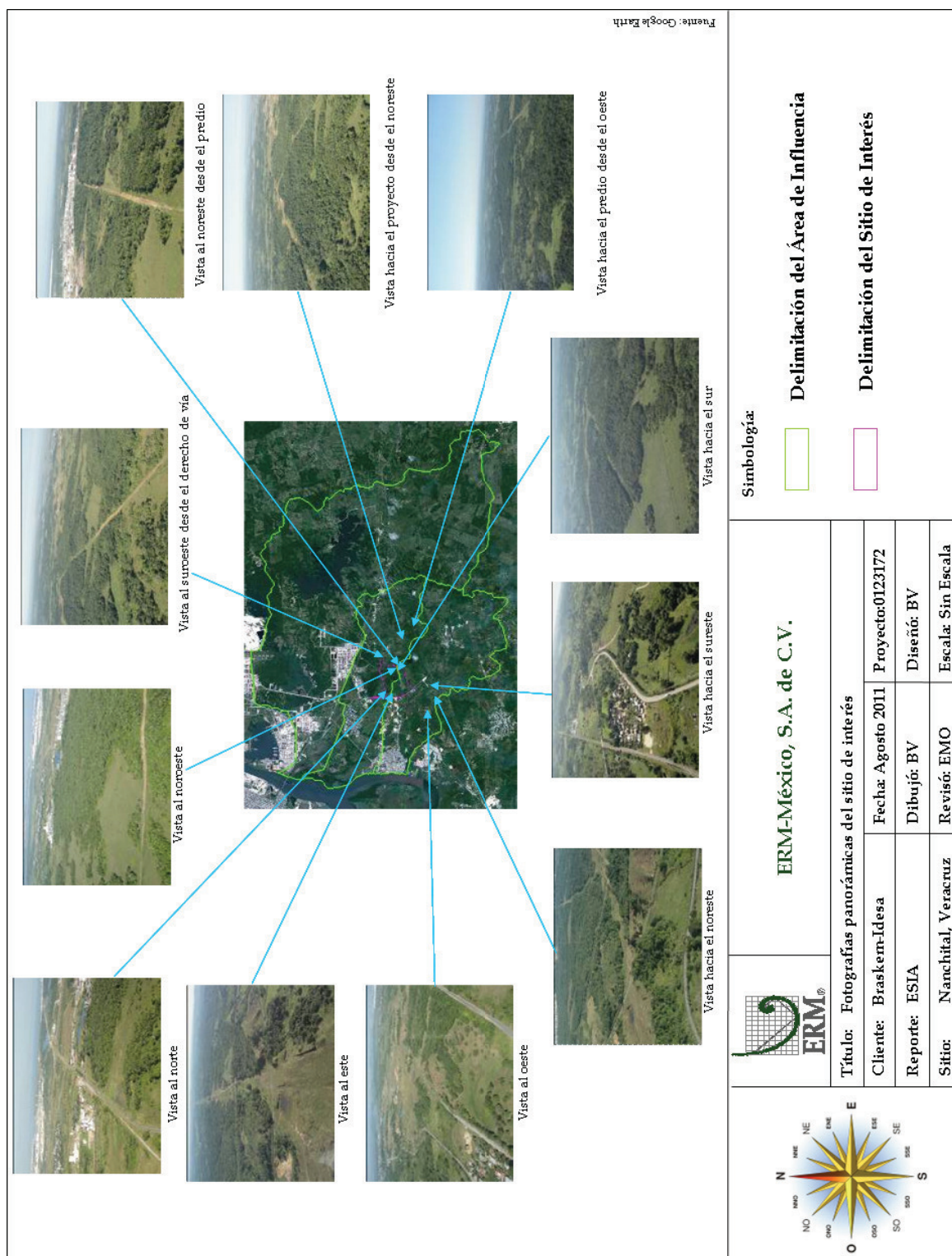
- Zonas urbanas;
- Zonas rurales;
- Zonas industriales;
- Cuerpos de agua permanentes (ríos, lagunas, zonas costeras);
- Cuerpos de agua intermitentes (arroyos);
- Elevaciones (lomeríos);
- Palmar;
- Pastizal;
- Selva mediana; y
- Vegetación secundaria.

En la Figura 5.29, se presentan fotografías panorámicas del área del proyecto.

¹ “Paisaje” refiere una extensión del escenario natural visto por un ojo de una sola vista, o la suma total de las características que distinguen una determinada área de la superficie de la tierra de otras áreas. Estas características son el resultado no sólo de los agentes naturales sino también de la ocupación del hombre y del uso del suelo (Canter, 1999).

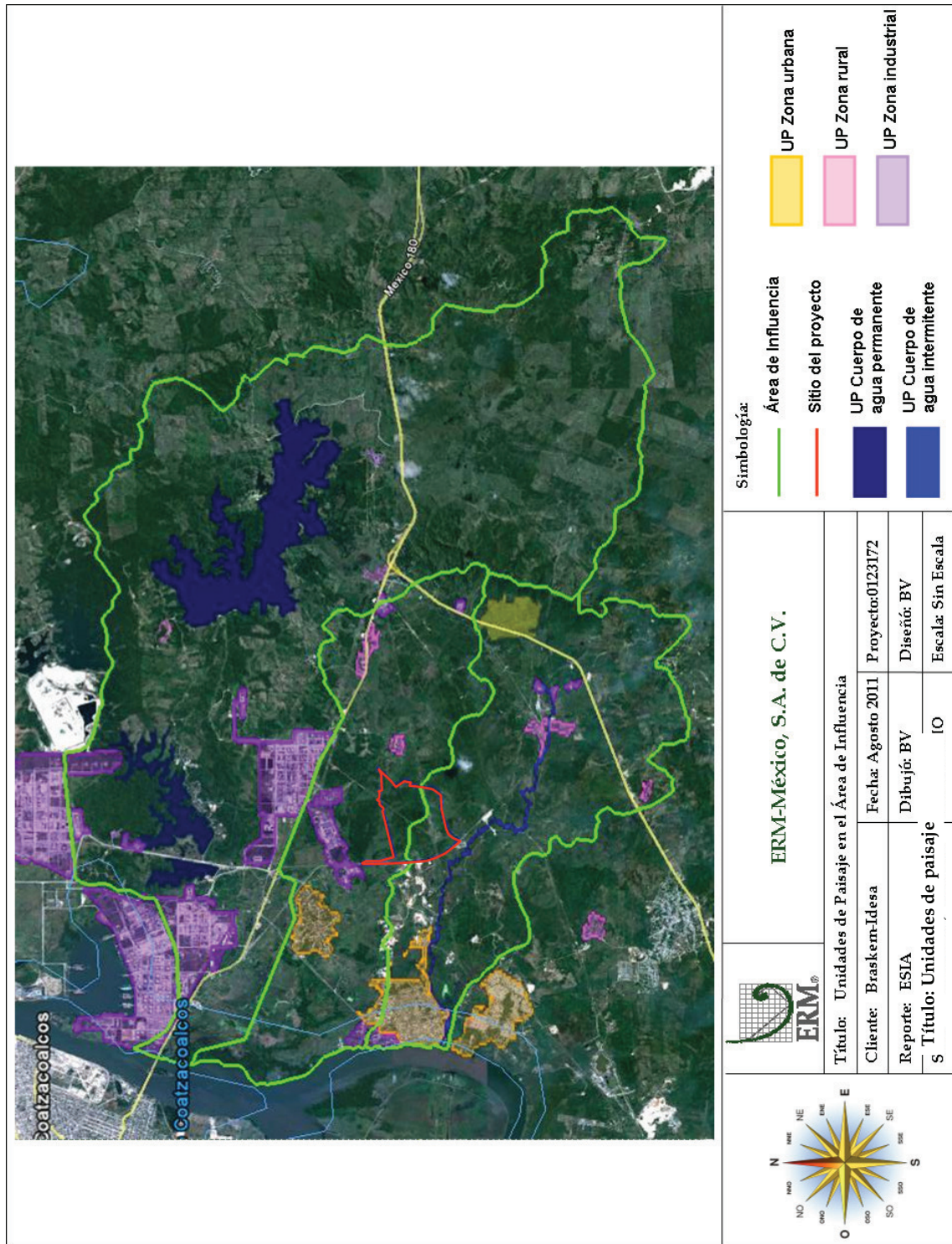
² Son áreas ecogeográficas, con cierto grado de homogeneidad biofísica.

Figura 5.29 Fotografías del área de estudio



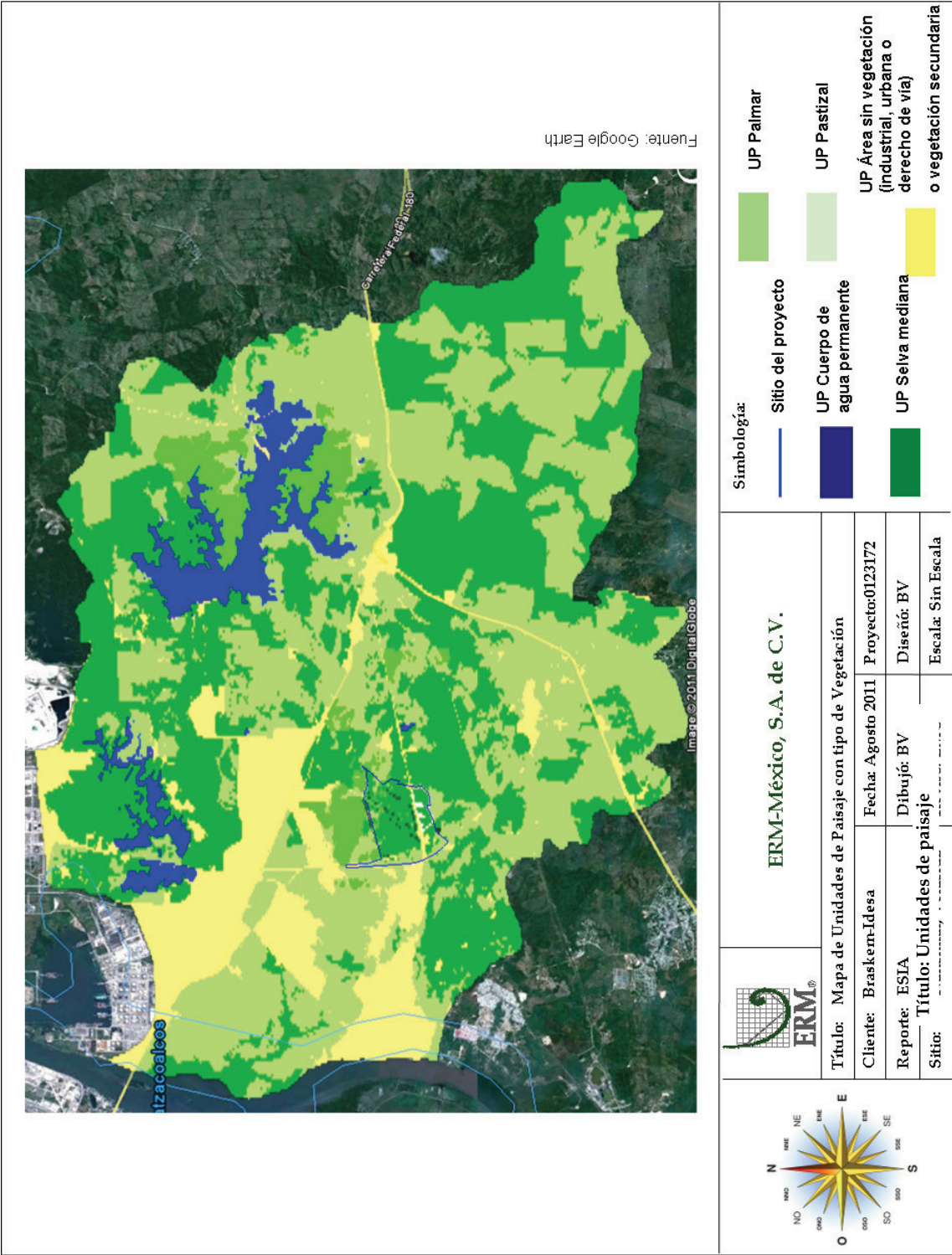
La localización de cada UP dentro del AI se presenta en la Figura 5.30.

Figura 5.30 Unidades de Paisaje en el Área de Influencia



En Figura 5.31 se presentan las Unidades de Paisaje identificando la distribución de la vegetación y otros elementos naturales y antropogénicos dentro del AI.

Figura 5.31 Unidades de Paisaje identificando el tipo de vegetación



Posteriormente se evaluaron cada una de las unidades paisajísticas encontradas en el AI de acuerdo con las siguientes variables:

Calidad visual (CV)	Valoración estética y ecológica del grado de alteración de una zona, así como la importancia o valor visual de la misma.
Fragilidad visual (FV)	Susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a variables en los gradientes de: topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional a esta variable se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo.
Visibilidad (V)	Es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales ³ , los núcleos urbanos y está en función de la distancia.

Fuente: Montoya et al. 2002; Turner et al., 1991; Martínez, 2003.

A partir de las variables antes referidas, se determinó la **Calidad Visual Vulnerable (CVV)**⁴, considerada específicamente como el indicador integral de la sensibilidad del paisaje a los cambios producidos por la ejecución del Proyecto (Carabelli, 2002).

a) *Evaluación de la calidad visual del paisaje*

Esta evaluación se realizó asignándole a cada unidad paisajística identificada en el AI una categoría en función de su calidad visual. Esta valoración incluyó criterios ecológicos y estéticos de acuerdo con las siguientes características:

Valor ecológico

- Tipo de vegetación presente. Se tomó en cuenta el estado de preservación de la vegetación existente dentro del AI, de acuerdo con los resultados presentados en el numeral 5.3.1 (Vegetación Terrestre) del capítulo 5.3 y las observaciones realizadas en campo.
- Estado de conservación de la vegetación presente. Se calificó tomando como base la existencia de superficies aún cubiertas de vegetación nativa y las observaciones realizadas en campo.
- Fragmentación del paisaje. Se valoró en función de las obras e instalaciones previas al Proyecto, que han ocasionado la fragmentación del paisaje original, tal es el caso de carreteras y caminos comunales. Así como la presencia de cultivos agrícolas en el área de estudio.

Valor estético

- Superficies antropizadas. Considera las zonas que han sufrido cambios derivados de actividades humanas, tal es el caso de áreas agrícolas, zonas taladas y zonas urbanas.
- Preferencias estéticas. Es importante mencionar que este criterio depende principalmente de variables culturales, por lo que se tomaron referencias de diversos autores sobre

³ Es la zona susceptible de observación, a partir de puntos de acceso o permanencia como carreteras o centros urbanos con límites radiales de 4 km (Martínez, 2003). Además en esta sección se consideran también los caminos rurales existentes y las áreas recreativas y laborales que se localizan en el campo.

⁴ Indicador integral de la sensibilidad al deterioro del paisaje en un área, producido por actividades humanas.

preferencias paisajísticas de la población (Álvarez et al., 1999; González Bernáldez, 1973; Shafer et al., 1969; Rochefort, 1974; Macia, 1979; Gallardo et al., 1989; Gómez Limón y Fernández, 1999). De los estudios mencionados, se tomaron los siguientes criterios:

- El agua es un elemento relevante,
- Preferencia por los elementos verdes frente a zonas más secas,
- Preferencias por espacios arbolados frente a las zonas cubiertas por arbustos, y
- Diversidad paisajística frente a paisajes homogéneos y monótonos.

Adicionalmente se consideró la preferencia de cuerpos de agua permanentes sobre los intermitentes.

Valoración de la calidad visual del paisaje

Los criterios antes descritos se calificaron, asignándoles un valor de entre 1 – 6, al final se promediaron las puntuaciones asignadas y se obtuvo el valor final de la calidad visual de cada unidad paisajística delimitada.

La escala de valores utilizada y sus criterios de aplicación para calificar la calidad visual del paisaje de acuerdo con Montoya *et al* (2002) y modificada por ERM, se presenta en la Tabla 5.21.

Tabla 5.21 *Escala de calificación para la calidad visual de las unidades paisajísticas*

Calidad visual	Calificación	Criterio
Alta	4.1 – 6.0	Predominio de vegetación nativa sobre la vegetación no nativa Vegetación nativa en buen estado de conservación Dominancia de vegetación arbórea Existencia de ecosistemas con alta productividad ecológica Inexistencia de núcleos poblacionales Inexistencia de obras o instalaciones que fragmenten el paisaje Presencia de cuerpos de agua permanentes
Media	2.1 – 4.0	Áreas de vegetación no nativa con remanentes de vegetación nativa Vegetación nativa alterada Dominancia de vegetación arbustiva Presencia de comunidades rurales Existencia de obras de infraestructura Existencia de caminos comunales Presencia de cuerpos de agua intermitentes
Baja	0.0 – 2.0	Áreas desprovistas de vegetación nativa Existencia zonas agrícolas Existencia de zonas urbanas como ciudades Existencia de zonas industriales Existencia de autopistas o carreteras federales Sin cuerpos de agua existentes

Fuente: Canter, 1999; modificada por ERM-México, S.A. de C.V.

En la Tabla 5.22, se presenta el resumen de los valores de calidad visual obtenidos para cada unidad paisajística.

Tabla 5.22 Valoración de la calidad visual por unidad paisajística

Unidad paisajística	Calidad Visual	Tipo de Calidad Visual
Zonas urbanas	1.0	Baja
Zonas rurales	2.1	Media
Zonas industriales	0.5	Baja
Cuerpos de agua permanentes	5.0	Alta
Cuerpos de agua transitorios	2.1	Media
Elevaciones	4.1	Alta
Palmar	5.0	Alta
Pastizal	4.0	Media
Selva mediana	6.0	Alta
Vegetación secundaria	2.0	Baja
Promedio	3.2	Media

b) Evaluación de la fragilidad visual del paisaje

Este indicador es muy importante en la evaluación de los impactos ambientales, debido a que con base en él es factible determinar si el *Proyecto* se localiza en alguna área de fragilidad visual alta, donde su impacto será significativo para este componente ambiental.

Para este estudio, se utilizaron los siguientes criterios para valorar la fragilidad del paisaje de acuerdo con Turner *et al* (2001):

- Cobertura vegetal,
- Relieve de la zona donde se localiza, y
- Susceptibilidad del *Proyecto* a ser observado desde las diferentes UP.

La escala de fragilidad utilizada es la que se muestra en la Tabla 5.23.

Tabla 5.23 Escala de calificación para determinar la fragilidad visual por unidad paisajística

Fragilidad Visual	Calificación	Criterio		
		Cobertura vegetal	Relieve	Accesibilidad Visual
Alta	4.1 – 6.0	Presencia de áreas abiertas desprovistas de vegetación o cubierta de vegetación rastrera.	Zonas escarpadas, con pendientes pronunciadas	Muy accesible
Media	2.1 – 4.0	Zonas cubiertas por vegetación arbustiva o con claros	Áreas con pendientes medias	Raramente accesible
Baja	0.0 – 2.0	Áreas cubiertas por vegetación arbórea	Zonas planas, llanuras	No accesible

Fuente: Canter, 1999; modificada por ERM-México, S.A. de C.V.

Los resultados de la valoración realizada para cada unidad ambiental identificada, se presentan en la Tabla 5.24.

Tabla 5.24 *Valoración de la fragilidad visual por unidad paisajística*

Unidad Paisajística	Valor de la Fragilidad Visual	Tipo de Fragilidad Visual
Zonas urbanas	3.0	Media
Zonas rurales	3.0	Media
Zonas industriales	6.0	Alta
Cuerpos de agua permanentes	3.0	Media
Cuerpos de agua intermitentes	5.0	Alta
Elevaciones	2.1	Media
Palmar	3.5	Media
Pastizal	2.5	Media
Selva mediana	2.0	Baja
Vegetación secundaria	1.0	Baja
Promedio	3.1	Media

c) Evaluación de la visibilidad del paisaje

La valoración de la visibilidad se realizó a partir de las cuencas visuales contempladas desde las UP localizadas dentro del AI, hacia el predio, tomando la distancia y el tipo de vegetación como factor de ponderación. La escala de calificación utilizada para esta valoración y la clasificación establecida, se exponen en la Tabla 5.25.

Tabla 5.25 *Escala de calificación utilizada para valorar la visibilidad paisajística*

Clasificación	Calificación	Rango de Distancia a la que se Localiza la UP (Km)	Tipo de Vegetación
Baja	3.1 – 4.0	Más de 4 Km	Arbórea o arbustiva Vegetación nativa
Media	1.1 – 3.0	Hasta 4 Km	Cultivos o vegetación secundaria
Alta	0.0 – 1.0	Menos de 4 Km	Áreas sin vegetación o con vegetación de ornato

Fuente: Canter, 1999; modificada por ERM-México, S.A. de C.V.

En la Tabla 5.26 se presentan los resultados de visibilidad para el área de estudio.

Tabla 5.26 Valoración de la visibilidad por unidad paisajística

Unidad Paisajística	Valor de la Visibilidad	Tipo de Visibilidad
Zonas urbanas	4.0	Baja
Zonas rurales	1.0	Alta
Zonas industriales	1.0	Alta
Cuerpos de agua permanentes	4.0	Baja
Cuerpos de agua intermitentes	3.1	Baja
Elevaciones	3.5	Baja
Palmar	3.1	Baja
Pastizal	2.0	Media
Selva mediana	3.1	Baja
Vegetación secundaria	3.1	Baja
Promedio	2.8	Media

d) Calidad Visual Vulnerable

Como se manifestó al inicio de este apartado, la valoración de la calidad visual, fragilidad visual y visibilidad, fueron empleados para calcular la **Calidad Visual Vulnerable (CVV)** del paisaje, misma que sirve de indicador integral de la sensibilidad del paisaje ante los cambios producidos por el *Proyecto* (Carabelli, 2002).

Para determinar la CVV, se empleó la siguiente ecuación:

$$CVV = CV + (FV * V)$$

Donde:

CVV	=	Calidad Visual Vulnerable
CV	=	Calidad Visual
FV	=	Fragilidad Visual
V	=	Visibilidad

A continuación se muestra la escala de calificación utilizada para valorar la CVV de cada unidad paisajística.

Calidad Visual Vulnerable	Valor
Alta	12.1 – 18.0
Media	6.1 – 12.0
Baja	0.0 – 6.0

Fuente: Carabelli, 2002, modificado por ERM México, S.A. de C.V.

En la Tabla 5.27, se presenta el resumen de los valores obtenidos para cada criterio evaluado, así como los resultados de CVV por unidad paisajística.

Tabla 5.27 Resultados de la CVV

Unidad Paisajística	Calidad Visual Vulnerable (CVV)	
	Valor	Categoría
Zonas urbanas	13.0	Alta
Zonas rurales	5.1	Baja
Zonas industriales	6.5	Media
Cuerpos de agua permanentes	17.0	Alta
Cuerpos de agua intermitentes	17.6	Alta
Elevaciones	11.5	Media
Palmar	15.9	Alta
Pastizal	9.0	Media
Selva mediana	12.2	Alta
Vegetación secundaria	5.1	Baja
Promedio	11.3	Media

Conclusiones

De acuerdo con el análisis presentado anteriormente, las UP *cuerpos de agua permanentes, elevaciones, palmar y selva mediana* son las que presentan mayor calidad visual. Lo anterior no significa que sean áreas inalteradas, sino que aún cuando presentan ya un grado de alteración de acuerdo con el estudio de vegetación de todas las UP identificadas son las que presentan mayor valor estético.

Las zonas *urbanas e industriales, así como las áreas cubiertas de vegetación secundaria* son las más impactadas de todas las UP identificadas, en consecuencia muestran los valores de calidad visual más bajos, lo que significa que son las zonas consideradas con menor valor estético y ecológico.

En cuanto a la Fragilidad Visual, por su cercanía al sitio de interés, las UP *zonas industriales y cuerpos de agua intermitente* presentan los índices más altos, es decir que son las áreas que muestran una mayor susceptibilidad al cambio relacionado con actividades que se realicen en el sitio de interés.

En promedio la calificación de visibilidad del paisaje de todas las UP identificadas es **media**, lo anterior debido a que aún cuando existen zonas urbanas, rurales e industriales por la que transitan observadores constantes, la topografía en el AI y la vegetación que lo cubre permitirán que las actividades realizadas en el área de *Proyecto* no sean fácilmente observables.

Analizando en conjunto los datos de calidad visual, fragilidad visual y visibilidad del paisaje se concluye que el AI se localiza dentro de un área que presenta una **Calidad Visual Vulnerable medianamente sensible** a los cambios que producirá el *Proyecto*. Lo anterior, significa que el paisaje no se verá notablemente alterado, pudiendo poner en práctica medidas de manejo que contribuyan a que la ejecución del *Proyecto* armonice con las UP existentes en el AI.

La región Coatzacoalcos-Minatitlán, al sureste del estado de Veracruz, al norte del Istmo de Tehuantepec; incluye los municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Moloacán, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río e Ixhuatlán del Sureste. Cada municipio es administrado por un Ayuntamiento de elección popular y tiene una cabecera municipal y una ciudad, desde donde el presidente municipal gobierna. Es importante notar que no hay subordinación entre el gobernador del estado y el presidente de cada municipio. Información detallada de los datos demográficos, sociales e económicos de los municipios se encuentra en sección 5.5.5 de este mismo documento. La información histórica de los dos municipios más relevantes para el *Proyecto*, se detalla posteriormente.

Coatzacoalcos es la tercera ciudad más importante del estado, después de las ciudades de Veracruz y Xalapa, y la más desarrollada ciudad en el sur del estado. Es la cabecera municipal del municipio del mismo nombre, y es uno de los municipios más grandes e importantes de la región. La ciudad siempre ha sido importante en la zona, ya que antes de la conquista española, se consideraba capital de la provincia. En 1881, se fundó el municipio de Coatzacoalcos con la ciudad del mismo nombre como cabecera. Su importancia actual en el estado empezó con la construcción de su puerto comercial, y en años recientes, con la industria petrolera. Es ésta última industria la que ha disparado la migración en la zona, pues la falta de empleos en otros sectores atrae ha atraído a posibles empleados en la industria petroquímica. Este tema se aborda con más detalle en la sección 5.5.6 de este documento.

La ciudad de Minatitlán, cabecera del municipio del mismo nombre, es la sexta ciudad más importante del estado. Está ubicada a la orilla del río Coatzacoalcos, donde también se establece una importante refinería de Pemex. La ciudad también cuenta con un puerto comercial.

El Área de Influencia (AI) de un proyecto ayuda a dibujar las fronteras de interacción entre un proyecto y las comunidades que lo rodean o que se verán afectados por el mismo. El AI del *Proyecto* está inmerso en cuatro municipios: Coatzacoalcos, Ixhuatlán del Sureste, Moloacán y Nanchital, y el análisis de la presente sección se enfoca en generalidades demográficas, culturales y socioeconómicas de las comunidades ubicadas dentro de los mismos municipios. Los datos de nivel de empleo, educación, organización, salud y servicios sociales para los mismos se encuentran en el estudio de Línea Base Social (LBS, ver Anexo 5.4).

Dentro del AI, hay dos subtipos: el AI directa y el AI indirecta, la distinción entre los dos establecerá la prioridad que la comunidad represente para el *Proyecto*. El AI directa establece el espacio geográfico que se verá directamente afectado por las operaciones del *Proyecto*: generación de polvo, generación de ruido, impacto visual, actividades de logística, empleo, y tránsito, entre otros. Por lo tanto, las comunidades dentro del AI directa, tendrán una mayor potencial de verse afectadas y/o beneficiadas por el *Proyecto* y, por ende, serán prioritarias para la toma de decisiones del *Proyecto*. El AI indirecta establece el espacio geográfico que se verá afectado por el *Proyecto*, pero de una manera indirecta como resultado de una serie de afectaciones y/o beneficios que pueden no estar relacionados

directamente con el *Proyecto* como la derrama económica como producto de las cadenas de suministro de los contratistas, por ejemplo.

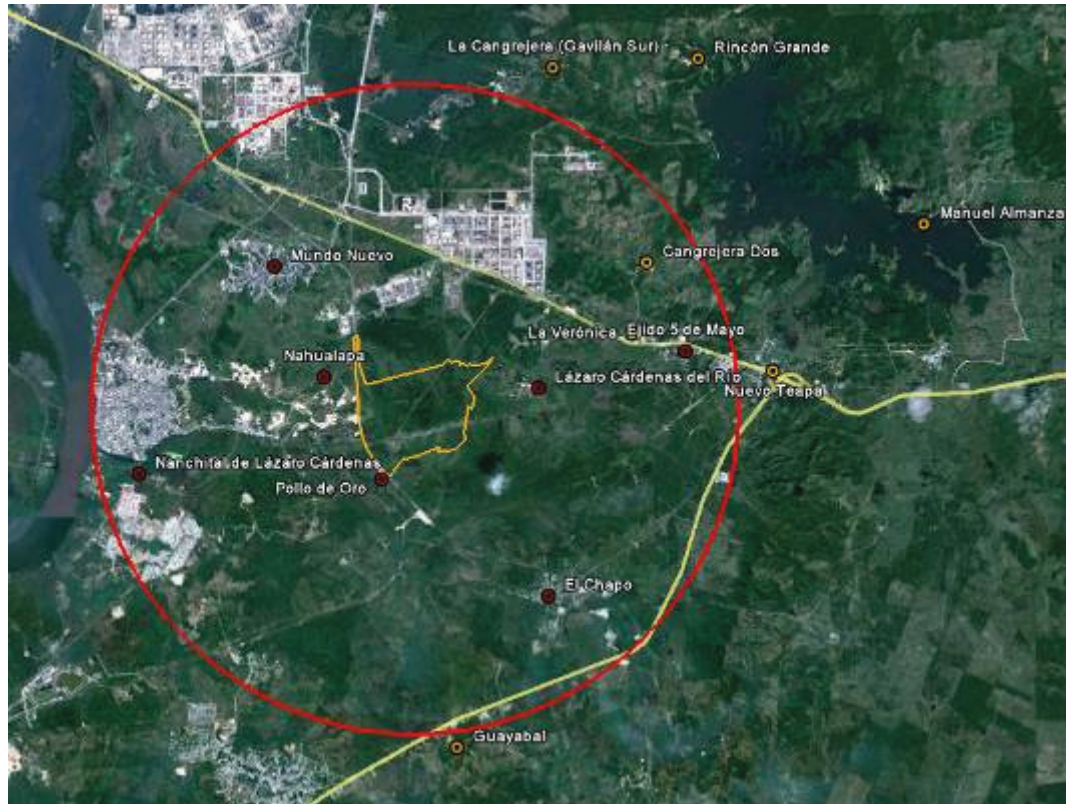
Dependiendo de la configuración de cualquier proyecto en cuestión, las áreas de influencia pueden tomar diferentes formas, e incluso estar geográficamente ubicadas en diferentes zonas. Es más, bajo el entendido de que todas las comunidades son diferentes, el nivel y tipo de impacto puede tomar distintas formas. Como se detalla posteriormente, la configuración del *Proyecto Etileño XXI* permite identificar a las AI muy cercanas entre sí y disponerlas de una manera radial como se muestra en la Figura 5.29.

Con base en la delimitación de los límites que a continuación se describen, se ha determinado que son nueve las comunidades identificadas dentro del AI directa: El Ejido Cinco de Mayo, Mundo Nuevo, La Verónica, Cangrejera Dos, El Chapo, Lázaro Cárdenas del Río, Nahualapa, Nanchital y Pollo de Oro. Los límites utilizados, en combinación, para determinar que dichas comunidades se encuentran dentro del AI directa fueron: cercanía física con respecto del *Proyecto*, potencial de interacción con el *Proyecto* y composición político-social (municipio en el que se encuentre la comunidad y sus características sociales). A continuación se presentarán los fundamentos que condujeron a ubicar a dichas comunidades.

5.5.1. *Cercanía física*

El primer criterio utilizado fue la cercanía física con respecto del sitio de interés y sus actividades, pues las comunidades más afectadas serán las que se encuentran inherentemente cerca del mismo. El radio determinado fue de 5Km., pues esta distancia es razonable para incluir a las comunidades que se encuentran lo suficientemente lejos para ser directamente afectadas por el *Proyecto*, pues es poco probable que más allá de dicha distancia haya impactos visuales, de ruido y de logística que contrasten con las actuales formas de vida de las comunidades. La Figura 5.29 muestra las comunidades identificadas dentro de este radio.

Figura 5.29 *Identificación de localidades dentro del AI y del AI directa del Proyecto*



Fuente: Google Earth (2011) basada en el INEGI y complementada con información de ERM.

En la Figura 5.29 se identifican las comunidades de: El Ejido Cinco de Mayo, Mundo Nuevo, El Chapo, Lázaro Cárdenas del Río, Nahualapa, Nanchital, Pollo de Oro, La Verónica y Cangrejera Dos. Dado que la inclusión de las comunidades dentro del AI directa depende de la combinación de los diversos criterios utilizados, algunas de las comunidades mencionadas serán excluidas del AI directa y catalogadas como dentro del AI indirecta.

Nota adicional: A pesar de que la cercanía física a los caminos que serán utilizados para el transporte de material o personal, así como las rutas de las instalaciones fuera de sitio (*off-sites*), también es considerado como un factor dentro del AI, actualmente no se cuenta con la información suficiente para determinar el grado de afectación o ubicación precisa de las rutas o sitios que podrían impactar a más comunidades. La opinión profesional de ERM considera que no se tendrán impactos críticos para comunidades que no han sido identificadas en el presente estudio. Como método preventivo se determinó en este caso realizar una evaluación independiente como paso futuro, donde las instalaciones y obras fuera de sitio tendrán una identificación de impactos y áreas de influencia. En el presente estudio, tomando en cuenta la información disponible y a la par de las consideraciones y estimaciones profesionales más conservadoras, se muestran los resultados de dichas interacciones.

5.5.2. *Potencial de interacción con el Proyecto – Condiciones de salud*

El potencial de interacción con el *Proyecto* se define como el nivel de beneficios y/o afectaciones que las comunidades pueden tener en temas de salud como resultado de las operaciones del *Proyecto*. El *Proyecto* representa una gran

oportunidad de desarrollo económico, lo que beneficiará significativamente a las comunidades de la zona. El *Proyecto*, sin embargo; es un gran desarrollo industrial que generará confrontaciones en algunos grupos de interés por la percepción de contaminación que lleva consigo y las afectaciones a la salud que pudieran acontecer. Ambas facetas determinarán el potencial que las comunidades tienen de interactuar con el *Proyecto* en una relación directamente proporcional. Es decir, entre más se puedan beneficiar o verse afectadas, más potencial de interacción tendrán y, por ende, más prioritarias serán para el *Proyecto*.

5.5.3. *Composición socio-cultural*

De acuerdo con las evaluaciones realizadas en el estudio de Línea Base Social (Anexo 5.4), la identificación y mapeo de grupos de interés (Anexo 5.5) y las interacciones posteriores (Anexos 5.15 a 5.17), se determinó y reforzó la asignación de las AI con respecto a la composición socio-cultural de las comunidades y su potencial de adaptación al mismo. En este sentido, se identificaron aspectos de nivel de población, educación y niveles de acceso a servicio para detectar posibles obstáculos de adaptación que deben ser atendidas. Posteriormente, tomando en cuenta la existencia de grupos religiosos en el área, se determinó prestar más atención a la comunicación con partes interesadas con el Subprograma de Relacionamiento con Grupos de Interés (RGI, Anexo 8.21). Tomando en cuenta factores socio-culturales, el potencial de adaptabilidad de las comunidades sería más relevante vigilar entre aquellas que tengan menor población con grupos culturales como minorías.

5.5.4. *Composición político-social*

El último criterio, a ser usado en combinación con los tres anteriores, es la ubicación geopolítica de la comunidad con respecto del sitio de interés. Por ubicación geopolítica se entiende al perfil político de la comunidad con base en el municipio en que se encuentre. La ubicación del sitio de interés es dentro del municipio de Nanchital y cuenta con una porción menor ubicada en la frontera con el municipio de Coatzacoalcos. El municipio de Coatzacoalcos tiene un alto nivel de influencia política en el *Proyecto*, pues cuenta con un peso político importante por su historia de desarrollo industrial.

Con base en un análisis de campo realizado en la zona, y en conocimientos previos de la región, se diseñaron las siguientes categorías de comunidades: Categoría I, Categoría II y Categoría III. Las comunidades que se encuentren dentro de las características de dichas categorías serían las ubicadas dentro del AI directa. Las comunidades que, por una u otra razón, no fueron consideradas como pertenecientes al AI directa pero que se verán afectadas indirectamente por el *Proyecto* por estar dentro del AI y/o en la región, se consideran dentro del AI indirecta.

A continuación, se provee una breve explicación de las características de las diferentes categorías que fueron la base sobre la que se delimitó el AI directa para el *Proyecto*. Cabe destacar que dentro de los 5 Km. de radio determinados para la aplicación del AI, existen subdivisiones que serán presentadas a continuación.

Categoría I

Las comunidades de la Categoría I son las que se encuentran dentro de un radio de 1 a 2 Km. de distancia del sitio de interés y pertenecen al municipio de Nanchital. La cercanía física con el sitio de interés supone un alto grado de interacción con el *Proyecto* que no debe ser pasado por alto. En esta categoría se encuentran las comunidades de Lázaro Cárdenas del Río, Nahualapa y Pollo de Oro.

Categoría II

Las comunidades que cuentan con una población de entre 400 y 1,000 habitantes y se encuentran dentro de un radio de 2 a 3 Km. de distancia del sitio de interés. Las comunidades identificadas en esta categoría son: El Ejido Cinco de Mayo, El Chapo, La Verónica y Cangrejera Dos. Dado que las comunidades de La Verónica, La Cangrejera Dos y el Ejido Cinco de Mayo, se encuentran a menos de 1 Km. de distancia entre ellas y son muy homogéneas en su configuración se consideró que el último es un adecuado representante de las 3 comunidades, no sólo por la homogeneidad de su configuración sino por el potencial de interacción similar que comparten definido por la cercanía física entre ellas y para con el *Proyecto*. De esta manera, el análisis de las 3 comunidades se limita al de la comunidad representante.

Categoría III

Las comunidades que cuentan con poblaciones de más de 2,000 habitantes, se ubican en un radio de 3 a 5 Km. alrededor del sitio de interés y pertenecen a los municipios de Coatzacoalcos y Nanchital conforman la Categoría III. Ambas poblaciones son más amplias y diversas que las demás y presentan características sociales muy variadas en términos de percepción pública, gestión social y desarrollo humano.

Aunque de manera estricta la ciudad de Coatzacoalcos debería descartarse del AI con base en los parámetros descritos, ésta se ha ubicado –de manera excepcional– dentro del AI indirecta pues algunas peculiaridades no permiten su exclusión:

1. Es la cabecera municipal más importante de la región en términos de influencia política en el desarrollo industrial de la zona; y
2. Alberga importantes líderes de opinión en torno al *Proyecto* y al desarrollo industrial.

Sin embargo, es importante mencionar que aunque es una localidad dentro del AI indirecta no se han realizado estudios específicos dentro de dicha localidad como se hizo para las demás comunidades. La razón es que la ciudad de Coatzacoalcos es un área totalmente urbanizada, cuyos habitantes están acostumbrados al desarrollo industrial petroquímico en la zona. No obstante, por su densidad poblacional e importancia política, se consideró pertinente realizar actividades de difusión de información, misma que se detalla en el Anexo 5.15 (resumen del primer episodio del Programa de Participación Pública).

La Tabla 5.24 resume la categorización de las comunidades que se encuentran dentro del AI y dentro del AI directa del *Proyecto*.

Tabla 5.24 *Identificación de localidades dentro del AI y del AI directa del Proyecto*

No.	Municipio	Localidad	AI	AI directa	Categoría
1	Coatzacoalcos	Cinco de Mayo	X	X	II
2	Coatzacoalcos	La Cangrejera Dos		X	-
3	Coatzacoalcos	La Cangrejera (Gavilán Sur)	X	-	-
4	Coatzacoalcos	La Verónica		X	-
5	Coatzacoalcos	Mundo Nuevo	X	X	III
6	Coatzacoalcos	Rincón Grande	X	-	-
7	Ixhuatlán del Sureste	El Chapo	X	X	II
8	Ixhuatlán del Sureste	Guayabal	X	-	-
9	Moloacán	Manuel Almanza	X	-	-
10	Moloacán	Nuevo Teapa	X	-	-
11	Moloacán	Nuevo Teapa Santa Cecilia	X	-	-
12	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	Lázaro Cárdenas del Río	X	X	I
13	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	Nahualapa	X	X	I
14	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	Nanchital de Lázaro Cárdenas	X	X	III
15	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	Pollo de Oro	X	X	I

Una vez que se han categorizado y ubicado a las diferentes comunidades dentro de su respectiva AI y con el fin de que se tenga un mejor entendimiento de la caracterización social de cada una de dichas comunidades, la siguiente sección presentará detalles de las mismas. Para lograrlo, y con la intención de ir de lo general a lo particular, se presentarán tres secciones: datos generales de la región, datos generales de las áreas de influencia y datos particulares de las comunidades localizadas dentro de dichas áreas.

La primera sección describirá datos relevantes de la región en general. Puesto que el AI incluye cuatro municipios, se presentarán datos generales de los mismos. De esta manera, se podrá tener una idea general de la caracterización social del área dentro de la cual se desarrollará el *Proyecto*.

La segunda sección presentará datos generales de las comunidades de las áreas de influencia que permitirán poner en contexto una caracterización social de dichas comunidades como un conjunto.

Finalmente, la tercera sección describirá, con más detalle, cada una de las comunidades dentro de las áreas de influencia. Esta descripción permitirá conceptualizar, de manera general, el contexto particular de las comunidades que rodearán el *Proyecto*.

5.5.5. *Datos generales de la región*

La región del sureste de México en donde se insertará el *Proyecto* es una zona nacionalmente reconocida por su desarrollo petroquímico. Entre los años 70's y 80's, el desarrollo petrolero de la zona ayudó a aumentar la actividad comercial marítima del puerto de Coatzacoalcos. En este contexto, es importante destacar que Coatzacoalcos es una ciudad principalmente dedicada a la industria

petrolera. Como resultado de esta industria y las cadenas de suministro que se han desarrollado en torno a la misma, el tránsito comercial marítimo, terrestre y ferroviario está muy desarrollado. En el año 2010, el puerto de Coatzacoalcos gestionó 3'744,000 toneladas de carga, posicionándose entre uno de los puertos más importantes de la República Mexicana. Como resultado, la población de dicha región está muy acostumbrada a la actividad industrial y comercial.

En términos demográficos, la zona en donde se instalará el *Proyecto*, el AI se extiende a lo largo de cuatro municipios: Coatzacoalcos, Ixhuatlán del Sureste, Moloacán y Nanchital. Al año 2010, la población de cada uno es la siguiente:

Coatzacoalcos registró 305,260 habitantes, de los cuales 147,962 (48.47 %) son hombres y 157,298 (51.53 %) mujeres. Ixhuatlán del Sureste presentó una población de 14,903 habitantes, de los cuales 7,361 son hombres (52.15%) y 7,542 son mujeres (47.85%). El municipio de Moloacán presentó una población total de 16,120; 7,851 son hombres (48.70%) y 8,269 son mujeres (51.30%). Por último, Nanchital registró 27,094 habitantes, de los cuales 12,978 (47.90%) son hombres y 14,116 (52.10%). Esto ubica a la región en un contexto de importancia poblacional. Es decir, no se trata de una región vulnerable en términos numéricos.

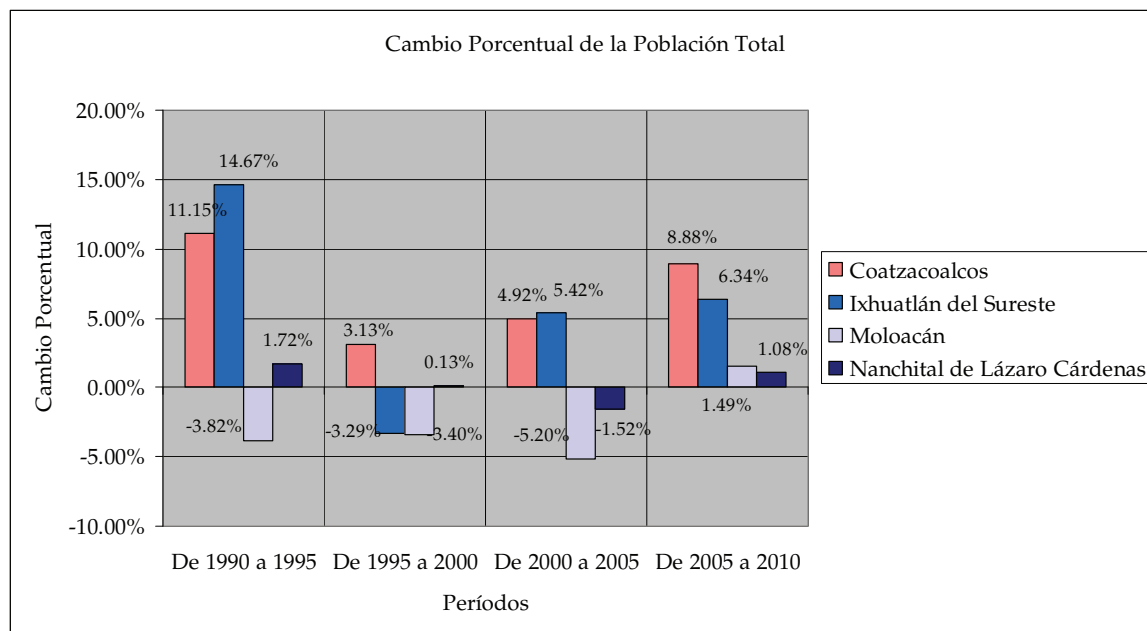
La Tabla 5.25 muestra los datos demográficos de éstos municipios en los últimos 20 años.

Tabla 5.25 *Población de municipios desde 1990 hasta 2010*

<i>Municipio</i>	<i>Año</i>				
	1990	1995	2000	2005	2010
Coatzacoalcos	233,115	259,096	267,212	280,363	305,260
Ixhuatlán del Sureste	11,987	13,746	13,294	14,015	14,903
Moloacán	18,033	17,344	16,755	15,883	16,120
Nanchital	26,723	27,183	27,218	26,804	27,094

Fuente: INEGI, 1990, 2000, 2005 y 2010.

Sólo dos municipios, Coatzacoalcos e Ixhuatlán del Sureste, han presentado patrones de crecimiento poblacional en los últimos 20 años, a pesar que en el periodo de 1995 a 2000, la población de Ixhuatlán del Sureste disminuyó en un 3.3% temporalmente. Los municipios de Moloacán y Nanchital han presentado un patrón irregular de crecimiento y decrecimiento de población más revelador. La siguiente Gráfica 5.13 muestra los cambios porcentuales de este comportamiento.



Fuente: Cálculos propios de ERM con base en datos del INEGI.

Gráfica 5.13 Cambio porcentual en las poblaciones de los municipios del AI

La gráfica 5.13 muestra, de manera muy esquemática, los diferentes cambios porcentuales en la dinámica poblacional de los municipios del AI. Coatzacoalcos, por ejemplo, registró su crecimiento más pronunciado de 1990 a 1995 (11.15%). Del año 1995 a 2000, Coatzacoalcos también presentó un crecimiento, aunque menor, del 3.13%. Posteriormente, el crecimiento fue del 4.92% y de 8.88% para el último período, de 2005 a 2010.

Ixhuatlán del Sureste, por ejemplo, presentó el crecimiento más significativo de todos los municipios de 1990 a 1995 (14.67%). Sin embargo, luego registró un decremento poblacional de 3.29%. En los siguientes 10 años, sólo presentó crecimientos del 5.42 y 6.34%.

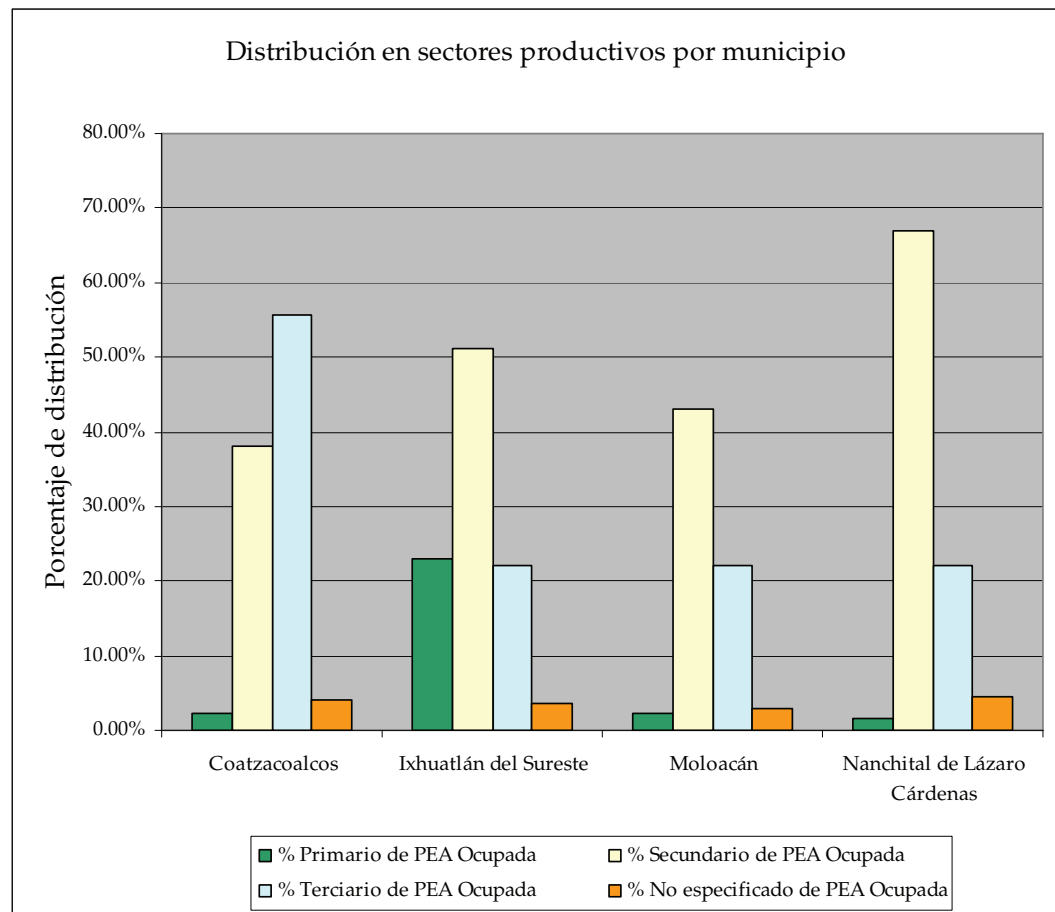
El municipio de Moloacán, en cambio, presentó índices de decrecimiento hasta el último período, en donde se registró un ligero crecimiento del 1.49% solamente.

Nanchital presentó leves índices de crecimiento por debajo del 2% en los primeros 10 años. De 2000 a 2005 hubo un decrecimiento del 1.52% y un crecimiento de 1.08% para el período de 2005 a 2010.

Esta dinámica poblacional puede estar estrechamente ligada con las actividades económicas de la zona, pues los habitantes de las diferentes localidades constantemente se desplazan en la misma región en busca de empleo.

En términos económicos, la Gráfica 5.14 muestra, de manera esquemática, como está distribuida la Población Económicamente Activa (PEA) con respecto de los sectores productivos. Esta información se obtuvo a partir de información publicada por los gobiernos municipales de cada entidad a partir del Censo de Población y Vivienda 2000, pues no existen datos precisos para las diferentes localidades a partir del Censo de Población y Vivienda de

2010.



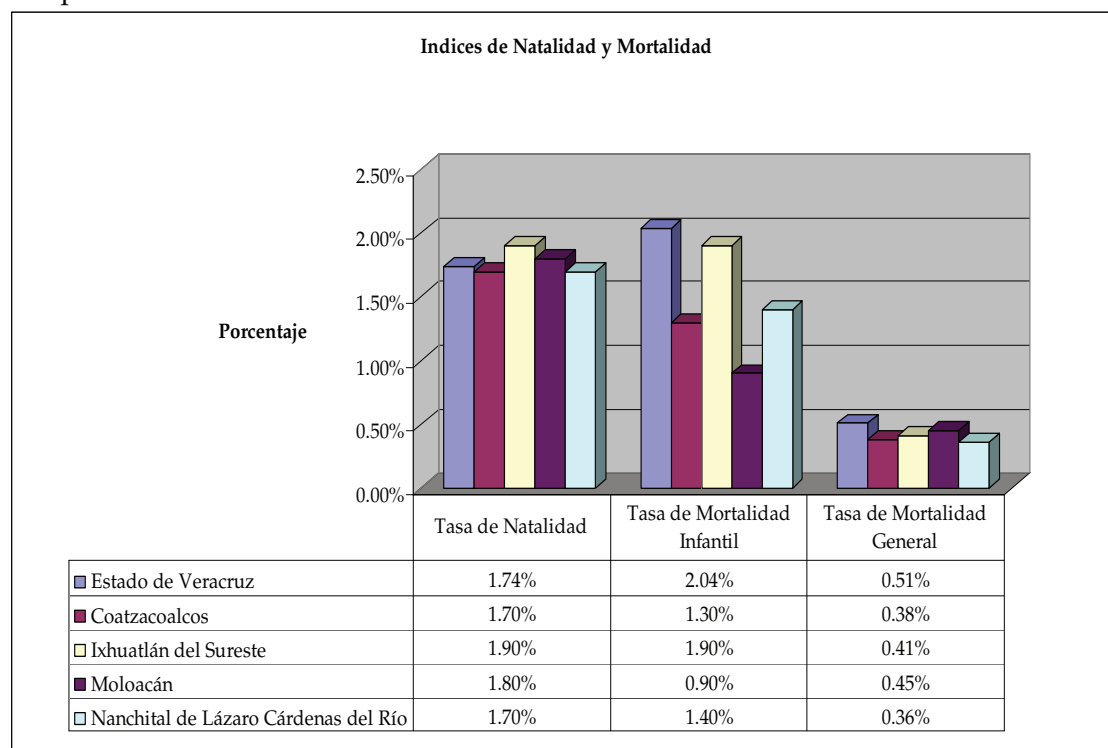
Fuente: SEGOB: 2010: Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México

Gráfica 5.14 PEA por municipio y su distribución por sector

La Gráfica 5.14 muestra una distribución importante de la población de los cuatro municipios mencionados en los diferentes sectores productivos, sirviendo como evidencia de que ya existe una fuerte afectación al sector primario como resultado de la intensa actividad industrial en la zona. Se reafirma el hecho de que los habitantes de la región están acostumbrados al desarrollo industrial. Una de las consecuencias que se anticipan del *Proyecto* es que más gente se sentirá atraída por los sectores secundario y terciario. Información adicional referente a las habilidades y disponibilidad de mano de obra local se incluye en el Plan de Contratación Local. Con respecto de índices de desempleo, no hay información detallada disponible de manera pública a nivel comunitario ni municipal. A nivel estatal, la tasa de desempleo del Estado de Veracruz es del 4.4%.

En términos de natalidad y mortalidad, la región no se muestra mucho mejor que el promedio en el Estado de Veracruz. La Gráfica 5.15 siguiente muestra una

comparación.



Gráfica 5. 15 Índices de Natalidad y Mortalidad

El Estado de Veracruz se encuentra entre las entidades con tasa de mortalidad más alta “por causas prevenibles a bajo costo y que afectan, mayormente, a los menores de edad, como son las enfermedades infecciosas y parasitarias y deficiencias de la nutrición. Estas muertes obedecen a diversas causas, pero en su mayoría están relacionadas con el escaso acceso a los servicios de salud ya sea por barreras geográficas, sociales, económicas o culturales”¹. Veracruz es el Tercer estado con mayor número de muertes por desnutrición, sólo superado por Oaxaca y Chiapas².

En la Grafica 5.15 se puede observar que la tasa de mortalidad infantil es más alta comparada con las tasas de mortalidad general. Esto evidencia que la desnutrición –que afecta más a lo menores de edad- es un factor clave en el índice de mortalidad. Como se aprecia en la gráfica, Coatzacoalcos y Moloacán son los municipios con menor tasa de mortalidad infantil con respecto de los demás evaluados en este estudio, con lo que se asume que el acceso a nutrientes por parte de menores de edad es mejor.

En general, los cuatro municipios dentro del AI se encuentran en mejores condiciones con respecto de índices de mortalidad –infantil y general- que todo el Estado de Veracruz.

¹ Consejo Nacional de Población, 2005. Principales causas de muerte en las etapas del curso de la vida: 1980-2002, Veracruz.

² Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), A.C., 2010. Veracruz: Análisis de Competitividad. Disponible en: http://imco.org.mx/indice_estatal_2010/PDFS/30.Veracruz.pdf (Accedida: Marzo, 2011).

Los datos presentados anteriormente sirven para dibujar un contexto general que describe la región en donde se instalará el *Proyecto*. Se trata de una región acostumbrada totalmente al desarrollo industrial y, sobre todo al petroquímico. Es una región dinámica en términos poblacionales, pues sus habitantes se mueven periódicamente en busca de empleos en la zona, lo que evidencia la fuerte influencia, ya existente, del desarrollo industrial y comercial en la zona.

En todos proyectos industriales, hay una serie de riesgos a la salud asociados con el cambio al ámbito social, económico, demográfico y ambiental. En el Subprograma para Prevención de Enfermedades (Anexo 8.25) se identifican y clasifican varios de estos riesgos. Esta sección del documento se enfocará en el posible impacto a la salud de los miembros de la comunidad en el AI directa.

El Promovente reconoce que la ubicación del *Proyecto* es propicia para la transmisión de diferentes enfermedades como dengue y otras enfermedades respiratorias. Además, la cantidad de trabajadores también puede provocar que se esparzan otras enfermedades infecciosas entre los mismos y dentro de las comunidades en el AI como enfermedades de transmisión sexual.

Durante las etapas de preparación de sitio y construcción, se anticipa, en las comunidades del AI:

- Aumento de tráfico y posibilidad de aumento en accidentes;
- Aumento de generación de polvo y emisiones;;
- Posible aumento en el riesgo de enfermedades respiratorias;
- Aumento de índices de inmigración;
- Posible aumento en la propagación de enfermedades de transmisión sexual y embarazos;
- Alteración del nivel de ruido y posible malestar social; y
- Posible impacto al recurso hídrico.

Durante las etapas de operación y abandono, se anticipan los mismos impactos que en las etapas anteriores, con las excepciones de impactos causados por vibraciones e impactos al agua.

Tal como se indicó en el Subprograma de Prevención de Enfermedades (Anexo 8.25), se anticipa que las principales afectaciones a la salud de los miembros de las comunidades en el AI serán: complicaciones respiratorias, auditivas y de transmisión de enfermedades tropicales y, si acaso, enfermedades de transmisión sexual.

Es importante tomar en cuenta que cambios a niveles de acceso a servicios médicos e posibles impactos a la salud pueden ser positivos para las comunidades en el AI, ya que mejoras económicas a nivel hogar y comunitario puede, a su vez, impactar de manera positiva la nutrición y salud alimenticia. Por lo tanto, la salud en general de la población de estas comunidades puede aumentar.

Para conocer la situación de salud actual, el estudio de LBS identifica las principales características y condiciones de vida de las comunidades. Los principales problemas identificados en el estudio de LBS incluyen la carencia de acceso a, y la falta de calidad, de los servicios públicos. Este problema fue

identificado de manera más consistente en comunidades con menos de 400 habitantes. Otros problemas identificados incluyen muy baja facilidad de acceso a servicio médico, altas tasas de riesgos sociales actuales en la zona, y difícil acceso a agua potable y servicios de drenaje. El Capítulo 9 ofrece explicaciones acerca de los riesgos identificados en la población a causa del *Proyecto*, además de incluir posibles planes de mitigación o minimización de los mismos. Estos incluyen: minimizar trabajadores migratorios o temporales para minimizar el riesgo de enfermedades de transmisión sexual y embarazos no deseados y subprogramas para control de tráfico vehicular y peatonal que minimicen el riesgo de accidentes viales, entre otros.

Entre los cuatro municipios del *Proyecto*, hay una gran diferencia en acceso a servicios médicos, tal como demuestra la Tabla 5.26 en que se puede ver el número de personal médico y de unidades de salud disponibles por municipio.

Tabla 5.26 *Acceso a Servicios Médicos por Municipio*

<i>Localidad</i>	<i>Est. de Asistencia Social</i>	<i>Est. de Apoyo</i>	<i>Unidad de Hospitalización</i>	<i>Unidad de Consulta Externa</i>	<i>IMSS*</i>	<i>ISSSTE*</i>	<i>Cruz Roja</i>
Coatzacoalcos	1	4	5	9	2	2	1
Ixhuatlán del Sureste	–	–	1	2	–	–	–
Moloacán	–	–	–	6	1	1	1
Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	–	–	1	1	–	1	1

Fuente: Secretaría de Salud, 2011, Instituto Nacional para Federalismo y Desarrollo, 2005

*IMSS: Instituto Mexicano de Seguro Social

*ISSSTE: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

Como se puede ver la Tabla 5.27 la diferencia en acceso a personal médico entre los municipios es bastante parecido al acceso a servicios. Es importante notar que aunque un municipio tenga camas disponibles y un número adecuado de personal médico, muchas veces la distancia y la falta de acceso físico y económico a servicios o personal de salud terminan siendo los factores determinantes en términos de atención médica.

Tabla 5.27 *Acceso a Personal Médico por Municipio*

<i>Localidad</i>	<i>Camas</i>	<i>Consultorios</i>	<i>Médicos Total</i>	<i>Médicos Generales</i>	<i>Médicos Especialistas</i>	<i>Enfermeras Totales</i>
Coatzacoalcos	272	128	123	111	80	233
Ixhuatlán del Sureste	5	3	4	3	–	2
Moloacán	–	4	5	5	–	4

<i>Localidad</i>	<i>Camas</i>	<i>Consultorios</i>	<i>Médicos Total</i>	<i>Médicos Generales</i>	<i>Médicos Especialistas</i>	<i>Enfermeras Totales</i>
Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	16	27	33	17	14	72

Fuente: Secretaría de Salud, 1999

Es importante notar que las encuestas en las comunidades del AI indicaron que las enfermedades más comunes son enfermedades respiratorias y enfermedades crónicas (p.ej. cardíacas y/o circulatorias). Las encuestas también indicaron un enfoque de parte del gobierno en recursos y esfuerzos dedicados a la prevención de enfermedades tropicales como el dengue y la influenza. Como se mostró en la Gráfica 5.15, ninguno de los municipios muestra tasas de natalidad y mortalidad muy diferentes a las mismas tasas a nivel estatal, aunque existen datos a nivel municipal para identificar las principales causas de mortalidad.

Para información adicional acerca de la situación de salud actual en las comunidades referirse al Estudio de Salud.

Una vez que la región se ha caracterizado de manera general, se proveerá de una caracterización más particular de las comunidades localizadas en las áreas de influencia.

5.5.6. *Datos generales de las áreas de influencia*

En esta sección se presentarán datos generales de las áreas de influencia que permitan caracterizar la zona de mejor manera y poner en contexto las facciones sociales más particulares de la región.

En la Tabla 5.28 se muestra la población de las localidades que se encuentran dentro de los municipios mencionados y dentro del AI. Se muestran los datos de los Censos de Población y Vivienda elaborados por el INEGI en los años 1990, 2000 y 2010, así como de los Conteos de Población y Vivienda de los años 1995 y 2005.

Tabla 5. 28 *Distribución de la población en las comunidades dentro de las AI directa e indirecta del Proyecto*

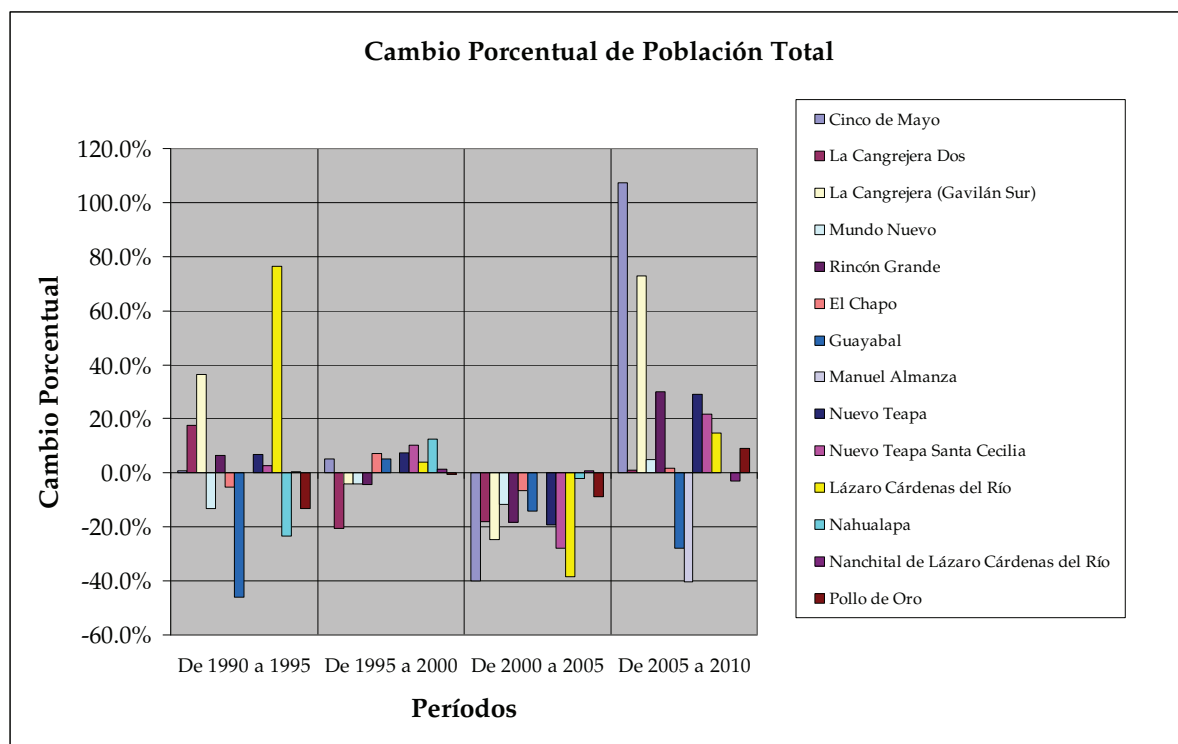
<i>Localidad</i>	<i>Año</i>				
	1990	1995	2000	2005	2010
Cinco de Mayo	317	319	336	202	419
La Cangrejera Dos	137	161	128	105	106
La Cangrejera (Gavilán Sur)	176	240	230	173	299
La Verónica	N/D	N/D	N/D	N/D	15
Mundo Nuevo	10,919	9,477	9,091	8,022	8,420
Rincón Grande	108	115	110	90	117
El Chapo	837	792	848	792	805
Guayabal	250	135	142	122	88
Manuel Almanza	154	N/D	N/D	102	61

Nuevo Teapa	813	867	931	752	970
Nuevo Teapa Santa Cecilia	355	364	401	289	352
Lázaro Cárdenas del Río	115	203	211	130	149
Nahualapa	115	88	99	97	97
Nanchital	25,467	25,586	25,909	26,070	25,289
Pollo de Oro	225	195	194	177	193

Fuente: INEGI, 1990, 2000, 200 y 2010.

Para las comunidades más pequeñas –La Verónica y Manuel Almanza- no hay registros de datos poblacionales antes de 2005 y antes del año 2000, respectivamente. Salvo para el año 1990, cuando Manuel Almanza pertenecía al municipio de Coatzacoalcos. A partir del año 2005 esta localidad ya está considerada, por el INEGI, como parte del municipio de Moloacán.

La Gráfica 5.16 muestra, de manera gráfica, los cambios porcentuales en la población de las localidades mencionadas anteriormente.



Fuente: Cálculos propios de ERM con base en datos del INEGI: 2010.

Gráfica 5. 16 *Cambio porcentual en las poblaciones de las localidades potencialmente afectadas por el Proyecto*

Como se aprecia en la Gráfica 5.16, en el primer período (1990-1995), Lázaro Cárdenas del Río; es la localidad que más crecimiento porcentual presenta, mientras que Guayabal es la que más decremento sufre. Los cambios porcentuales para el siguiente período disminuyen considerablemente para todas las comunidades.

Del año 2000 a 2005 todas las localidades presentan decrecimiento. Cinco años después la mayoría experimenta crecimientos nuevamente. Se puede ver que las variaciones demográficas en términos porcentuales no se han mantenido constantes y no se visualiza un patrón específico, pues los índices de crecimiento y decrecimiento han sido súbitos.

Haciendo un análisis del comportamiento de éstas localidades con el comportamiento demográfico de los municipios a los que pertenecen, las localidades del municipio de Coatzacoalcos (Cinco de Mayo, Cangrejera Dos, Cangrejera Gavilán Sur y Mundo Nuevo) dentro del AI se comportan de manera asimilar al municipio como entidad: el municipio de Coatzacoalcos siempre mostró instancias de crecimiento mientras que las comunidades dentro del AI mostraron cambios drásticos de crecimiento y decrecimiento. Con esto se puede deducir que otras localidades de Coatzacoalcos están experimentando fuertes índices de crecimiento, mientras que aquellas cercanas al *Proyecto* están sufriendo de importantes índices de emigración.

El comportamiento de Ixhuatlán del Sureste es similar al de Coatzacoalcos con respecto de las localidades que conforman en este análisis en términos de disimilitud de índices de crecimiento. Ixhuatlán del Sureste, como municipio, presentó patrones de crecimiento generalizado en tres períodos, mientras que las localidades de El Chapo y Guayabal lo hicieron exactamente al revés, presentaron tres períodos de decrecimiento y uno de crecimiento. Esto habla de importantes factores de migración a localidades que, en este momento, se encuentran fuera del AI directa del *Proyecto*. Posiblemente, estos patrones de comportamiento poblacional se vean fuertemente afectados por *el Proyecto*.

El comportamiento de Moloacán es similar al de Ixhuatlán del Sureste: de manera global el municipio presentó patrones de decrecimiento, pero las localidades analizadas en este estudio muestran, por el contrario, patrones de crecimiento.

Finalmente, el municipio de Nanchital fue el que presentó tasas más o menos similares, pues se presentan crecimientos y decrecimientos generales en ambos esquemas.

Las variaciones tan pronunciadas evidencian que las comunidades dentro de las áreas de influencia no son ajenas a las alteraciones en sus flujos migratorios, motivados por el desarrollo industrial y comercial de la zona.

De hecho, según estadísticas del INEGI, basadas en el Censo de Población y Vivienda 2000, Veracruz de Ignacio de la Llave es el segundo estado de la República Mexicana que sufre mayores índices de emigración interestatal, sólo por debajo del Distrito Federal. Las estadísticas indican que el 0.5% de la población de Veracruz es inmigrante, con un índice de emigración de 1.3%, lo que da una migración neta de -0.8%, significando que más gente sale del estado que la que ingresa.

No obstante, esta tendencia en el Estado de Veracruz, la región sureste ha sido receptora principal de inmigrantes³ atraídos por la actividad industrial y petrolera. En 1970 y 1980, Coatzacoalcos recibió 36,560 y 63,846 inmigrantes, respectivamente; lo que equivalió al 33.4% y 34% de su población total. Por su parte, en las mismas fechas, los inmigrantes de Minatitlán constituyeron el 18% y 22.4%, respectivamente. Aunque Minatitlán no se encuentra actualmente dentro del AI ni en el AI a estudiar, este dato es de primordial relevancia ya que muestra datos históricos interesantes como migración a la región a causa de la industria petrolera.

En los años 1990, Nanchital aparece como un importante atractivo y los inmigrantes constituyen el 4% de su población total. La Tabla 5.29 muestra el número de inmigrantes recibidos en 2005 y la tasa de crecimiento media anual de los mismos en las localidades afectadas por el *Proyecto*:

Tabla 5. 29 *Inmigrantes recibidos y su tasa de crecimiento media anual*

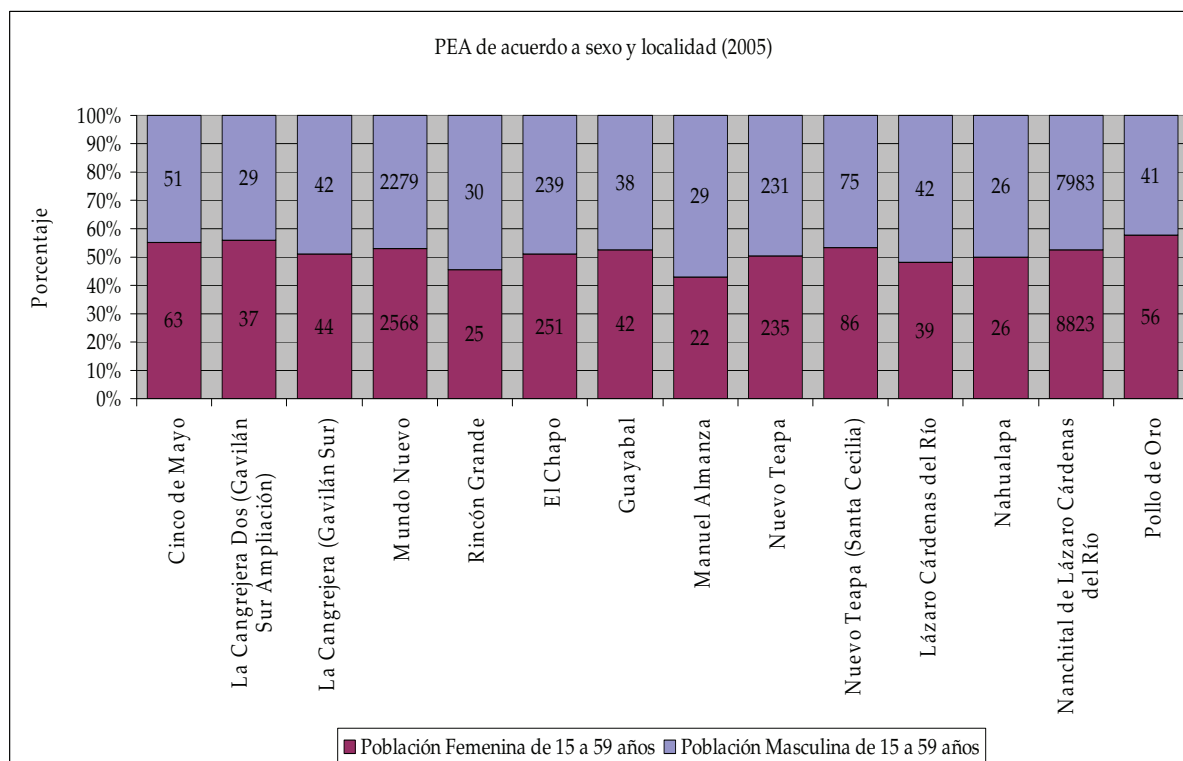
<i>Localidad</i>	<i>Inmigrantes Recibidos</i>	<i>Tasa de Crecimiento Media Anual</i>
Cinco de Mayo	< 50	0.4 a 2.4%
La Cangrejera Dos	< 50	0.4 a 2.4%
La Cangrejera (Gavilán Sur)	< 50	0.4 a 2.4%
Mundo Nuevo	100 a 525	0.4 a 2.4%
Rincón Grande	N/D	N/D
El Chapo	< 50	0.4 a 2.4%
Guayabal	< 50	0.4 a 2.4%
Manuel Almanza	< 50	0.4 a 2.4%
Nuevo Teapa	< 50	0.4 a 2.4%
Nuevo Teapa Santa Cecilia	< 50	0.4 a 2.4%
Lázaro Cárdenas del Río	< 50	0.4 a 2.4%
Nahualapa	< 50	0.4 a 2.4%
Nanchital	100 a 525	0.4 a 2.4%
Pollo de Oro	< 50	2.5 a 4.9%

La razón principal de inmigración en esta zona es la percepción de mejores sueldos en la industria. Esto ha ocasionado que exista un desplazamiento de las actividades agrícolas en zonas rurales, pues se presentan cambios paulatinos de la actividad primaria hacia el sector secundario y terciario directa o indirectamente relacionados con las actividades petroleras de las principales ciudades de la región: Coatzacoalcos, Minatitlán y Nanchital . Sin embargo, debido a que la mayoría de los inmigrantes carecen de calificación laboral para cubrir la oferta de trabajos, éstos se ven absorbidos por el trabajo informal. Es por eso que la zona ha

³ Entiéndase por inmigrante a personas procedentes de otra entidad federativa, Estados Unidos u otro origen desconocido.

perdido popularidad en este respecto y los índices de crecimiento se mantienen más bien bajos (Sánchez Salazar, 2010)⁴.

En términos de mano de obra disponible y de acuerdo con la información del II Censo de Población y Vivienda del INEGI (2005), la Población Económicamente Activa (PEA) de todas las comunidades referidas se desglosan de la Gráfica 5.17 agrupadas por sexo.



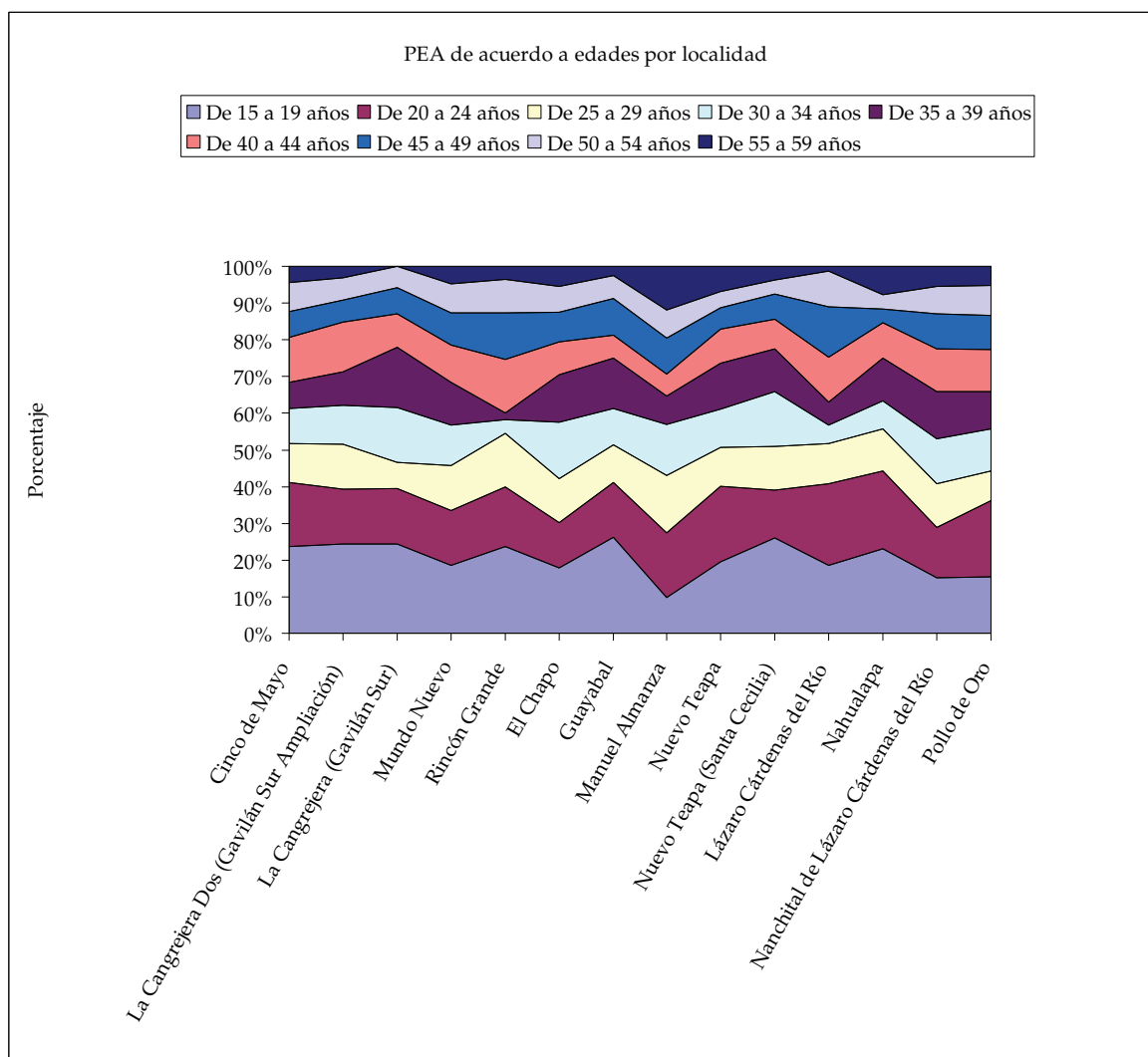
Fuente: INEGI: 2005.

Gráfica 5.17 PEA de las comunidades del AI agrupada por sexo

La Gráfica 5.18 muestra la distribución de la población masculina y femenina por localidad de los 15 a los 59 años. En todas las localidades, excepto en Rincón Grande, Manuel Almanza y Lázaro Cárdenas del Río; las mujeres en edad económicamente activa son mayoría ante la población masculina. Esto puede ser un indicador del potencial laboral de las mujeres en dichas localidades, lo que puede representar una oportunidad importante para el *Proyecto*.

La agrupación, por edad, de la PEA en las comunidades del AI es la siguiente:

⁴ Sánchez Salazar, María T., Martínez, Laguna Norma., 2010. *Total de Inmigrantes y Tasa de Crecimiento Medio Anual por Localidad*. UNAM, México, D.F., pp.3.



Fuente: INEGI, 2005

Gráfica 5.18 *PEA de las comunidades del AI agrupadas por edad*

En la Gráfica 5.18, se denota que alrededor del 50% de la PEA se encuentra entre los 15 y 29 años de edad. El resto de la PEA se distribuye entre los rangos de edad de los 30 a 59 años. En todas las localidades, el sector más importante es el del rango de 15 a 19 años de edad, seguido por el rango de los 20 a 24 años. De esta manera, se observa una predominancia de personas con importantes contribuciones económicas; pues el 60% de la población de las localidades está compuesto por personas hasta los 34 años de edad.

Esta sección, al igual que la primera, vuelve a reflejar la influencia que el desarrollo industrial y comercial tiene en la zona. Las dinámicas migratorias es la evidencia más contundente. Una vez más, se muestra que las comunidades ya han experimentado los resultados de un desarrollo industrial intenso. En este sentido, el *Proyecto* no figura como un factor desconocido.

5.5.7. *Datos particulares de las comunidades dentro de las áreas de influencia*

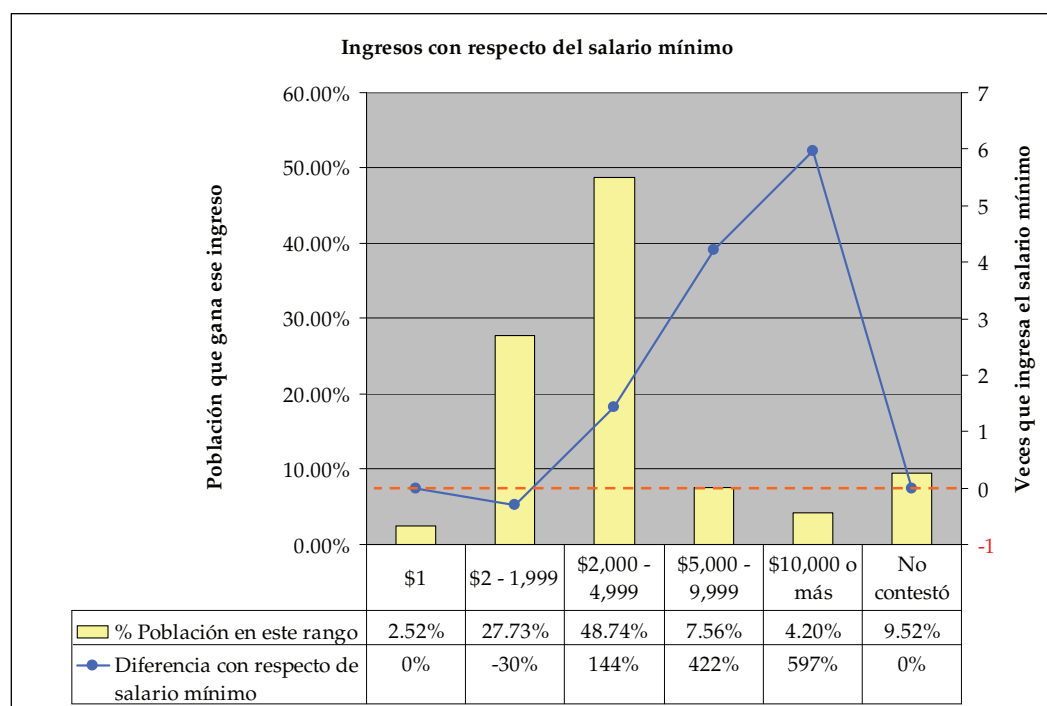
En esta sección se incluirán algunos datos particulares de cada comunidad dentro de las áreas de influencia. Es importante mencionar que, con el fin de conocer la

caracterización social de cada una de las comunidades dentro del AI directa, se elaboró un estudio de campo de Línea Base Social (LBS). El levantamiento de la LBS se llevó a cabo del 11 al 14 de enero de 2011. El objetivo principal de dicha actividad fue documentar las características principales y condiciones de vida de las comunidades, independientemente de su categorización para conocer más de cerca sus intereses y preocupaciones. Para ver el detalle del estudio de LBS referirse al Anexo 5.4.

En términos económicos, las comunidades dentro del AI tienen una configuración muy parecida entre ellas. De acuerdo con la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CNSM) del Gobierno Federal, los municipios de Coatzacoalcos, Ixhuatlán del Sureste, Moloacán y Nanchital se encuentran dentro de la Zona geográfica “A”. Esta es la categoría más alta de tres definidas y establece un salario mínimo diario de \$59.82 al 1 de enero de 2011. Este salario mínimo es 2.9% más alto que el nivel que le sigue por debajo y 5.5% más alto que el salario mínimo establecido para la siguiente categoría.

Con estos datos se puede inferir que la PEA de las localidades dentro del AI no debería, por ley, tener un ingreso menor a \$1,435.68 mensuales⁵. Sin embargo, el estudio de línea base social (LBS), arrojó datos interesantes en estos términos.

La Gráfica 5.19 muestra la distribución de los ingresos de las localidades del AI directa y su diferencia con respecto del salario mínimo estipulado por el SAT.



Gráfica 5.19 Ingresos de las localidades con respecto del salario mínimo

⁵ El cálculo se hizo de manera muy conservadora multiplicando \$59.82 diarios por 6 para obtener el ingreso semanal, suponiendo que no se reciben ingresos por el día de descanso ($\$59.82 \times 6 = \$359.92$). El ingreso semanal se multiplica por 4 para obtener el estimado mensual de \$1,435.68 ($\$359.92 \times 4 = \$1,435.68$). Este cálculo no considera jornadas dobles, ni horas extras, ni pagos en días de descanso.

La Gráfica 5.19 muestra dos ejes. El eje “Y” principal define el porcentaje de la población que tiene el ingreso señalado por la gráfica de barras y el eje “Y” secundario muestra el número de veces que el salario mínimo es representado por ese ingreso.

De esta manera, se puede leer que 2.52% de la población dentro del AI directa no tiene ingreso alguno (representado en la gráfica por \$1 para efectos de simplicidad). Es decir, no ganan ni una vez el salario mínimo (representado por la línea horizontal punteada en la gráfica).

El grueso poblacional concentra ingresos entre \$2,000 y \$4,999. Tomando \$3,500 como promedio, ese sector poblacional gana 1.4 veces más el salario mínimo (144%). El segundo sector más significativo es el que gana entre \$2 y \$1,999. Tomando un promedio de \$1,000; ese sector poblacional gana 30% menos que el salario mínimo.

Posteriormente, el 7.56% de las personas en las localidades gana entre \$5,000 y \$9,999; 4.2 veces más que el salario mínimo. Así, la población con más ingresos se reduce y la diferencia con respecto del salario mínimo estipulado, incrementa.

El análisis anterior se hizo con base en el levantamiento de la LBS, que incluye sólo a las comunidades del AI directa, pues este nivel de detalle no existe de manera pública y abierta para todas las comunidades incluidas en el AI. Sin embargo, dado que las características económicas y sociales son muy similares y que todas se encuentran en un diámetro geográfico no mayor a 14 Km., es válido extrapolar dichas características a las demás comunidades para poder obtener un sentido general de distribución salarial. Esto con el fin de poder dimensionar el tamaño de las comunidades más vulnerables en términos económicos.

A continuación se presentará una caracterización demográfico-social de cada una de las comunidades dentro de las áreas de influencia. Los datos fueron obtenidos a través de fuentes secundarias a través de acceso a información pública del INEGI. Adicionalmente, los datos serán enriquecidos por visitas a campo a partir de la elaboración de la LBS para las comunidades dentro del AI directa. En la siguiente sección se presentarán fotos esquemáticas de las comunidades dentro del AI directa. Sólo se mostrarán fotos de las comunidades dentro del AI directa, pues son las comunidades en las que se enfocó el estudio de LBS.

Lázaro Cárdenas del Río

A sólo 1Km. de distancia del sitio de interés, Lázaro Cárdenas del Río se encuentra dentro del AI directa del *Proyecto*. Lázaro Cárdenas del Río tiene una configuración más bien rural. Las casas de los habitantes se disponen claramente separadas entre sí, lo que evidencia que la comunidad ha ido creciendo a partir de una distribución ejidal. Sólo un camino de 1.3Km conecta a la comunidad con la carretera más cercana está pavimentado, mientras que las calles interiores sólo están compactadas lo que ocasiona serios problemas de encharcamientos en

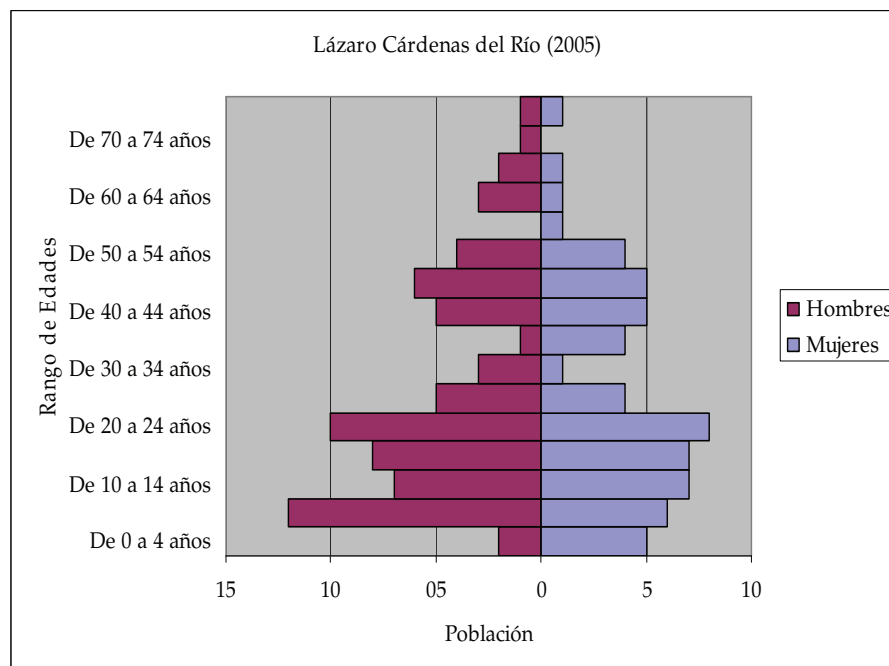


*Fotografía 5.20 Camino interno en Lázaro
Cárdenas del Río*

época de lluvias, pues la comunidad se encuentra ubicada en una zona baja propensa a inundarse. La infraestructura que compone la comunidad es variada. Algunas casas están hechas de cemento y material de construcción y otras con otros materiales: madera, lámina, llanta, etc. La mayoría de las casas están dispuestas en terrenos relativamente espaciosos (1,000 m² aproximadamente) y sus habitantes tienen la libertad de sembrar algunos productos de autoconsumo.

Para ver más detalle de la caracterización social de Lázaro Cárdenas ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.

En términos de distribución poblacional, la representación piramidal de Lázaro Cárdenas del Río se muestra en la Gráfica 5.20.



Gráfica 5.20 *Distribución poblacional en Lázaro Cárdenas del Río*

La población de Lázaro Cárdenas del Río presenta una tasa desproporcionada de relación entre hombres y mujeres, especialmente en la edad de 4 a 14 años (predominancia masculina) y en la edad de 34 a 40 años (predominancia femenina). La distribución poblacional en Lázaro Cárdenas del Río es mayoritariamente tendiente al género masculino.

Nahualapa

A 500 metros de distancia del perímetro del sitio de interés, Nahualapa es la comunidad más vulnerable. Es una comunidad totalmente rural, pues sus habitantes no tienen acceso a energía eléctrica, agua potable, drenaje, transporte público ni servicios de recolección de basura, aún cuando se encuentra a escasos 3Km. de Nanchital. Un camino de terracería divide a Nahualapa del camino principal, lo que ocasiona que, en temporada de lluvias el camino se vuelva

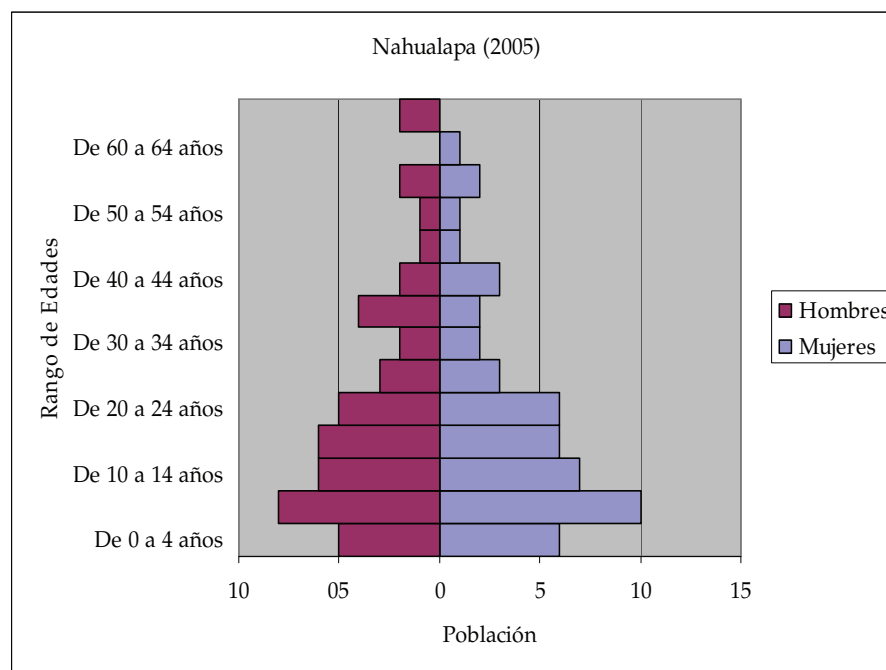


Fotografía 5.21 *Patio trasero de vivienda en la congregación de Nahualapa*

inaccesible. Esta característica topográfica juega un importante papel, pues los habitantes de Nahualapa se ven totalmente incomunicados de otras comunidades en tiempos de lluvia. Muy pocas casas en Nahualapa están construidas con

cemento, la mayoría de las casas en Nahualapa están hechas de restos de materiales de construcción, incluso un par de ellas, están construidas a base de adobe, material característico de comunidades muy rurales. El centro de salud de Nahualapa y la escuela primaria están abandonados. Para ver más detalle de la caracterización social de Nahualapa ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.

La pirámide poblacional de Nahualapa se muestra en la siguiente Gráfica 5.21:



Gráfica 5.21 *Distribución poblacional en Nahualapa*

Nahualapa presenta una distribución más regular entre géneros. La mayoría de sus habitantes son del género femenino y se encuentran en los rangos de 4 a 24 años de edad, mostrando una población relativamente joven. No existen movimientos migratorios significativos en la comunidad, por lo que no se presenta un cambio radical de población a partir de la edad productiva.

Pollo de Oro

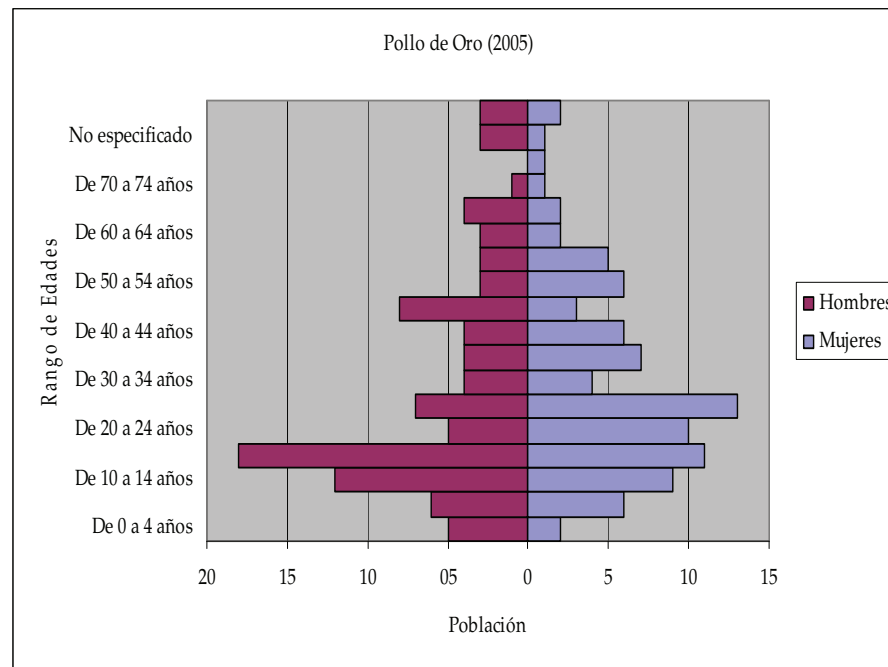
Pollo de Oro es la comunidad más cercana al sitio de interés, pues se encuentra a 500 metros de uno de sus límites. Sin embargo, no es tan vulnerable como Nahualapa. Pollo de Oro, aunque tiene aspecto rural no se encuentra aislada de las manchas urbanas de su alrededor: Nanchital o Ixhuatlán del Sureste. La mayoría de las viviendas de



Fotografía 5.22 *Vivienda en Pollo de Oro*

los habitantes de Pollo de Oro están hechas de concreto y lámina. Esto refleja que, si bien no se trata de un ambiente urbanizado, se tienen los medios económicos para edificar con materiales apropiados. El drenaje en la comunidad es de poca capacidad y generalmente, en época de lluvias, hay inundaciones pues las calles interiores no están pavimentadas. La comunidad cuenta con un templo religioso, un centro de asistencia infantil y una escuela primaria. Para ver más detalle de la caracterización social de Pollo de Oro ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.

La pirámide poblacional de Pollo de Oro se muestra a continuación:



Gráfica 5.22 *Distribución poblacional en Pollo de Oro*

Pollo de Oro presenta una pirámide poblacional asimétrica, con una mayoría de población femenina general excepto en la población de 10 a 14 años de edad. A partir de los 20 años, la población masculina se ve gravemente reducida posiblemente debido a la necesidad de migración laboral o búsqueda de oportunidades académicas en ciudades con acceso a planteles de educación superior.

Cinco de Mayo

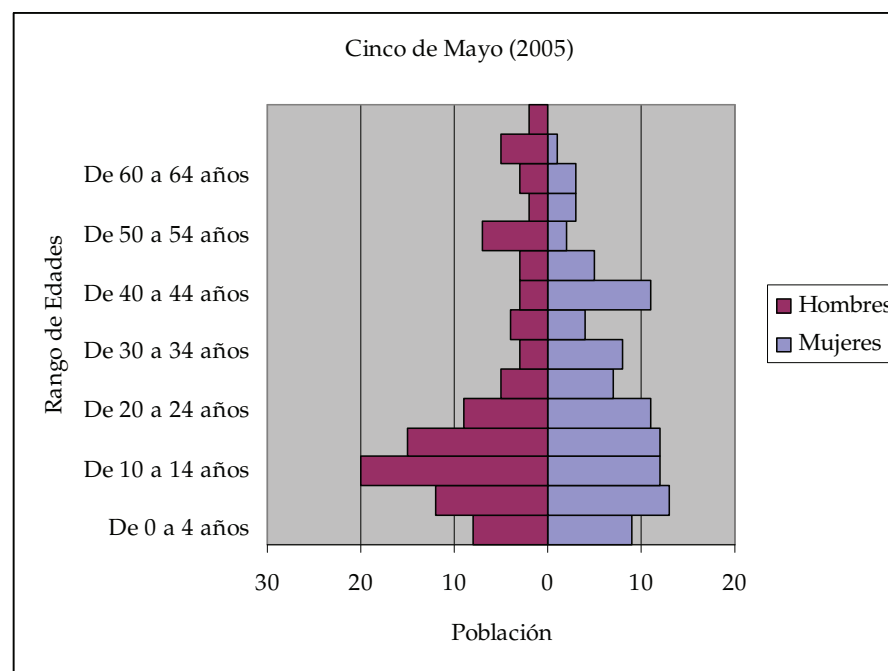
Cinco de Mayo es una comunidad considerada dentro del AI directa del *Proyecto*. Aunque la comunidad de Cinco de Mayo no puede ser catalogada como una



Fotografía 5.23 *Vista general del Ejido Cinco de Mayo*

comunidad totalmente urbana, tampoco puede ser catalogada como una población totalmente rural. La comunidad se halla localizada a 4 Km. al noreste del sitio de interés a lo largo de la carretera Coatzacoalcos-Villahermosa, que favorece a los habitantes en términos de acceso a movilidad y ofrecimiento de servicios a los transeúntes. Los habitantes de la comunidad tienen acceso a energía eléctrica, sin embargo no cuentan con el servicio de agua corriente ni drenaje. La configuración de las casas habitación es muy espaciada entre ellas, lo que reafirma que la población creció a partir de una repartición ejidal o parcelaria. Para ver detalles de la configuración social de Cinco de Mayo ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.

La distribución poblacional de la comunidad Cinco de Mayo es la siguiente:



Gráfica 5.23 *Distribución poblacional en Cinco de Mayo*

El Ejido Cinco de Mayo presenta una población muy joven. Como se puede apreciar por la forma de la pirámide poblacional, a partir de los 24 años de edad, la población masculina declina de forma importante. Únicamente se reestablece la presencia masculina en personas mayores a los 50 años, posiblemente debido a que la población masculina más joven es la que principalmente emigra para buscar oportunidades laborales en los sectores secundario y terciario, lo que reafirma la constante interacción que hay entre las comunidades y el desarrollo industrial y comercial.

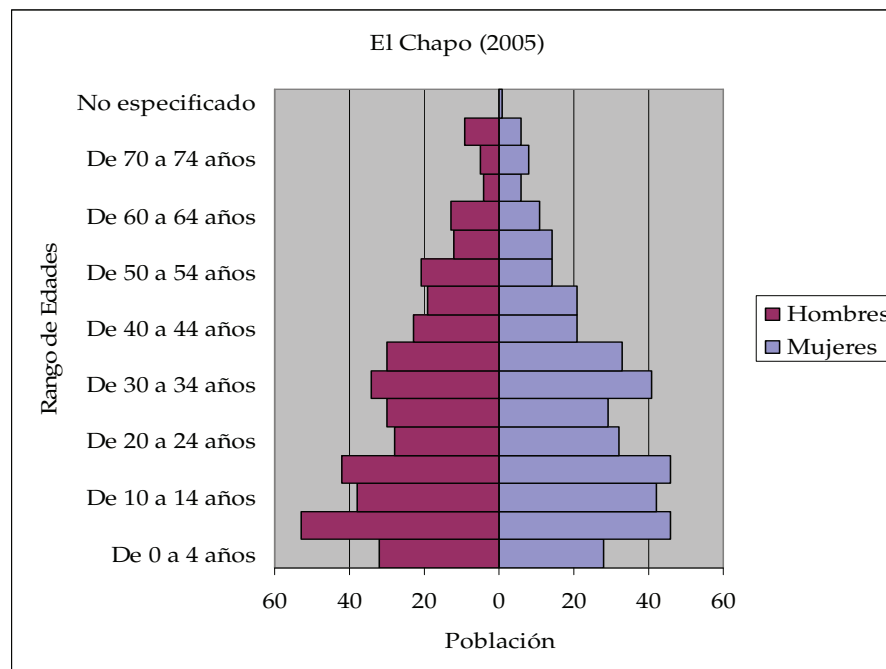
El Chapo

La comunidad de El Chapo tiene aproximadamente 900 habitantes. Por su cercanía, se ha ubicado dentro del AI directa del *Proyecto*, aunque pertenece al municipio de Ixhuatlán del Sureste. La comunidad de El Chapo se encuentra a 3.5Km al sureste del sitio de interés. Con una configuración semi-rural, El Chapo tienen algunas de sus calles pavimentadas, las estructuras de las casas habitación son muy variadas. Algunas están hechas con concreto y lámina otras con

pedacería de madera. La separación de las casas es muy notable entre ellas en las afueras de la comunidad, mientras que las que se encuentran en el centro de la misma se encuentran muy cercanas unas a otras. En el centro de la comunidad existe un centro deportivo recreativo y las oficinas de la sub-agencia municipal. El Chapo se encuentra dividido en dos secciones. La sección norte y la sur, divididas por unas vías de ferrocarril activo que sirven al desarrollo industrial de la zona en general. Para ver detalles de la configuración social de El Chapo ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.



La distribución poblacional de El Chapo es la siguiente:



Gráfica 5.24 *Distribución poblacional en El Chapo*

La pirámide poblacional de El Chapo cuenta con una distribución acentuada en la población joven, especialmente de los 10 a los 30 años, aunque disminuye de manera poco precipitada mientras avanza la edad de sus pobladores. Existe a su vez, una aparente falta de personas de 20 a 24 años, posiblemente debido a que el rango pertenece a la población que mayoritariamente emigra en búsqueda de completar estudios posteriores u oportunidades laborales.

Mundo Nuevo

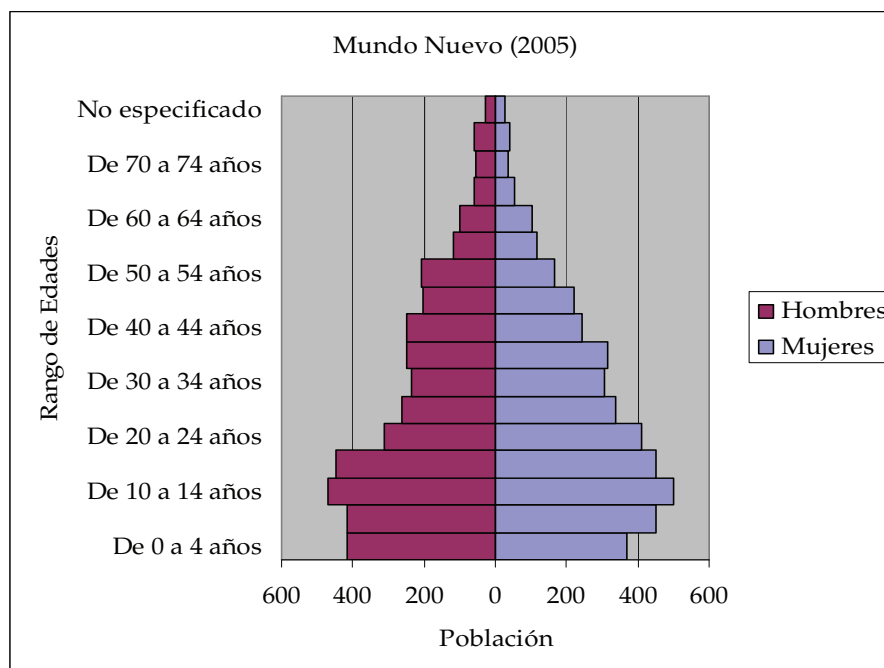
Perteneciente al municipio de Coatzacoalcos, Mundo Nuevo es una comunidad que ha sido identificada dentro del AI directa del Proyecto, tiene una población aproximada de 8,000 habitantes y se encuentra a 3Km. del sitio de interés. Es una comunidad particularmente sensible al desarrollo petroquímico en la zona, pues durante los años 70's la comunidad se



Fotografía 5.25 Calle interior en Mundo Nuevo

formó como resultado de un reasentamiento dirigido por PEMEX. Por esta razón, los habitantes de Mundo Nuevo no cuentan con títulos de propiedad de los terrenos que habitan y la comunidad es catalogada como un asentamiento irregular. Esto ha ocasionado que los habitantes de Mundo Nuevo tengan cierto rechazo a un desarrollo similar. A pesar de esto, la configuración de Mundo Nuevo es totalmente urbanizada: todas las calles están pavimentadas, existe un mercado, rastro, cementerio, templos de oración, escuelas, etcétera. Sin embargo, los servicios de salud y transporte público son deficientes. Muchas casas y estructuras tienen apariencia descuidada, pues algunas están siendo habitadas sin estar completamente terminadas, lo que habla de cierto rezago económico en la zona. Además, se han reportado recurrentes indicios de criminalidad, drogadicción y alcoholismo en la comunidad. Para ver detalles de la configuración social de Mundo Nuevo ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.

La pirámide poblacional de Mundo Nuevo tiene la siguiente estructura:



Gráfica 5.25 *Distribución poblacional en Mundo Nuevo*

La población es predominantemente joven, siendo el grueso de la población entre 5 y 24 años de edad. La mayoría de la población es predominantemente femenina, especialmente en rangos de edades de 20 a 40 años. A diferencia de algunas comunidades alrededor del *Proyecto*, la pirámide sugiere que los habitantes jóvenes no son muy propensos a salir a buscar empleo fuera de su comunidad.

Nanchital

La comunidad de Nanchital es la cabecera del municipio del mismo nombre. La comunidad se desenvuelve en un ambiente totalmente urbanizado, aunque no se considera una gran ciudad. Todas las calles están pavimentadas, todos los servicios básicos -como transporte público, drenaje, acceso a medios de comunicación, energía eléctrica, educación, etc - están cubiertos. Para ciertos servicios, sobre todo de entretenimiento (p.ej. cines o plazas comerciales), los habitantes de Nanchital todavía tienen que desplazarse a Coatzacoalcos.

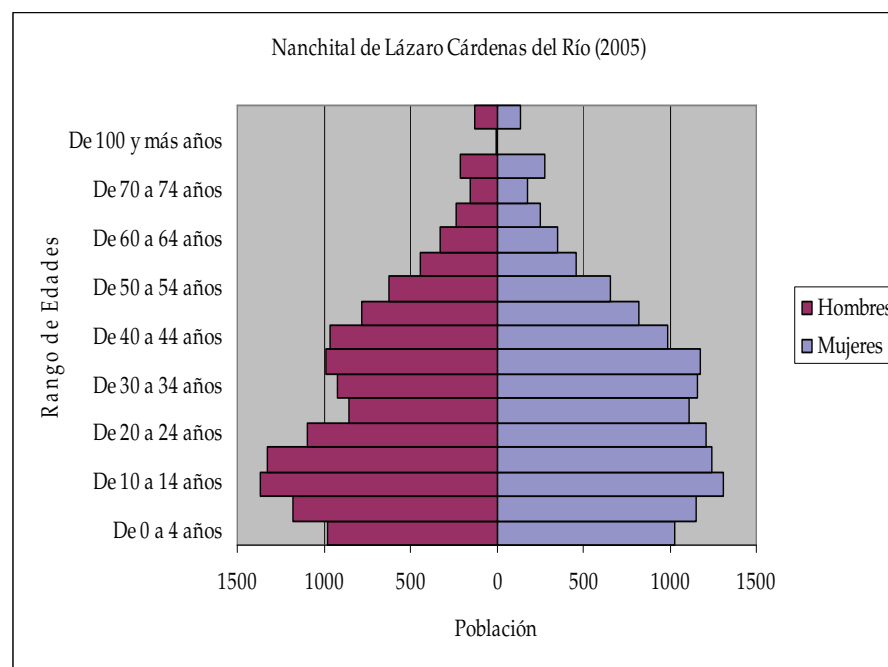


Fotografía 5.26 *Vista general de Nanchital del Río*

Nanchital es, en general, una comunidad muy bien establecida. Cuenta con mercado público, oficinas municipales, oficinas de prensa escrita, escuelas, cadenas de comercio nacional e internacional. Incluso las oficinas del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana sección 11, el más poderoso

numéricamente a nivel nacional; tiene su sede en esta localidad. Para ver detalles de la configuración social de Nanchital ver el estudio de LBS en el Anexo 5.4.

La pirámide poblacional de Nanchital se muestra a continuación:

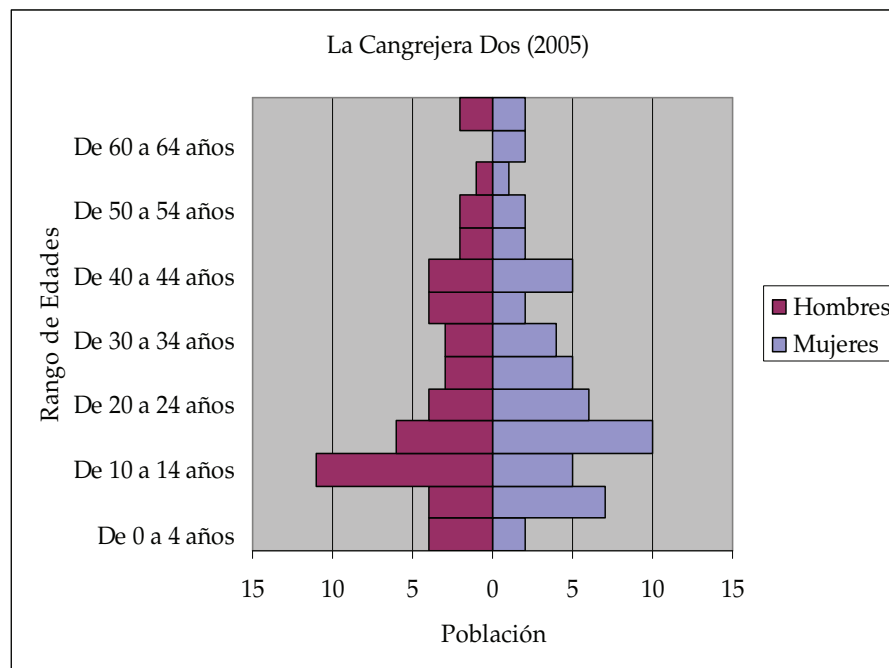


Gráfica 5.26 *Distribución poblacional en Nanchital*

La población de Nanchital presenta una de las pirámides poblacionales más uniformes y constantes de las comunidades enmarcadas en el AI. Sin embargo, esto se debe en su mayoría a la gran cantidad de habitantes (27,000 o más de 278 veces la cantidad de personas en Nahualapa) que homogeneiza su distribución. Independientemente, existe un vacío poblacional del género masculino en los rangos de edad de 24 a 34 años.

La Cangrejera Dos y La Verónica

Ambas comunidades, al igual que Cinco de Mayo, tienen una configuración rural, aunque con ciertas características de desarrollo urbano como acceso a transporte público, acceso a energía eléctrica, acceso a templos religiosos y escuelas, instalaciones gubernamentales, etc. Sin embargo, también sufren de carencias en servicios drenaje y agua potable.



Gráfica 5.27 *Distribución poblacional en La Cangrejera Dos*

La población de La Cangrejera Dos, al igual que la de Cinco de Mayo, sufre un decrecimiento de hombres a partir de los 18 años aproximadamente. No es sino a partir de los 45 años que la cantidad de hombres se reestablece para equiparar a la población de mujeres, que es mayoría en las edades de los 18 a los 44 años. Esta reducción de jóvenes se debe a la demanda laboral en otras comunidades, principalmente en los centros industriales en alrededor de Coatzacoalcos. Dado que la comunidad de La Verónica es muy pequeña, no existen datos públicos que permitan evaluar la estructura de su pirámide poblacional.

A continuación se presenta un resumen esquemático de los servicios con los que cuenta cada comunidad dentro del AI directa:

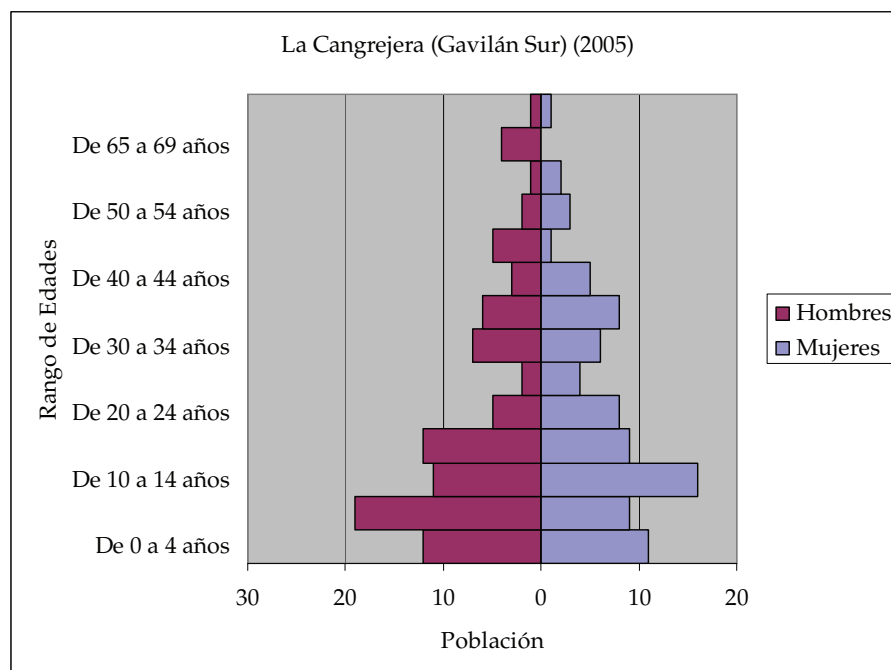
Tabla 5. 30 Acceso a servicios e instalaciones por comunidad dentro del AI directa

<i>Localidad</i>	<i>Escuela primaria</i>	<i>Escuela secundaria y/o preparatoria</i>	<i>Universidad</i>	<i>Agua potable y drenaje</i>	<i>Centros de salud</i>	<i>Transporte público</i>	<i>Electricidad</i>
Nahualapa	-	-	-	-	X	-	-
Pollo de Oro	X	-	-	-	X	X	X
Lázaro Cárdenas	X	-	-	-	X	-	X
Cinco de Mayo	X	-	-	-	X	X	X
La Cangrejera Dos	X	-	-	-	X	X	X
La Verónica	X	-	-	-	X	X	X
El Chapo	X	-	-	-	X	X	X
Mundo Nuevo	X	X	-	X	X	X	X
Nanchital	X	X	-	X	X	X	X

La Cangrejera (Gavilán Sur) y Rincón Grande

La Cangrejera (Gavilán Sur) y Rincón Grande son comunidades que se encuentran a 6Km al noreste del sitio de interés. Son comunidades que se encuentran a 2Km del complejo petroquímico Cangrejera por lo que no se considera que serán directamente afectados por el *Proyecto*, pues son comunidades directamente influenciadas por Cangrejera e indirectamente por el *Proyecto*.

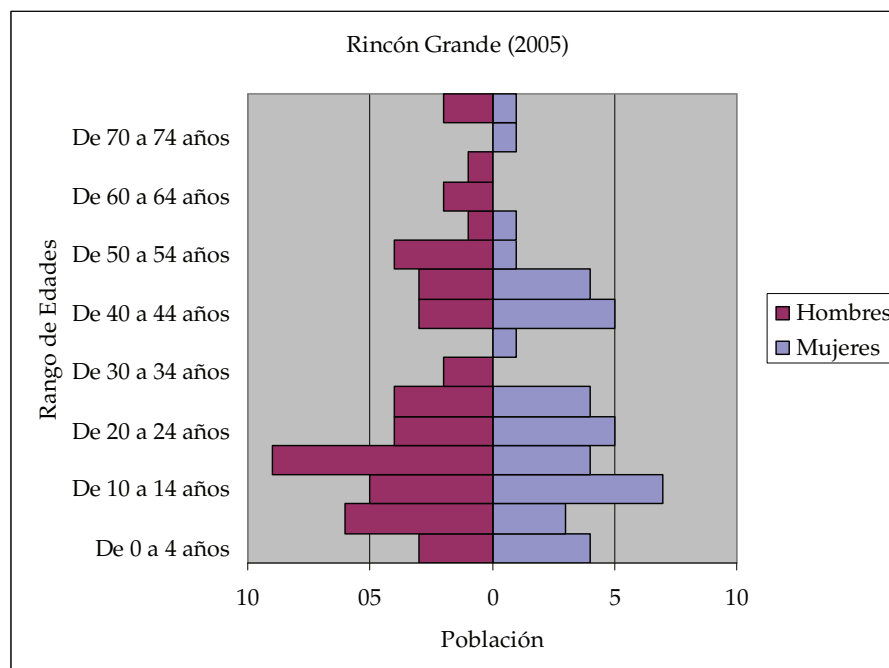
La pirámide poblacional de Cangrejera (Gavilán Sur) tiene la siguiente estructura:



Gráfica 5.28 *Distribución poblacional en La Cangrejera (Gavilán Sur)*

En la Cangrejera (Gavilán Sur), el rango de edad predominante es la de 8 a 18 años para hombres y mujeres. A partir de los 20 años, ambos géneros se reducen de manera significativa hasta alcanzar los 50 años, en donde se reestablecen nuevamente.

La pirámide poblacional de Rincón Grande es:



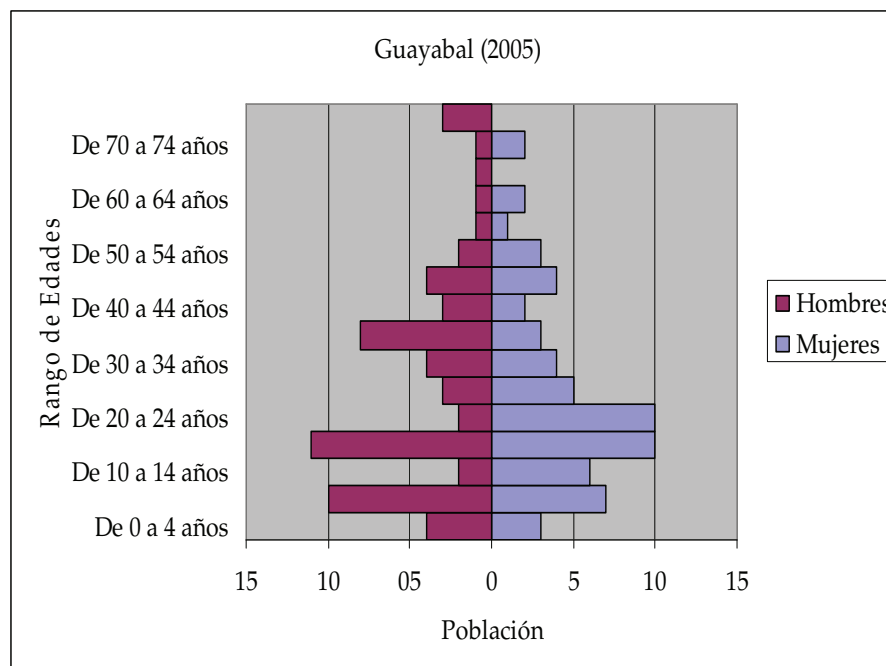
Gráfica 5.29 *Distribución poblacional en Rincón Grande*

La comunidad de Rincón Grande presenta una demografía muy particular, aunque la estructura de la pirámide es muy parecida a la de La Cangrejera (Gavilán Sur): ambas presentan una base ancha que va perdiendo grosor a medida que llega a su punta. Los jóvenes permanecen en la comunidad hasta los 25 años y, a partir de ahí, hombres y mujeres por igual emigran por un período de 10 años aproximadamente. Esto puede ser un indicio de migración a comunidades más grandes como producto de la actividad petrolera y comercial de la zona.

Guayabal

La comunidad de Guayabal tiene aproximadamente 100 habitantes y se encuentra a 5Km del sitio de interés. Por su ubicación física y posición geopolítica, pues pertenece al municipio de Ixhuatlán del Sureste; se ha ubicado dentro del AI indirecta del *Proyecto*. Guayabal es una comunidad de configuración predominantemente rural. Las casas están notablemente separadas entre sí y los materiales de construcción son muy variados.

La pirámide poblacional de Guayabal es como sigue:



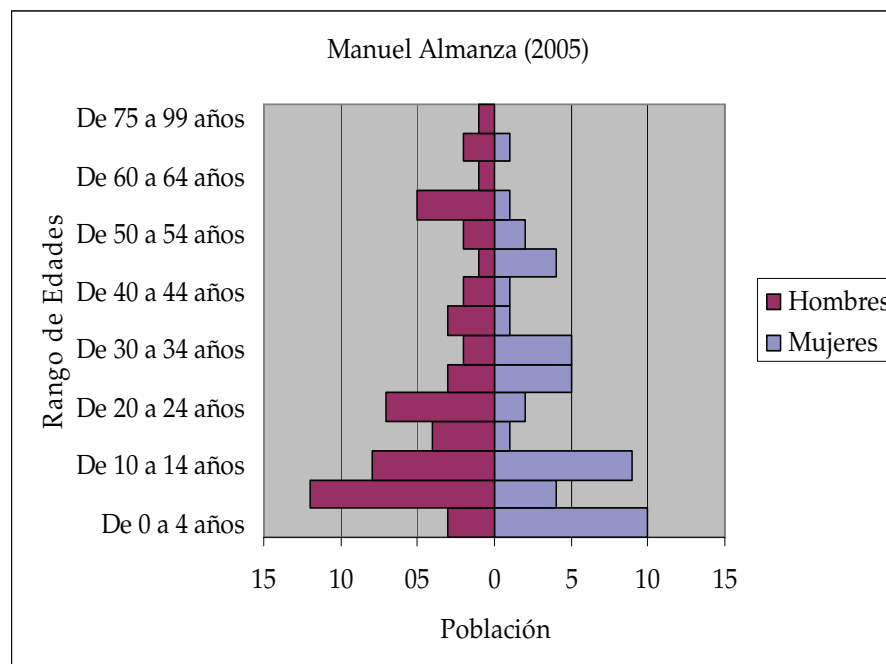
Gráfica 5.30 *Distribución poblacional en Guayabal*

El Guayabal presenta una población predominante femenina en todos los rangos de edad. La población masculina se percibe importantemente diezmada a los 10 años y de los 20 a los 30, mientras que la población femenina se mantiene constante de los 20 a los 30 y, a partir de ahí, comienza a declinar.

Manuel Almanza, Nuevo Teapa y Nuevo Teapa (Santa Cecilia)

Las comunidades de Manuel Almanza y Nuevo Teapa se encuentran a 8 y 10Km. de distancia del sitio de interés respectivamente. Ambas comunidades pertenecen al municipio de Moloacán. Por su lejanía física y posición geopolítica fueron ubicadas dentro del AI indirecta del *Proyecto*.

Manuel Almanza es una comunidad de menos de 100 personas, tiene una configuración totalmente rural. Las casas, de uno o dos cuartos, se describen mejor como pequeñas chozas. No se cuenta con ningún tipo de servicio: energía eléctrica, transporte, agua, drenaje, servicio médico ni escuelas. Algunos habitantes de ésta comunidad consideran que viven en pobreza extrema.

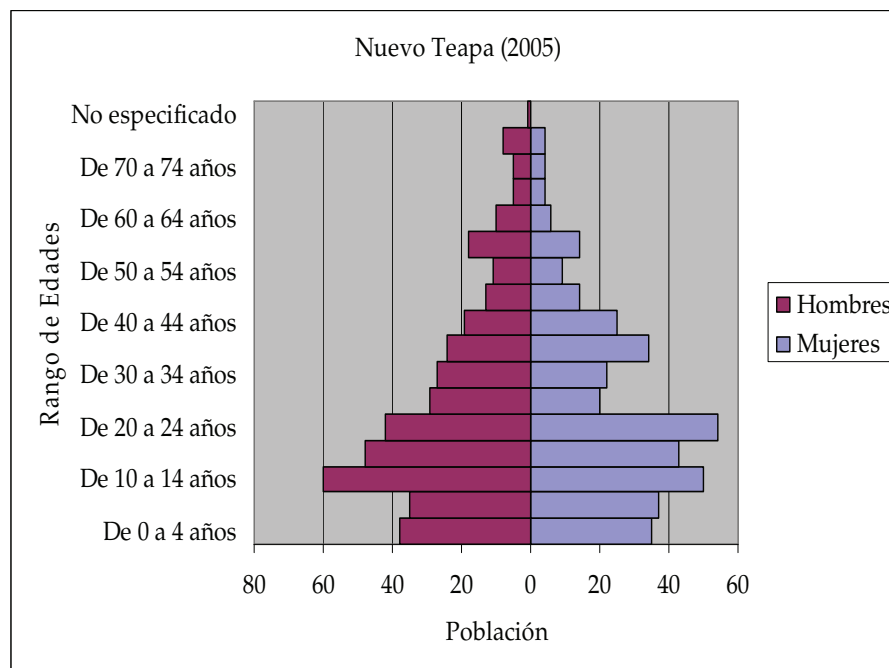


Gráfica 5.31 *Distribución poblacional en Manuel Almanza*

La población de Manuel Almanza presenta un comportamiento muy similar a la de Cangrejera Dos y Guayabal, pues sufre de una reducción importante a partir de los 25 años, en el caso de los hombres. Cuando la población masculina comienza a recuperarse, a partir de los 35; la población femenina comienza a reducir. En general, la población se aprecia joven.

Nuevo Teapa es una comunidad a 1.5Km al sureste del Ejido Cinco de Mayo y su configuración es muy similar a la segunda. Ambas se localizan a lo largo de la carretera Coatzacoalcos-Villahermosa. Sus habitantes cuentan con acceso a energía eléctrica y drenaje al igual que los de Cinco de Mayo. La mayoría de las casas están construidas con cemento, aunque hay algunas construidas con restos de madera y lámina.

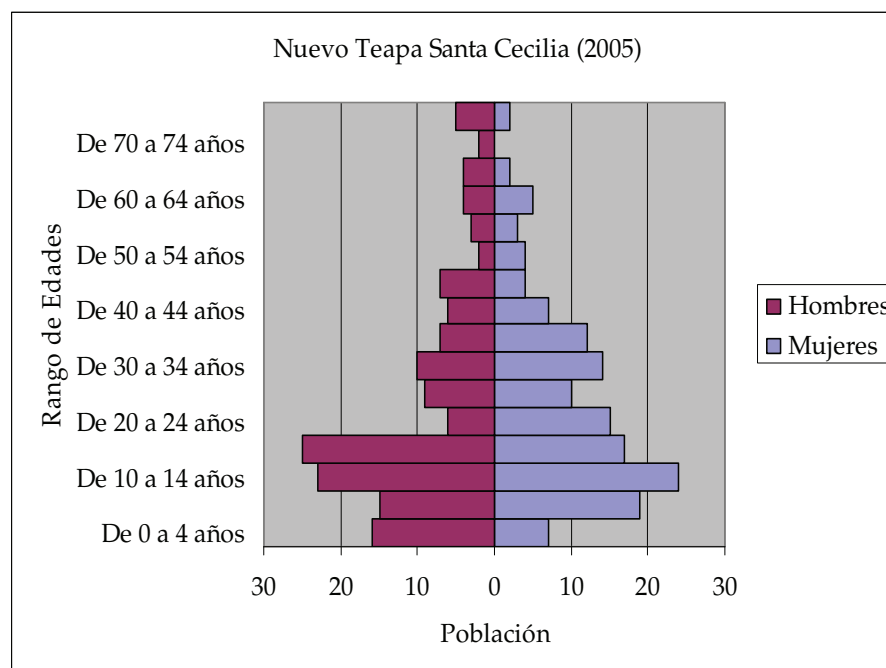
La distribución poblacional es como sigue:



Gráfica 5.32 *Distribución poblacional en Nuevo Teapa*

La composición de Nuevo Teapa, al igual que la de Mundo Nuevo es mayoritariamente joven y femenina. Las únicas instancias en donde la población masculina sobrepasa a la femenina es de los 25 a los 29 años y de los 50 a los 59 años. La población masculina, como se ha visto recurrentemente en las demás comunidades, se ve disminuida a partir de los 30 años, posiblemente por algún fenómeno de emigración laboral.

Por otro lado, Nuevo Teapa (Santa Cecilia) se encuentra 5Km. al este de Nuevo Teapa, lo que ubica a la comunidad fuera del AI directa. Sin embargo, se encuentra dentro del AI indirecta por su ubicación geográfica. Su configuración social es muy similar a la de Cinco de Mayo. Ambas se encuentran a lo largo de vías de comunicación y parte de su desarrollo se debe a la derrama económica provocada por quienes ocupan dichas vías de comunicación.



Gráfica 5.33 *Distribución poblacional en Nuevo Teapa Santa Cecilia*

Nuevo Teapa Santa Cecilia presenta una importante disminución de la población masculina a los 20 años de edad. A partir de ese rango, la población se mantiene más o menos constante hasta los 50 años, en donde vuelve a sufrir de otra disminución. La población, al igual que en otros casos, es predominantemente femenina.

5.5.8. *Otros factores socioculturales en las áreas de influencia*

Presencia de grupos étnicos y religiosos

La Norma de Desempeño Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional (CFI) 7 y la Directiva Operacional B.9 del Banco Inter-Americano de Desarrollo, se enfocan en los impactos a las comunidades indígenas y sus estilos de vida. En esta sección se presentará un recuento de datos en este sentido y se presentarán las conclusiones pertinentes del *Proyecto* en este sentido.

De acuerdo al II Censo de Población y Vivienda 2005 efectuado por el INEGI, la población total de indígenas en las localidades del AI se presenta en la Tabla 5.30:

Tabla 5.30 *Población de 5 años o más que habla una lengua indígena*

Comunidades	Población	Porcentaje en relación a población total en 2005
Cinco de Mayo	1	0.49%
La Cangrejera Dos	0	0%
La Cangrejera (Gavilán Sur)	0	0%
La Verónica	0	0%
Mundo Nuevo	256	3.19%

Comunidades	Población	Porcentaje en relación a población total en 2005
Rincón Grande	3	3.33%
El Chapo	3	0.38%
Guayabal	1	0.82%
Manuel Almanza	1	0.98%
Nuevo Teapa	4	0.53%
Nuevo Teapa Santa Cecilia	3	1.04%
Lázaro Cárdenas del Río	1	0.77%
Nahualapa	0	0%
Nanchital	673	2.58%
Pollo de Oro	0	0%
Total	946	2.55%

Fuente: INEGI, 2005 y cálculos de ERM.

Como se puede observar en la Tabla 5.28, existe un total de 946 personas mayores de 5 años que hablan alguna lengua indígena en las áreas de influencia. Estas estadísticas fueron recopiladas de datos del INEGI al año 2005.

Cabe mencionar que en México es común que la gente alrededor de zonas rurales hable algún lenguaje indígena, pues es una costumbre mantenida a lo largo de las generaciones. Sin embargo, esto no necesariamente significa que la lengua indígena es su idioma principal. En el caso de las comunidades del AI la lengua principal es el español, pues la zona ya ha sido influenciada, desde hace muchos años; por el desarrollo industrial y comercial. Contextualizando los datos de la Tabla 5.28, la existencia de conocedores de lenguas indígenas se considera totalmente normal.

Por las razones que a continuación se enlistan, se concluye que el *Proyecto* no compromete, de ninguna manera, la desaparición de éstas lenguas ni el estilo de vida de las personas que las conocen. La Norma de Desempeño Ambiental y Social 7 de la Corporación Financiera Internacional (CFI), reconoce la presencia de grupos indígenas siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1. **Identificación propia como miembros de un grupo cultural indígena distinto, así como el reconocimiento de su identidad por otros.** No hay, en las comunidades dentro de las áreas de influencia, grupos de personas que se auto-identifiquen como tal.
2. **Un apego colectivo a hábitats geográficamente demarcados o a territorios ancestrales en la zona del *Proyecto*, así como a los recursos naturales en dichos hábitats y territorios.** No existe un grupo de personas que se auto-identifiquen como indígenas que se apeguen a zonas específicas de la región y/o a recursos naturales.
3. **Una lengua indígena, con frecuencia diferente de la lengua oficial del país o la región.** Esta condición no se cumple pues, como se mencionó anteriormente, aunque algunos habitantes conocen alguna lengua

indígena; éstas no son sus idiomas principales. Adicionalmente, con base en estadísticas del INEGI, aunque el 2.55% de los habitantes de las áreas de influencia conocen alguna lengua indígena, dicho dato no es una generalización.

4. **Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas históricamente distintas de las de la sociedad o cultura dominante.** Ninguna de las comunidades dentro de las áreas de influencia tiene un sistema de gestión política y legal adicional y distinto a los establecidos de manera nacional.

El cumplimiento de los criterios mencionados, mismos que también se basan en las observaciones de la Directiva Operacional B.9 del Banco Inter-Americano de Desarrollo y la Recomendación sobre Enfoques Comunes sobre el Medio Ambiente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE); reflejaría la presencia de comunidades indígenas en las áreas de influencia. Puesto que ninguno de los criterios se cumple, se concluye que: (a) no existen comunidades indígenas en las áreas de influencia y, por ende, (b) la afectación del *Proyecto* en referencia a comunidades y estilos de vida indígenas es totalmente nula.

Zonas Arqueológicas

De acuerdo con la información existente del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) las zonas arqueológicas de mayor relevancia en el Estado de Veracruz se encuentran lejanas al Sitio del *Proyecto*. Las zonas arqueológicas de mayor envergadura más cercanas al sitio de interés son:

- Tres Zapotes: Aproximadamente a 120 Km. al noroeste del sitio de interés;
- San Lorenzo Tenochtitlán: Aproximadamente a 53 Km. al suroeste del sitio de interés; y
- La Venta: Aproximadamente a 33 Km. al este del sitio de interés.

Sin embargo, es necesario mencionar que se han encontrado restos de embarcaciones (cayucos de chapopote que servían de comercio entre Mayas y Teotihuacanos) cerca de la Laguna Pajaritos (5-6 Km. al noroeste del sitio de interés); dicho hallazgo fue reportado al INAH por una empresa constructora mientras realizaba trabajos de construcción de un dique seco en octubre de 2007⁶. Lo anterior mostraría la posible existencia de vestigios arqueológicos a través del Río Coatzacoalcos. La construcción de un túnel de gran relevancia en esa zona fue detenida por los hallazgos arqueológicos y dicho túnel, aunque representaría a su vez un canal de comunicación relevante para las futuras operaciones de transporte de materiales o personal, no es necesario ni crítico para el transporte requerido para las actividades de las diversas etapas del *Proyecto*. El túnel podría ser potencialmente utilizado como vía de transporte, mas no fue considerado en los planes y programas de movimiento de materiales, transporte de personas o tráfico del *Proyecto*, ya que actualmente existen rutas suficientes capaces de mantener el nivel de transporte requerido.

⁶ Alfredo Mart. México Desconocido. Disponible en: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/tras-la-pista-de-antiguos-cayucos-coatzacoalcos-un-nuevo-puerto-arqueologico.html> (Accedida: Febrero, 2011).

Los municipios de Nanchital e Ixhuatlán del Sureste no cuentan con zonas arqueológicas registradas. Sin embargo, ERM realizó una solicitud formal al INAH para verificar en su base de datos la presencia o ausencia de sitios de interés arqueológico dentro del AI (ver Anexo 7.1), dado como resultado que el INAH confirmara la ausencia de registros arqueológicos para el sitio de interés en su base de datos (ver Anexo 7.2). Posteriormente a esto, para asegurarse de que el *Proyecto* no supone riesgos para la integridad de vestigios arqueológicos, el *Promoviente* hizo una solicitud formal al INAH para que visitase el sitio de interés para corroborar la inexistencia de vestigios arqueológicos (ver Anexo 7.3). Después de una inspección visual al sitio de interés hecha por varios arqueólogos del INAH en la que el predio se dividió en varias secciones para su mejor análisis; la respuesta del INAH fue que la inexistencia de vestigios arqueológicos no pudo ser precisamente determinada por las dificultades que la densidad de la vegetación impuso sobre la inspección (ver Anexos 7.4, 7.5 y 7.6). Una vez que las actividades de desmonte estén en una etapa más avanzada, el INAH tendrá que hacer una segunda inspección al sitio de interés.

Monumentos Históricos

El municipio de Coatzacoalcos cuenta con una presencia más relevante de monumentos históricos, principalmente en construcciones urbanas de principios del Siglo XX (casas, lugares de comercio), así como las catedrales de San José, en Zaragoza y Carranza. La cabecera municipal de Coatzacoalcos cuenta con diversos monumentos más recientes, tales como el monumento a Miguel Hidalgo. Aunque no existe un museo como tal en el municipio, sí existe un Archivo Histórico Municipal con diversas exposiciones.

De acuerdo con la información recopilada para cada municipio, se destaca que Ixhuatlán del Sureste no cuenta con monumentos históricos ni sitios de interés cultural aparte de sus festividades y elementos gastronómicos.

En la cabecera municipal de Moloacán existe un busto en memoria al C. Teodosio Cansigno Cortés, Presidente Municipal en 1950-1952 y 1962-1964, quien gestionó la apertura y construcción del camino de acceso que actualmente comunica al municipio.

Nanchital cuenta con un monumento a Lázaro Cárdenas y una plaza central con una catedral, palacio municipal y quiosco central, existe además un museo fotográfico en la cabecera municipal.