
Manifestación de Impacto Ambiental para el Área Contractual 24

Campo Tecolutla

Modalidad Particular

6 de junio de 2017

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	4
I.1 PROYECTO	4
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	4
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	4
I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	4
I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL	5
1.2 PROMOVENTE	5
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	5
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES	5
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	5
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL.....	5
I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	5
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	5
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES	5
I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	5
I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	6
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO	6
II.1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.....	7
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.....	8
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.....	10
II.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO	10
II.1.6 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.....	11
II.1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS	13
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	13
II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.....	16
II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO	17
I.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO	18
II.2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	18
II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	22
II.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADA AL PROYECTO.....	26
II.2.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO	26
II.2.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	26
II.2.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	27
II.2.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.....	29
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	29

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	39
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	43
IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS	43
IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS	56
IV.2.3 PAISAJE	89
IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	115
IV.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	137
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	140
1.1.1.1 ATMOSFÉRICO.....	145
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	146
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	171
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	171
VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	171
VII.3 CONCLUSIONES	172
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	173
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	173
VIII.1.1 PLANOS DEFINITIVOS	173
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS	173
VIII.1.3 LISTAS DE FLORA Y FAUNA.....	173
VIII.2 OTROS ANEXOS	173

I. Datos generales del proyecto

I.1 Proyecto

Se anexa el croquis de ubicación del proyecto (anexo 6).

I.1.1 Nombre del Proyecto

Contrato para la Extracción de Hidrocarburos Bajo la Modalidad de Licencia en el Área Contractual 24 Campo Tecolutla.

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El Área Contractual 24 se ubica en los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla en el estado de Veracruz y abarca una superficie de 7 km² e incluye al Campo Tecolutla.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

La duración total del proyecto es de 25 años a partir del 25 de agosto del 2016 hasta el 25 de agosto de 2041.

La etapa que cubre el presente estudio es la de evaluación cuyo objetivo es evaluar la productividad del yacimiento de petróleo de Área Contractual 24 Tecolutla del yacimiento El Abra y obtener la justificación necesaria para proceder a la presentación del "Aviso de Continuación de Actividades" y el "Plan de Desarrollo".

El Plan de Evaluación está diseñado para:

1. Adquirir datos para aclarar las propiedades del yacimiento.
2. Evaluar la viabilidad de los pozos existentes.
3. Discernir las mejores prácticas y estrategias de perforación.
4. Optimizar el diseño de la instalación.
5. Implementar planes operativos.
6. Implementar planes mercadológicos de crudo.

Estas actividades estratégicas y prácticas operacionales se llevarán a cabo con una metodología diseñada para incorporar la seguridad, proteger el medio ambiente, demostrar la conciencia social, incorporar contenido nacional, y proporcionar un crecimiento en la comprensión tecnológica para la industria del petróleo y gas de México.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa: ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL A24, TECOLUTLA, RELATIVA AL CONTRATO PARA LA EXTRACCIÓN DE HIDROCARBUROS NUMERO CNH-R01-L03-A24/2016 (anexo 7).

1.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Tonalli Energía, Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable (S.A.P.I. de C.V.), se anexa el Acta Constitutiva número 143742 (anexo 8).

I.2.2 Registro federal de contribuyentes

TEN150921DA7

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Enrique Jorge Breton de Zamacona, se anexa copia certificada del poder otorgado (anexo 9).

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

Domicilio del Representante Legal. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.3 Responsable del estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

UAM740101-AR1

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Dr. Armando García Chiang

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Avenida San Rafael Atlixco Número 186, Colonia Vicentina, Delegación Iztapalapa, Código Postal 09340, Ciudad de México.

II. Descripción del Proyecto

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

En el área contractual se localizan siete pozos petroleros, lo que refleja que en décadas pasadas se realizaron trabajos de exploración, prospección, perforación y hasta la fecha se realizan actividades de explotación, por tanto, en la zona es visible la transformación del territorio y por ende del paisaje, sumado de las actividades ganaderas y agrícolas que se desarrollan en la zona.

Se sabe que, durante la etapa de exploración, prospección se realiza un proceso invasivo, tanto por los efectos que genera en el territorio como por el despliegue técnico y de personas que usa. Se usan diversos instrumentos como mapas geológicos, gravímetros, magnetómetros y sísmica de reflexión (Checa, 2017 en prensa), en esta primera etapa aún no hay presencia de elementos antrópicos de la industria petrolera en el paisaje.

En la etapa de perforación es cuando se da una serie de alteraciones en el paisaje debido a que se instalan una serie de torres de perforación, estructura visible de un sistema mecánico o electromecánico de perforación que para su operación tiene motores, generadores, piscinas para la preparación de lodos, etc.; en esta etapa se consumen grandes cantidades de recursos hídricos (Checa, 2017 en prensa), a partir de esta etapa, se hacen presentes diferentes estructuras de la industria petrolera como lo son: torres de perforación, generadores y motores, estanques de lodos, casas portátiles por mencionar algunos, sin embargo, algunos de dichos elementos son temporales.

Los elementos de la industria petrolera presentes dentro del paisaje son las estructuras resultantes de la etapa de explotación: los pozos petroleros, éstos adquieren carácter protagónico y se convierte en el nodo de una red que busca la distribución del crudo, así como la separación de los elementos que lo acompañan en su extracción; gas y agua, otro tipo de elementos que pueden estar presentes en el paisaje, además de los pozos, pueden ser las: tuberías de conexión.

II.1.2 Selección del sitio

Todos los pozos productivos dentro del bloque de Tecolutla (Tecolutla-2, 6, 7 y 9) eran productores fluidos que producían en arrendamiento baterías de un solo pozo desde las cuales el fluido era transportado por camión a instalaciones de procesamiento. A partir de febrero de 2016 todos los pozos han sido suspendidos o abandonados.

El bloque de Tecolutla (terrestre) está ubicado en el extremo sureste del arrecife carbonífero Franja de Oro El Abra de la Cuenca de Tampico - Misantla. El bloque Tecolutla está compensado por bloques geológicamente análogos al noroeste y al sureste: el bloque Miguel Hidalgo al noroeste y el bloque Ignacio Allende al sureste.

Durante el Cretácico temprano, el arrecife de Golden Lane se desarrolló sobre un bloque de horst existente en el sótano, formando un atolón de carbonato bordeado de forma elipsoide de aproximadamente 150 km de largo, 70 km de ancho y 1200 m de espesor.

Una facilidad de margen de arrecife se desarrolló a lo largo del borde exterior del arrecife y una facies laguna con arrecifes de parche aislados formados en las áreas de arrecifes interiores protegidos. Una caída en el nivel del mar al final del Albiano resultó en la exposición aérea secundaria de la porción superior del arrecife mejorando la calidad del yacimiento. La exposición aérea secundaria también creó grandes cortes de canal a través del margen de arrecife que ahora proporcionan la trampa de aceite lateral y separan los bloques de aceite individuales a lo largo de la tendencia de la Franja de Oro. Las láminas terciarias superpuestas proporcionan el sello superior al depósito.

El bloque de Tecolutla se encuentra en el margen de arrecife del arrecife Franja de Oro y está compuesto de packstones y grainstones con arrecifes de remiendo rudista. La calidad del yacimiento del margen del arrecife fue mejorada por la exposición sub-aérea posterior a la deposición que creó cavidades de disolución. La porosidad estimada en el bloque de Tecolutla es de 5-12% con permeabilidad hasta 200mD (la permeabilidad se basa en prueba individual del pozo Tecolutla-2). La calidad del yacimiento puede también haber sido mejorada a través de fracturas naturales relacionadas con fallas post-deposicionales.

El bloque Tecolutla fue descubierto en 1956 por el pozo exploratorio Tecolutla-2. Al finalizar el embalse de El Abra el 9 de junio de 1956 se recuperó petróleo a -2345m TVDSS con una tasa inicial de producción de petróleo de 453 bpd.

La interpretación sísmica 3D realizada en el volumen sísmico de Fubero-Presidente, adquirida en 2011, identificó un alto estructural cerrado de cuatro vías a una profundidad promedio de 2340m que se extiende en una orientación noroeste a sudeste a través del bloque. No se han perforado pozos desde la adquisición de la sísmica 3D.

Esta área cuenta con un volumen original en sitio de 8 millones de barriles de aceite y 9 mil millones de pies cúbicos de gas; al 1° de enero de 2015 contaba con una producción acumulada de 2 millones de barriles de aceite y 2 mil millones de pies cúbicos de gas. Estos hidrocarburos se encuentran almacenados en calizas del Cretácico.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Área Contractual 24 Campo Tecolutla abarca una superficie de 7.16 km². y se ubica en los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla, en el Estado de Veracruz, aproximadamente a 65 km SE de la ciudad de Poza Rica en el Municipio de Tecolutla en el estado de Veracruz y parte del Activo Poza Rica-Altamira, en las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 1. Coordenadas geográficas del Área Contractual Tecolutla

Área Contractual	Campo/Polígono	Vértice	Coordenadas UTM	
			Oeste (Longitud)	Norte (Latitud)
24	Tecolutla	1	97°00'00"	20°26'30"
		2	97°01'00"	20°26'30"
		3	97°01'00"	20°27'00"
		4	97°01'30"	20°27'00"
		5	97°01'30"	20°27'30"
		6	97°02'00"	20°27'30"
		7	97°02'00"	20°28'00"
		8	97°00'00"	20°28'00"

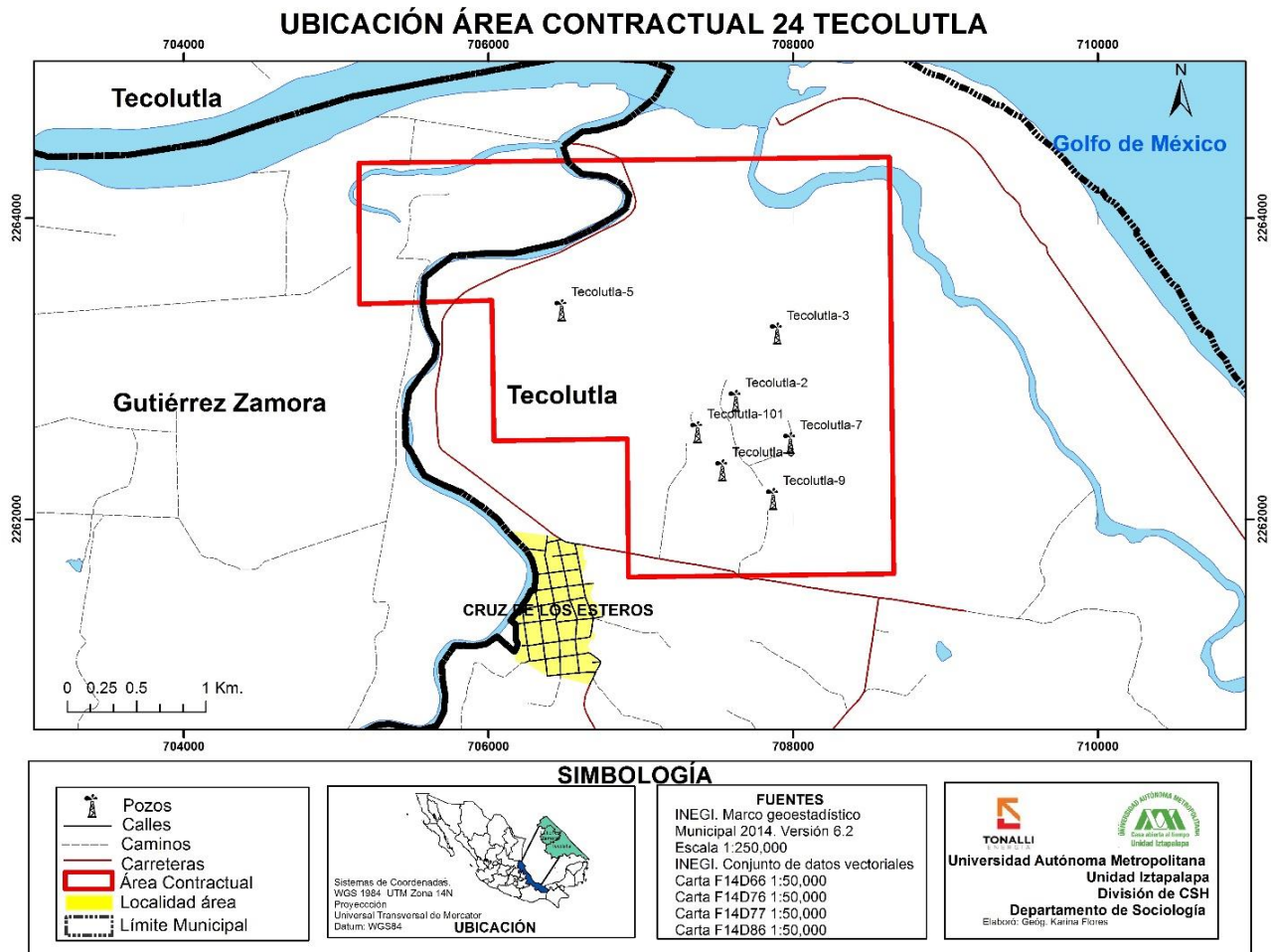


Figura 1. Área Contractual Tecolutla

Los pozos asociados con el bloque están ubicados aproximadamente a 5,5 km al noreste de la autopista 180. El acceso a los sitios de los pozos es proporcionado por los caminos de arrendamiento dentro del sitio Tecolutla.

Las principales comunidades circundantes son:

- La ciudad de Poza Rica, a 65 km de distancia.
- La ciudad de Papantla, a 46 km de distancia.
- La ciudad de Tecolutla, a 25 km de distancia.
- La ciudad de Gutiérrez Zamora, a 16 km, considerada la ciudad más cercana al campo.

Las comunidades más cercanas al Bloque Tecolutla:

- Cruz de los Esteros
- Plan de Villa Cuauhtémoc

II.1.4 Inversión requerida

Para el Plan de Evaluación se estimó **Inversión (secreto industrial). Información protegida bajo el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.**, que corresponden a las erogaciones de las actividades a realizar.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida para el proyecto se desglosa de la siguiente manera:

- La superficie total del predio es de 7,160,000 m².
- La superficie de cubierta vegetal a afectar es de 30,100.6 m², que corresponde al 0.42% respecto de la superficie total del Área Contractual.

Tabla 2. Superficie del proyecto

Pozo	Superficie de remoción de cubierta vegetal (m ²)	%
Tec-10	13,200	0.18
Tec-11 (Tec-2 extensión sur)	4,900	0.07
Tec-12 (Tec-2 extensión norte)	7,000	0.10
Batería de recolección del Tec-2 al Tec-10	5,000.6	0.07
Superficie de remoción de cubierta vegetal	30,100.6	0.42
Superficie Total del predio	7,160,000	100

Conforme al mapa de usos de suelo y vegetación de INEGI, la vegetación a remover es pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva con dominancia de *Acacia Farneciana*, *Adelia Barbinervis*, *Bursera Simaruba*, *Roystonea Regia* y *Quercus Oleoides* (en el capítulo I. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales se aborda con detalle).

Los trabajos de remoción consideran el retiro de todo el material vegetal (árboles, arbustos y maleza) de las zonas destinadas a la perforación de los pozos e instalación de tuberías, y que corresponde con la superficie para obras permanentes.

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

A continuación se indican los usos de suelo y vegetación identificados en el polígono del Área Contractual, con superficie y porcentaje.

Tabla 3. Superficies de uso de suelo y vegetación

Uso de suelo y vegetación	Superficie (m2)	%
Pastizal cultivado	4,496,480	62.8
Tular	988,080	13.8
Manglar	716,000	10
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	529,840	7.4
Cuerpos de agua	329,360	4.6
Agricultura de temporal anual y permanente	100,240	1.4
Total	7,160,000	100

Una de las actividades productivas que se llevan a cabo en la región es la explotación petrolera, por ello es relevante referir que en el sitio del proyecto existe estructura de industria petrolera, en la que se localizan siete pozos petroleros, lo que refleja que en décadas pasadas se

realizaron trabajos de exploración, prospección, perforación y hasta la fecha se realizan actividades de explotación.

Dentro del Área Contractual no se encuentran asentamientos humanos.

El Área Contractual forma parte de la Región Hidrológica Prioritaria Río Tecolutla, del Área Prioritaria Marina Tecolutla y del Área de Importancia para la Conservación de las Aves Tecolutla.

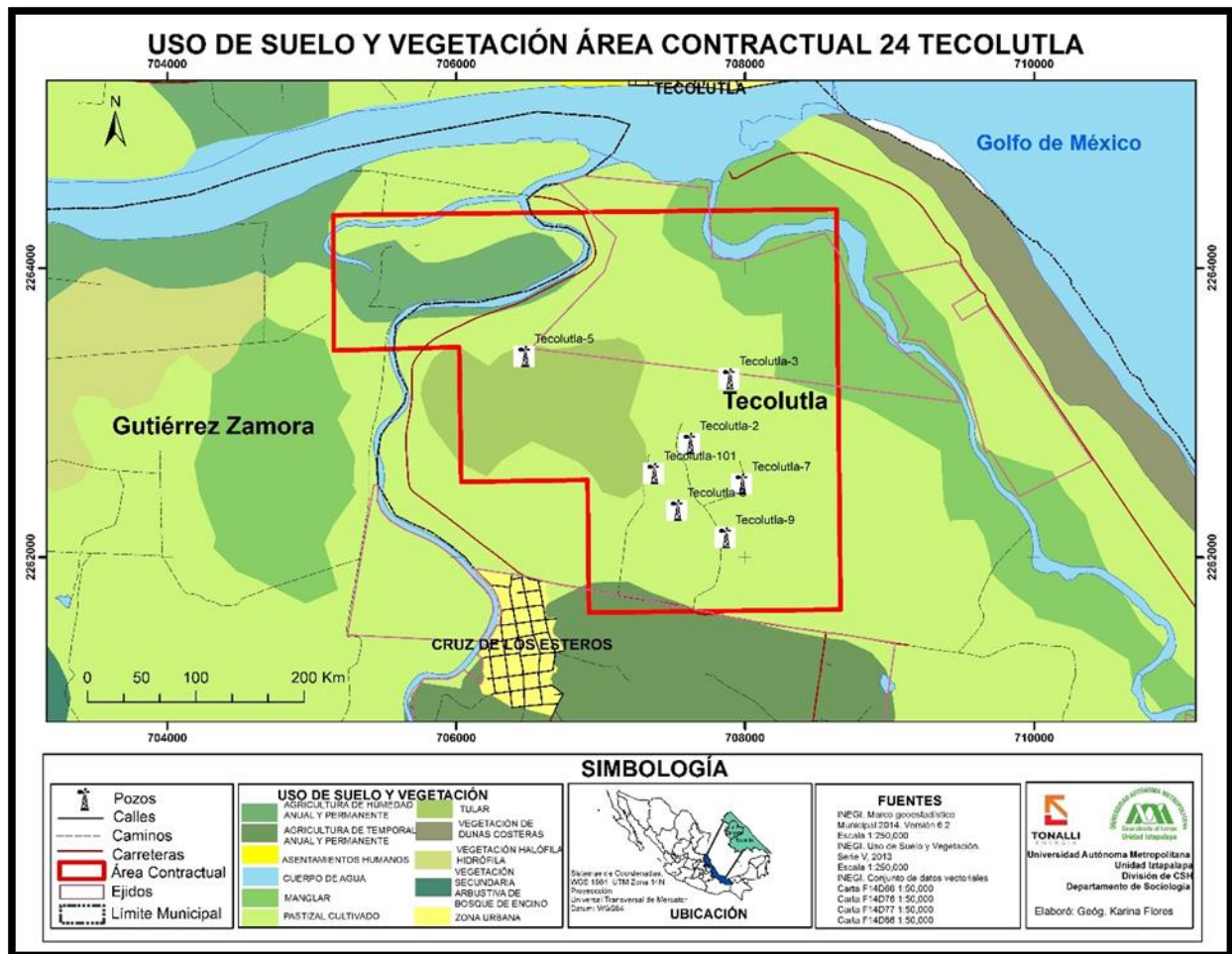


Figura 2. Mapa de Uso del suelo y vegetación.

Una de las actividades productivas que se llevan a cabo en la región es la explotación petrolera, por ello es relevante referir que en el sitio del proyecto existe estructura de industria petrolera, en la que se localizan siete pozos petroleros, lo que refleja que en décadas pasadas se

realizaron trabajos de exploración, prospección, perforación y hasta la fecha se realizan actividades de explotación.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La Localidad de Cruz de los Esteros es el grupo de población más cercano al polígono del Proyecto, cuenta con servicio de alumbrado público, sin embargo, no existen calles pavimentadas, teléfono público, así como tampoco oficina o agencia municipal.

Los Servicios con que cuentan son energía eléctrica, suministro de agua, alumbrado público y transporte público.

Las vías de acceso al bloque Tecolutla son caminos de terracería transitables.

II.2 Características particulares del proyecto

El trabajo a realizar se ha diseñado para proporcionar datos sobre la integridad de los pozos existentes, ayudar en la determinación de los parámetros del yacimiento pertinentes para la evaluación de los recursos, proporcionar datos de entrada para el trabajo de diseño de la instalación y permitir que los procesos operativos se familiaricen con la gestión del bloque activo en la región.

El plan consiste en:

- a) Trabajos menores para mejorar el drenaje en caminos de terracería existentes.
- b) Perforación de un nuevo pozo Tecolutla-10 (Tec-10) direccional, en una nueva área con una superficie de 13,200 m². (anexo 5) ubicada junto al sitio Tec-6 existente (es conveniente mencionar que una porción del Tec-10 se sobrepondrá con el Tec-6). Ver detalle de trabajos en la tabla 4.
- c) Perforación de un nuevo pozo Tecolutla 11(Tec-11) horizontal (expansión al sur del pozo Tecolutla-2 existente) en una superficie de 4,900 m² (anexo 11).
- d) Perforación de un nuevo pozo Tecolutla 12 (Tec-12) horizontal (expansión al norte del pozo Tecolutla-2 existente) en una superficie de 7,000 m². (anexo 12).

- e) Construcción de la batería de recolección Tec-10 para el manejo de la producción de los pozos Tecolutla-2 y Tecolutla-10 (2 tuberías de 130 mm y longitud de 460 m.) con una superficie de 5,000.6 m² (anexo 13).

Tabla 4. Detalle de Actividades – Pozo Tecolutla-10 (Perforación nueva)

Actividades Relacionadas con la Unidad de Trabajo Principal:			
Ubicación	Actividad	Sub Actividad	Estrategia
Tecolutla-10	Nueva Perforación	1. Rehabilitación y acondicionar (Ampliar) la localización del Pozo Tecolutla-10	1. Rehabilitar y acondicionar (ampliar) la localización del pozo Tecolutla-6 para preparar la perforación del Pozo Tecolutla-10.
		2. Rehabilitar y Acondicionar el camino del Pozo Tecolutla-6	1. Rehabilitar y Acondicionar el camino del Pozo Tecolutla-6 para preparar la llegada del equipo de perforación.
		3. Perforar a la profundidad total planificada de 2450m TVD	1. Perforar a una profundidad adecuada para evaluar los contactos de fluido y facilitar la toma del registro de pozo no revestido del yacimiento de El Abra 2. Identificar las presiones de poro basadas en profundidad y los requisitos de los lodos de perforación requeridos. 3. Identificar los riesgos de perforación 4. Confirmar el diseño de producción de fondo del pozo.
		4. Toma de núcleo del yacimiento El Abra	1. Confirme la calibración petrofísica 2. Realizar análisis de rutina de núcleo 3. Evaluar facies 4. Realizar estudio de propiedades eléctricas (TBD) 5. Realizar análisis de núcleo especial (TBD).
		5. Tomar registros de agujero descubierto (rayos gamma, dipolo sónico, neutrón, densidad, FMI)	1. Confirmar la cima de la formación 2. Evaluar la heterogeneidad y la porosidad de yacimiento El Abra 3. Tomar el registro de correlación para la interpretación sísmica y el modelado geomecánico del yacimiento. 4. Tomar registro de imágenes para determinar las propiedades de fractura, porosidad secundaria y geomecánica

Tecolutla-10	Nueva Perforación	6. Tomar los registros de correlación de agujero revestido (rayos gamma, registro de cople, registro cementación)	1. Toma de información para lograr los objetivos de la perforación
		7. Perforar los intervalos objetivo dentro del yacimiento El Abra	1. Perforar los intervalos porosos objetivo (por encima del desplazamiento del contacto petróleo-agua)
		8. Estimular los intervalos objetivo dentro de yacimiento El Abra	1. Estimular selectivamente los intervalos perforados con un fluido a base de ácido clorhídrico para reducir el daño a la formación.
		9. Prueba de producción de pozos.	1. Evaluar la entrega preliminar y el corte de petróleo
		10. Recoger muestras de fluidos (petróleo, agua, gas)	1. Determine las propiedades del fluido
		11. Instalar la bomba de fondo de pozo y varilla y equipar bien con el sistema de bombeo artificial de producción.	1. Diseño del pozo para la optimación de la producción.
		12. Construcción e instalación de la batería de recolección en el pozo Tecolutla-10	1. Construcción de la batería para el manejo de la producción
		13. Realizar una prueba de producción extendida de 120 días	1. Evaluar la viabilidad económica del pozo antes de proceder a la producción continua

Programa básico de actividades a desarrollar para la reprocesamiento sísmico, corte de núcleos y pruebas de producción.

Tabla 5. Detalle de Actividades Reprocesamiento de sísmica, corte de núcleos y pruebas de producción

Otras actividades relacionadas con la unidad de trabajo:			
Ubicación	Actividad	Su Actividad	Estrategia
Área sísmica	Sísmico	Reprocesamiento e interpretación de datos sísmicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Imagen de la parte superior del arrecife del yacimiento El Abra 2. Identificar los Riesgos de perforación 3. Aumentar la resolución del modelo del yacimiento para la planificación de la perforación
Pozo Tecolutla-10	Nueva Perforación	Toma de Núcleo en la perforación del Pozo Tecolutla-10, muestra estimada de corte de 10 m	<ol style="list-style-type: none"> 1. Confirmar la calibración petrofísica 2. Realizar análisis de rutina de núcleo <ul style="list-style-type: none"> * Asumiendo que la recuperación del núcleo es exitosa <ol style="list-style-type: none"> A. Porosidad y permeabilidad del aire B. Saturación de aceite residual C. Densidad aparente 3. Evaluar facies 4. Realizar análisis de núcleo especial (opcional) <ol style="list-style-type: none"> A. Recuperar el estudio de permeabilidad para optimizar el sistema de lodos de perforación
Pozo Tecolutla-10	Pruebas de Producción	<p>Recolección muestras de agua del Pozo Tecolutla-10 durante las operaciones de suaveo (limpieza) para el análisis completo de las propiedades del agua del yacimiento El Abra.</p> <p>Se realizarán dos tipos de prueba en función de los resultados obtenidos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Prueba de 10 días 2, Prueba de 120 días 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión de la química del agua para las actividades de perforación, terminación 2. Comprensión de la química del agua para el tratamiento del agua en la batería de recolección Tec-10 (demulsificación) y para estimular los pozos (eliminación de incrustaciones e inhibición de incrustaciones) 3. Propiedades del agua utilizadas para la evaluación petrofísica de los registros adquiridos en los pozos.

II.2.1 Programa general de trabajo

El programa de trabajo considera las siguientes tareas:

Para el Pozo Tec-10 se tiene programado realizar durante el segundo semestre del presente año los trabajos de preparación del sitio considerando la realización de estudios, muestreo,

análisis, tramitación de permisos, perforación del pozo, acondicionamiento de vías de acceso, pruebas de producción y para los primeros meses del próximo año lo correspondiente a la terminación del pozo mediante la línea de descarga, el equipamiento del pozo y las pruebas de producción.

Para el Pozo Tec-11 se considera el desarrollo de tareas durante el primer semestre de 2018 y para el pozo Tec-12 y durante el segundo semestre del mismo año.

El Programa calendarizado de trabajo se presenta en el anexo 9.

II.2.2 Preparación del sitio

Durante la etapa de Preparación de sitio se realizará el retiro de vegetación y despalme en una superficie de 30,100.60 m², que corresponde a los polígonos en donde se perforarán los pozos Tec-10 norte, Tec-11, y Tec-12 y se instalarán 2 tuberías para conectar los pozos Tec-2 a Tec-10, la nivelación, compactación y depósito de material triturado (considera el acarreo) para habilitar el sitio como se ejemplifica en la siguiente Figura.



Figura 3. Ejemplo de conclusión de trabajos de preparación de sitio

I.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No se consideran obras provisionales para apoyar estas actividades, debido a que la oficina de la empresa estará ubicada en la localidad de Poza Rica en un edificio existente, se utilizará un almacén existente para una pequeña cantidad de equipo, y el resto del equipo será fabricado en plantas manufactureras establecidas en México, Canadá y los Estados Unidos y luego transportado en camiones al Campo Tecolutla en donde será instalado en su ubicación.

La construcción de este equipo fuera del Tecolutla Campo reducirá el impacto ambiental del plan de desarrollo de Tecolutla. Cuando se desmantele el Campo Tecolutla, los equipos de producción pueden ser trasladados de la plataforma TEC-10 y utilizados en otra plataforma de producción en México.

II.2.4 Etapa de construcción

Pozo Tec-10

- 1) La Perforación de un nuevo pozo direccional desde una nueva plataforma multi-pozo construida junto a la ubicación del pozo TEC-6 considera lo siguiente y se complementa con el Programa de Perforación del anexo 15:
 - a) Levantamiento y construcción 120m x 110m plataforma multi-pozo (plataforma TEC-10)
 - b) Construcción del agujero del pozo e instalar tubería conductora de 16 "a 30m antes de que la plataforma de perforación llegue al lugar.
 - c) Moverse en equipo de perforación y aparejo.
 - d) Orificio de superficie de la perforación con la broca de 311mm y perforar a 620m con el lodo basado en agua.
 - e) Conectar tubería 620m de 244.5mm, J-55, 53.57 kg / m de revestimiento de la superficie y fijada en ~ 617m
 - f) Revestimiento de superficie de cemento a la superficie con cemento de aceite de clase "G" y aditivos
 - g) Ensamblar la broca de 222.2mm y perforación del calce superficial de la cubierta.
 - h) Perforar 222.2mm Sección intermedia vertical a 2100m con barro basado en agua

- i) Montar las herramientas del cable de perforación y realizar la evaluación de registro de agujero abierto en el agujero intermedio de 2100m a 617m
 - j) Conectar tubería con montaje de perforación para realizar el desenganche de la cadena de perforación antes de conectar tubería de revestimiento
 - k) Conectar tubería ~ 2100m de 177,8 mm, 34,23 kg / m, cubierta J-55 LT & C y ajustada a ~ 2100 m
 - l) Cemento Intermedio con Cemento Oilwell ligero y Clase "G" con aditivos para la pérdida de fluidos
 - m) Ensamblar la broca de perforación de 156 mm y montar la perforación direccional y perforar el calso de revestimiento intermedio
 - n) Perforar el agujero principal de 2100m a 2150 mKB.
 - o) A 2150m (MD) comenzar a perforar direccionalmente a la meta de la formación según el plan direccional adjunto
 - p) Intervalo focalizado en la zona de El Abra. Retirar del pozo el núcleo y recostar. Continuar perforando a TD (~ 2500m MD). Retirar del pozo
 - q) Realizar registros de evaluación de agujero abierto de PBTD a 2100m según programa de registro de empresa de servicios
 - r) Conectar tubería ~ 500m de 114.3mm, 20.09 kg / m, L-80 del revestimiento con empaquetador permanente en perforadora.
 - s) Producción de cemento de revestimiento de longitud completa con cemento "G" Oilwell
 - t) Conectar tubería e instalar en un enchufe de puente recuperable de 177,8 mm en cable y ajustar a 500 m (MD)
 - u) Desmontar y liberar el equipo de perforación. Retirar todos los equipos alquilados de la ubicación.
- 2) La finalización del nuevo pozo de perforación direccional en la Formación El Abra considera los siguientes conceptos y se complementa con el programa de terminación del anexo 16:
- a) Instalar el cabezal y la prueba de presión a 35 Mpa.
 - b) Ensamblar el servicio del equipo de perforación y conectar tubería con la broca y el raspador en secuencia del trabajo. Limpiar bien a PBTD dentro de un revestimiento de 4,5 pulgadas. Retirar del pozo.

- c) Conectar la tubería de revestimiento en los registros del cable de perforación del agujero para realizar el registro del enlace del cemento y el registro integrador del revestimiento a través de cuerdas de revestimiento de 4.5 in y 7 in.
 - d) Pistolas de perforación para conectar tubería y zonas perforadas a través de la formación de El Abra (hasta 20 m de perforaciones a través de 4 intervalos).
 - e) Las herramientas de acidificación para conectar tubería en tubos de 73 mm realizan estimulaciones de pozo separadas con cemento y bomba acidizante.
 - f) Limpiar de nuevo el pozo a los probadores de recuperación de ácido agotado y el fluido de terminación.
 - g) Herramientas de prueba de retiro de pozo y conectar tubería de 73 mm cadena de tubería y el ensamble del fondo del agujero con medidores de fondo de agujero recuperables.
 - h) Instalar una cabeza de pozo de 35 Mpa.
 - i) Realizar prueba de limpieza / flujo de 10 días a probadores de terceros.
 - j) Cierre de pozo al final de la prueba y registre la acumulación de presión y temperatura de formación.
 - k) Recuperación de medidores de fondo de pozo y cabezales
- 3) Instalación del equipo de producción que se complementa con el anexo 19.

Instalar equipos de superficie para equipar el pozo de dirección direccional TEC-10 como pozo de bombeo que se produce en una instalación de transporte de camiones.

- a) Instalar equipos de superficie de elevación artificial para el pozo direccional TEC-10, que consta de:
 - i) Bomba de varilla convencional 912-365-192.
 - ii) Controlador de gas de 75 CV con depurador de gas de alta presión y componente automático de propano.
 - iii) ANSI # 600 tuberías de pozo con alta presión ESDV y apagadores de bomba de varilla.
- b) Instalar una línea de flujo subterráneo de 3" desde el pozo TEC-10 hasta la cabecera de entrada de la instalación TEC-10.
 - i) Línea de Flujo = 99mm OD Flexpipe FP-601 tubo compuesto.
 - ii) Presión Máxima de Funcionamiento = 9930 kPag.

- iii) Temperatura de Funcionamiento Máxima = 82 degC.
- c) Instalar el equipo de producción para una instalación de pozo único en el sitio TEC-10.
 - i) Tubería de entrada ANSI # 600.
 - ii) Separador de prueba de entrada horizontal de 36 "x 10'-0" clasificado a 9930 kPag y diseñado para una capacidad de fluido de hasta 2500 bbl / d.
 - iii) 2 TANQUES de almacenamiento de 750 bbl.
 - iv) Pila de alta presión (4" x 40'-0").
 - v) Pila de descarga de baja presión (3" x 40'-0") para capturar los vapores del tanque.
 - vi) Paquete de transferencia de custodia de camiones fuera del medidor.

Líneas de descarga

Se construirá una línea de descarga del pozo Tec-2 hasta la batería de recolección Tec-10 conforme al programa del anexo 13.

Esta línea de descarga transportará el hidrocarburo producido en el pozo Tec-2 hacia la batería de recolección Tec-10.

La batería de recolección Tec-10 utilizará dos separadores horizontales para segregar y medir el volumen de petróleo, gas y agua desde los pozos productores del área contractual Tecolutla.

Los separadores serán diseñados de acuerdo con el estándar internacional de diseño y mantenimiento de equipos a presión de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME). Estos separadores convencionales utilizarán medidores de turbina para medir los volúmenes de medidores de aceite y agua y de orificio para medir la cantidad de gas asociado producido por los pozos.

Un tanque de almacenamiento se utilizará para almacenar petróleo crudo producido por los pozos. Este tanque será diseñado y construido según el American Petroleum Institute Standard 650 (API-650). Los volúmenes de crudo se medirán diariamente y se compararán con los volúmenes de fluidos registrados por los medidores de turbina instalados en los separadores. El crudo será transportado por Carro tanques a la planta de bombeo de Ezequiel Ordoñez (EORD) operada por Pemex.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Objetivo:

El objetivo del Plan de Evaluación es evaluar la productividad del yacimiento de petróleo de Tecolutla El Abra y obtener la justificación necesaria para proceder a la presentación del "Aviso de Continuación de Actividades" y el "Plan de Desarrollo".

Debido a la vendimia de los pozos existentes en el bloque de Tecolutla hay incertidumbre en las propiedades del embalse de El Abra. A través de una combinación de un pozo de trabajo, pruebas y perforación, Tonalli tiene la intención de ser capaz de comprender suficientemente el embalse de El Abra para crear una estrategia de agotamiento integral para el embalse.

Alcance:

El plan de evaluación está diseñado para:

1. Adquirir datos para aclarar las propiedades del yacimiento.
2. Evaluar la viabilidad de los pozos existentes.
3. Discernir las mejores prácticas y estrategias de perforación.
4. Optimizar el diseño de la instalación.
5. Implementar planes operativos.
6. Implementar planes mercadológicos de crudo.

Detalle de las Actividades.

Tonalli ha creado un plan de ejecución operacional para cumplir con sus objetivos y alcance para el bloque Tecolutla. El plan consiste en trabajar el Tecolutla-2 existente y una nueva perforación en Tecolutla-10 (de una ampliación del sitio Tecolutla-6). El trabajo a realizar se ha diseñado para proporcionar datos sobre la integridad del pozo existente, ayudar en la determinación de los parámetros del yacimiento pertinentes para la evaluación de los recursos, proporcionar datos de entrada para el trabajo de diseño de la instalación y permitir que los procesos operativos se familiaricen con la gestión del bloque activo en la región.

Las referencias proporcionadas reflejan un enfoque paso a paso para la intención de recopilar de información y el proceso de decisión de pruebas de producción.

Referencias:

Tabla 1. Detalle de Actividades - Tecolutla-2 (Trabajo Mayor).

Actividades Relacionadas con la Unidad de Trabajo Principal:			
Ubicación	Actividad	Sub Actividad	Estrategia
Tecolutla-2	Trabajo Mayor	1. Cabezal de servicio.	1. Realizar mantenimiento 2. Reparar deficiencias
		2. Ejecutar gradiente de presión estática.	1. Confirmación de la presión actual de la reserva 2. Evalúe la columna de petróleo en el pozo. 3. Confirmar la configuración del pozo
		3. Ejecutar registros de agujeros en caja (rayos gamma, registro de collar de la carcasa y neutrón pulsado).	1. Confirme los tops de la formación 2. Evaluación de la heterogeneidad y porosidad de El Abra 3. Identifique el intervalo para la (s) perforación (es)
		4. Caja de prueba de presión.	1. Evaluar la integridad de presión del pozo
		5. Ejecutar los registros de agujero en caja (registro de cemento, registro de inspección de la carcasa).	1. Evaluar la integridad del pozo 2. Confirmar el aislamiento zonal. 3. Identificar los intervalos objetivo dentro de El Abra de registros.
		6. Perforar los intervalos objetivo dentro de El Abra	1. Plan para perforar derivado pagar basado en la interpretación de los registros de entubado obtenidos
		7. Estimular los intervalos objetivo en El Abra	1. Estimular intervalos perforados con un fluido a base de ácido clorhídrico para reducir el daño de la piel.
		8. Prueba de frotis	1. Determinar la producción de agua cortada. 2. Evaluar la entrega preliminar. 3. Realizar análisis de transitorios de presión para determinar la permeabilidad a granel y ayudar en el modelado del rendimiento del pozo.
		9. Recoger muestras de fluidos (petróleo, agua, gas)	1. Determinar las propiedades del fluido.
		10. Ejecutar la bomba de fondo de pozo y varilla y equipar bien con el sistema de bombeo de superficie	1. Configurar el pozo para la producción.
		11. Instalar tubería temporal al sitio central Tec-10	1. Construir tubería para acomodar la producción.
		12. Realizar una prueba de producción extendida de 120 días	1. Evaluar la viabilidad económica del pozo antes de proceder a la producción continua.

Tabla 2. Detalle de Actividades - Tecolutla-10 (Perforación).

Actividades Relacionadas con la Unidad de Trabajo Principal:			
Ubicación	Actividad	Sub Actividad	Estrategia
Tecolutla-10	Nueva Perforación	1. Construcción de un nuevo sitio	1. Ampliar el sitio Tecolutla-6 para acomodar la nueva perforación y el posible desarrollo futuro de varios pozos (para formar parte del "Plan de Desarrollo")
		2. Mejora de la carretera de acceso	1. Mejorar el acceso por carretera para facilitar el aparejo y el equipo se mueve
		3. Perforar a la profundidad total planificada de 2450m TVD	1. Perforar a una profundidad adecuada para evaluar los contactos de fluido y facilitar la buena cobertura de troncos abiertos de El Abra 2. Identificar las presiones de poro basadas en profundidad y los requisitos de peso de barro 3. Identificar los peligros de perforación 4. Confirme el diseño del conjunto de orificio inferior
		4. Realiza una carrera central para El Abra	1. Confirme la calibración petrofísica 2. Realizar análisis de rutina de núcleo 3. Evaluar facies 4. Realizar estudio de propiedades eléctricas (TBD) 5. Realizar análisis de núcleo especial (TBD)
		5. Ejecutar registros de agujero abierto (rayos gamma, dipolo sónico, neutrón, densidad, fmi)	1. Confirme los tops de la formación 2. Evaluar la heterogeneidad y la porosidad de El Abra 3. Adquirir el registro de correlación para la interpretación sísmica y el modelado geomecánico del reservorio 4. Adquirir registro de imágenes para determinar las propiedades de fractura, porosidad secundaria y geomecánica
		6. Ejecutar los registros de correlación de agujeros en caja (rayos gamma, registro del collar de la carcasa, registro del enlace del cemento)	1. Obtener para facilitar la perforación
		7. Perforar los intervalos objetivo dentro de El Abra	1. Perforar los intervalos porosos objetivo (por encima del desplazamiento del contacto petróleo-agua)

Tabla 2. Detalle de Actividades - Tecolutla-10 (Perforación).

Actividades Relacionadas con la Unidad de Trabajo Principal:			
Ubicación	Actividad	Sub Actividad	Estrategia
		8. Estimular los intervalos objetivo dentro de El Abra	1. Estimular selectivamente los intervalos perforados con un fluido a base de ácido clorhídrico para reducir el daño de la piel
		9. Prueba de frotis	1. Evaluar la entrega preliminar y el corte de petróleo
		10. Recoger muestras de fluidos (petróleo, agua, gas)	1. Determine las propiedades del fluido
		11. Ejecutar la bomba de fondo de pozo y varilla y equipar bien con el sistema de bombeo de superficie	1. Configurar el pozo para la producción
		12. Instale una batería temporal de un solo pozo	1. Facilidad de construcción para acomodar la producción
		13. Realizar una prueba de producción extendida de 120 días	1. Evaluar la viabilidad económica del pozo antes de proceder a la producción continua

Tabla 3. Detalle de Actividades - Otros.

Otras actividades relacionadas con la unidad de trabajo:			
Ubicación	Actividad	Sub Actividad	Estrategia
Área sísmica	Sísmico	Reprocesamiento e interpretación de datos sísmicos	1. Imagen de la parte superior del arrecife El Abra 2. Identificar los peligros de perforación 3. Aumentar la resolución del modelo del yacimiento para la planificación de la perforación
Tecolutla-10	Nueva Perforación	Realice una carrera básica para El Abra (~ 18 m)	1. Confirme la calibración petrofísica 2. Realizar análisis de rutina de núcleo * Asumiendo que la recuperación del núcleo es exitosa A. Porosidad y permeabilidad del aire B. Saturación de aceite residual C. Densidad aparente 3. Evaluar facies 4. Realizar análisis de núcleo especial (opcional) A. Recuperar el estudio de permeabilidad para optimizar el sistema de barro de perforación

Tecolutla-2 Tecolutla-10	Fluid Sampling	Recoja muestras de agua tanto de Tecolutla-2 como de Tecolutla-10 durante las operaciones de barrido para el análisis completo de las propiedades del agua de El Abra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión de la química del agua para las actividades de perforación, terminación 2. Comprensión de la química del agua para el tratamiento del agua en la planta Tec-10 (demulsificación) y para estimular los pozos (eliminación de incrustaciones e inhibición de incrustaciones) 3. Propiedades del agua utilizadas para la evaluación petrofísica de registros de pozos adquiridos
-----------------------------	-------------------	---	--

II.2.6 Descripción de obras asociada al proyecto

No se consideran obras temporales para apoyar estas actividades.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

No se considera parte del Plan de Evaluación.

II.2.8 Utilización de explosivos

Se utilizan explosivos y se lleva a cabo a través de alguna compañía de servicio que deberá contar con los permisos de la SEDENA, instalaciones adecuadas para almacenarlos y transportarlos.

Los explosivos se utilizan cuando se termina un pozo y se pone a producir o cuando se hace una reparación mayor se busca una formación a una profundidad diferente a la que en ese momento tiene el pozo, para lo cual, se introducen tuberías de revestimiento a lo largo del pozo de diferentes diámetros, de manera telescopiada, las más profundas son de menor diámetro, y se cementan entre el agujero que hace la barrena y la cara externa de la tubería.

La formación con hidrocarburos se atraviesa unos cuantos metros más profunda, a esta sección se le llama Liner de Producción. Cuando se quiere poner en producción el pozo, se conecta el interior del pozo con la formación productora, por lo que, con ayuda de pistolas especiales que se introducen al pozo, se dispara (en este momento se utilizan los explosivos) y se hacen agujeros que atraviesan el acero de la tubería, el cemento que une la tubería con la formación y penetra algunos centímetros de manera perpendicular al pozo hacia alguna zona que no haya sido afectada con el cemento del yacimiento, al haber diferencial de presión entre el pozo y la formación, se comienza a llenar y a producir el pozo.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

1) Generación

El cálculo de residuos sólidos que se generarán durante el Plan de Evaluación se realizó con base en la cantidad de personal que intervendrá durante el Plan, con los siguientes resultados:

Tabla 6. Residuos generados por personal

Residuos Generados por el Personal						
Año	Actividad	Nº	Residuos (K/D)	Volumen (M ^{3/D})	Reciclable (K)	No Reciclable (K)
2017	Preparación del sitio	10	6.17	0.01	0.01	0.016
	Prestamos, terraplenes, extracción y acarreo de agua	20	12.34	0.55	0.020	0.034
	Revestimiento, compactación y obras de drenaje	18	11.11	0.049	0.041	0.031
	Cunetas y obras complementarias	9	5.55	0.024	0.009	0.015
	Contrapozo	7	4.32	0.019	0.007	0.011
	Cárcamo	5	3.085	0.013	0.005	0.008
	Control de compactación	4	2.47	0.011	0.004	0.007
	Personal calificado	38	23.45	0.103	0.038	0.064
	Total		68.495	0.779	0.134	0.186

El cálculo de las emisiones a la atmósfera generadas por el uso de combustibles por año y por tipo se menciona a continuación:

- a) Diesel
 - Emisión de CO₂ = 267.600 kg/año
 - Emisión de NO₂ = 240 Kg/año
 - Emisión de CH₄ = 0.0624 kg/año
- b) Gas Natural

- Emisión de CO₂ = 3,153.600 kg /año
- Emisión de NO₂ = 2,628.000 kg/ año
- Emisión de CH₄ = 60.440 kg/ año

Nota: Estos datos se determinaron utilizando el FE (Factor de emisión) de combustión.

2) Manejo y disposición

La Gestión de Residuos en el Campo Tecolutla

Los residuos generados en el Campo de Tecolutla se manejarán a través del uso de empresas de gestión de residuos aprobadas para operar en México.

a) Taladrado Cortaduras generadas durante la perforación del pozo TEC-10

La empresa de servicios contratada para manejar el waste en el sitio de perforación TEC-10 entregará un manifiesto que indica que los esquejes y el lodo basado en agua se llevan a un pozo de PEMEX llamado MOZUTLA 7. El manifiesto contendrá el volumen y el peso de las estacas de taladro transportadas en camión hasta el pozo Mozulta-7 y la instalación de eliminación.

El pozo de eliminación Mozutla-7 es operado por PEMEX y es el pozo de disposición primaria para las talas de perforación en el área de Poza Rica.

b) Residuos contaminados con aceite

Todos los residuos contaminados por hidrocarburos son transportados a una instalación de almacenamiento temporal ubicada en Altamira Tamaulipas por un tercero contratista aprobado para transportar estos residuos. La instalación que recibe los residuos proporciona un manifiesto a Tonalli indicando el material recibido (descripción, volumen, peso) en la instalación. Los residuos producidos se incineran en la instalación o se envían a una instalación de terceros para su procesamiento.

c) Residuos Sólidos - Basura General

Los desechos sólidos generados por las operaciones de Tonalli que no estén contaminados por hidrocarburos serán transportados por un contratista tercero a una planta certificada de manejo

de desechos en el área de Poza Rica. Tonalli recibirá un manifiesto del contratista indicando el volumen y el tipo de material transportado para poder rastrear la generación y eliminación de estos residuos.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación del uso del suelo.

El proyecto se fundamenta legalmente en base a las disposiciones correspondientes a los tres ámbitos de competencia: Federal, Estatal y Municipal, que dan sustento al proceso de planeación de desarrollo.

Competencia Federal

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

- **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**

Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

D) Actividades del Sector Hidrocarburos:

I. Actividades de perforación de pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos, excepto:

a) Las que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o de eriales, siempre que éstas se localicen fuera de áreas naturales protegidas, y

R) Obras y Actividades en Humedales, Manglares, Lagunas, Ríos, Lagos y Esteros Conectados Con El Mar, Así Como En Sus Litorales O Zonas Federales:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

Asimismo, establece en el Capítulo III (Artículos 9 a 28) el Procedimiento para la Evaluación de Impacto Ambiental que deberán seguir quienes presenten ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita.

Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;

II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y

- **Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos**

Décimo Noveno. Dentro del plazo previsto en el transitorio cuarto del presente Decreto, el Congreso de la Unión realizará las adecuaciones al marco jurídico para crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría del ramo en materia de Medio Ambiente, con autonomía técnica y de gestión, que disponga de los ingresos derivados de las contribuciones y aprovechamientos que la ley establezca por sus servicios para financiar un presupuesto total que le permita cumplir con sus atribuciones.

La Agencia tendrá dentro de sus atribuciones regular y supervisar, en materia de seguridad industrial, operativa y protección al medio ambiente, las instalaciones y actividades del sector hidrocarburos, incluyendo las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, así como el control integral de residuos.

- **Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos**

Artículo 17. Al frente de cada una de las direcciones generales habrá un Director General, quien asumirá su dirección técnica y administrativa; será el responsable de su correcto funcionamiento y será auxiliado por directores generales adjuntos, directores, subdirectores, jefes de departamento y demás servidores públicos que requieran las necesidades del servicio y que se especifiquen en el Manual de Organización.

Artículo 25. La Dirección General de Gestión de Exploración y Extracción de Recursos Convencionales, tendrá competencia en materia de reconocimiento y exploración superficial de hidrocarburos, y exploración y extracción de hidrocarburos; el tratamiento de petróleo y actividades conexas, para lo cual ejercerá las siguientes atribuciones:

II. Evaluar y, en su caso, autorizar las manifestaciones de impacto ambiental para las obras y actividades del Sector y los estudios de riesgo que, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables, se integren a las mismas;

Artículo 26. La Dirección General de Gestión de Exploración y Extracción de Recursos No Convencionales Marítimos, tendrá las siguientes atribuciones en materia de reconocimiento y exploración superficial, y exploración y extracción de hidrocarburos; el tratamiento de petróleo y actividades conexas:

II. Evaluar y, en su caso, autorizar las manifestaciones de impacto ambiental para las obras y actividades del Sector y los estudios de riesgo que, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables, se integren a las mismas;

Artículo 28. La Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento tendrá competencia en materia de transporte y almacenamiento del petróleo; el procesamiento, transporte, almacenamiento, compresión y descompresión de gas natural; el transporte y almacenamiento de gas licuado de petróleo; el transporte y almacenamiento de petrolíferos, y el transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo; enajenación, comercialización y actividades conexas, para lo cual tendrá las siguientes atribuciones:

II. Evaluar y, en su caso, autorizar las manifestaciones de impacto ambiental para las obras y actividades del Sector y los estudios de riesgo que, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables, se integren a las mismas;

- **Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera**

El Artículo 6 del reglamento define como “Fuente Móvil” a camiones, tractocamiones, y equipo y maquinarias no fijas con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

El Capítulo III regula la Emisión de Contaminantes a la Atmósfera Generada por Fuentes Móviles.

En su Artículo 28 señala que las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas (hoy, Normas Oficiales Mexicanas) que expida la SEMARNAT en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal (con sus equivalentes actuales), tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

- **Ley General de Vida Silvestre**

El Artículo 4° señala que es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación.

El Capítulo VIII establece disposiciones relativas a la Conservación de las Especies Migratorias.

Artículo 76 La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea parte Contratante.

- **Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento**

Artículo 7. Se declara de utilidad pública:

- I. La gestión integrada de los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional, como prioridad y asunto de seguridad nacional;
- II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de

captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;

Artículo 96 BIS 1. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar o compensar el daño ambiental causado en términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño.

"La Comisión", con apoyo en el Organismo de Cuenca competente, intervendrá para que se instrumente la reparación del daño ambiental a cuerpos de agua de propiedad nacional causado por extracciones o descargas de agua, en los términos de esta Ley y sus reglamentos.

- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento**

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;

Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;

Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX

Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;

Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;

Artículo 27. Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;

Artículo 28. Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;

Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Artículo 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

Grandes generadores;

Pequeños generadores, y

Microgeneradores.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos

- **NOM-001-SEMARNAT-1996.**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

- **NOM-022-SEMARNAT-2003**

Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005**

Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

- **NOM-053-SEMARNAT-1993**

Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

- **NOM-054-SEMARNAT-1993**

Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligroso por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

- **NOM-043-SEMARNAT-1993**

Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

- **NOM-059-SEMARNAT-2010**

Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

- **NOM-115-SEMARNAT-2003**

Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales.

- **NOM-116-SEMARNAT-2005**

Que establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sísmológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales

- **NOM-117-SEMARNAT-2006**

Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales

- **NOM-120-SEMARNAT-2011**

Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.

- **NOM-129-SEMARNAT-2006**

redes de distribución de gas natural, que establece las especificaciones de protección ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios

- **NOM-138-SEMARNAT/SS-2003**

Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación

- **NOM-143-SEMARNAT-2003**

Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.

- **NOM-149-SEMARNAT-2006**

Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.

- **NRF-006-PEMEX-2007** Ropa de trabajo para los trabajadores de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
- **NRF-007-PEMEX-2008** Lentes y goggles de seguridad
- **NRF-008-PEMEX-2007** Calzado industrial de piel para protección de los trabajadores de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
- **NRF-018-PEMEX-2007** Estudios de riesgo
- **NRF-020-PEMEX-2005** Calificación y certificación de soldadores y soldadura
- **NRF-058-PEMEX-2004** Casco de protección para la cabeza

- **NRF-088-PEMEX-2005** Equipo de protección facial.
- **NRF-114-PEMEX-2006** Guantes de cuero, algodón y/o combinados para trabajos generales.

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto. Inventario ambiental.

IV.1 Delimitación del área de estudio

El Área contractual 24 “Tecolutla” se encuentra inmersa en un mosaico de zonas para cultivo de Naranja, potreros activos, fragmentos tanto de Selva mediana perennifolia en diversos grados de regeneración, como de fragmentos de Manglar, de Tular y de Palmares.

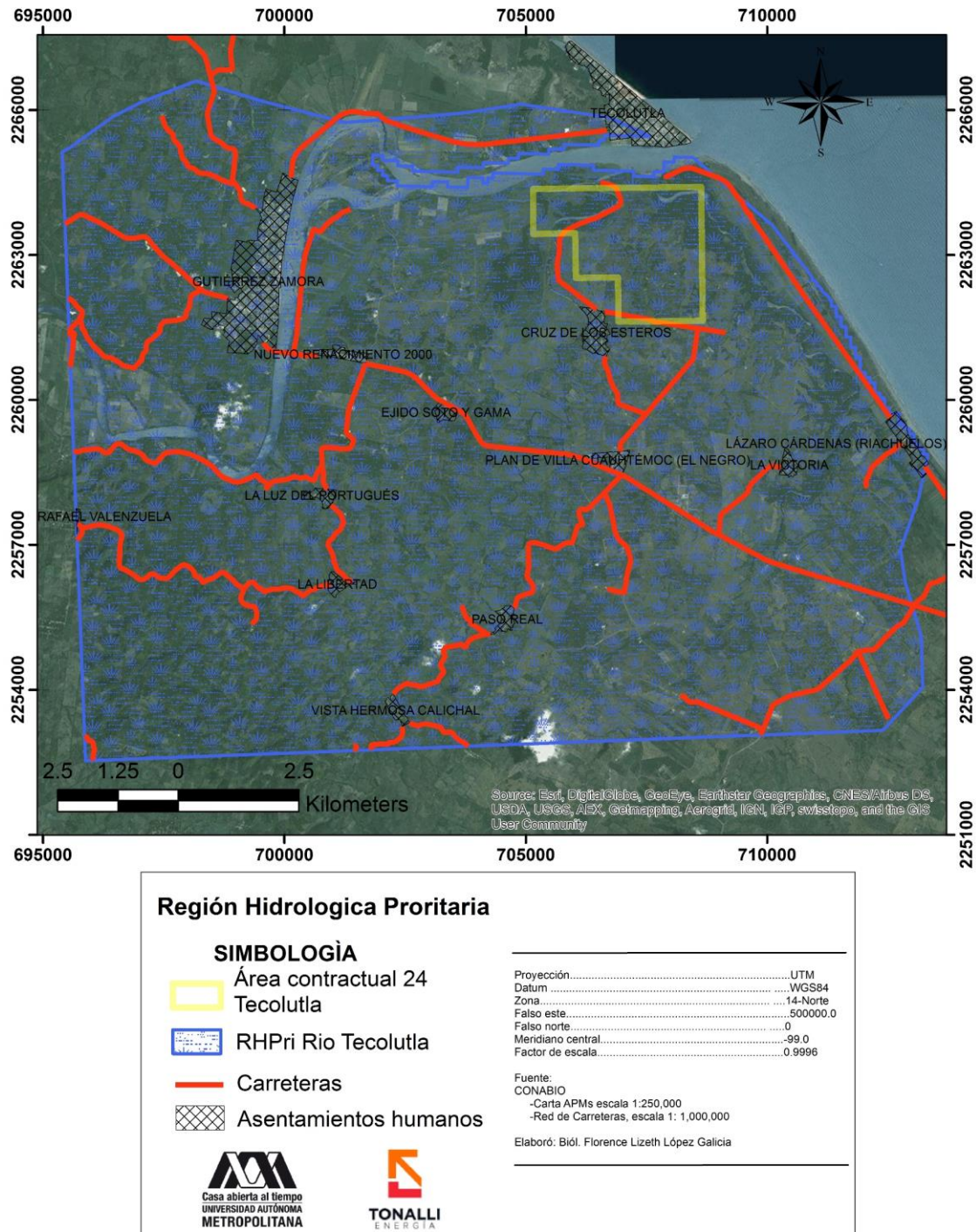
A pesar de la fragmentación de la vegetación en el área de estudio se han mantenido algunos manchones o remanentes de diferentes tamaños y grados de conservación; los cuales crean un grado de interrelación entre la fauna determinando así su viabilidad (Dirzo y García, 1992).

Finalmente se destaca la importancia que tienen los estudios y caracterizaciones faunísticas, ya que nos brindan información sobre la presencia de especies que pueden ser utilizadas en proyectos de conservación que pueden ir en conjunto con el desarrollo de proyectos de índole industrial-energético que brindaría un beneficio a nivel económico, social y ambiental de la región.

Dentro del Área Contractual Tecolutla no se encuentra ninguna Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), ninguna Región Terrestre prioritaria, y ningún Área Natural Protegida.

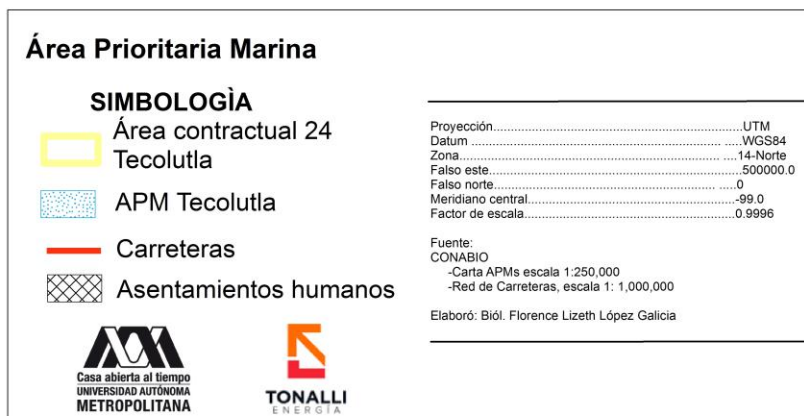
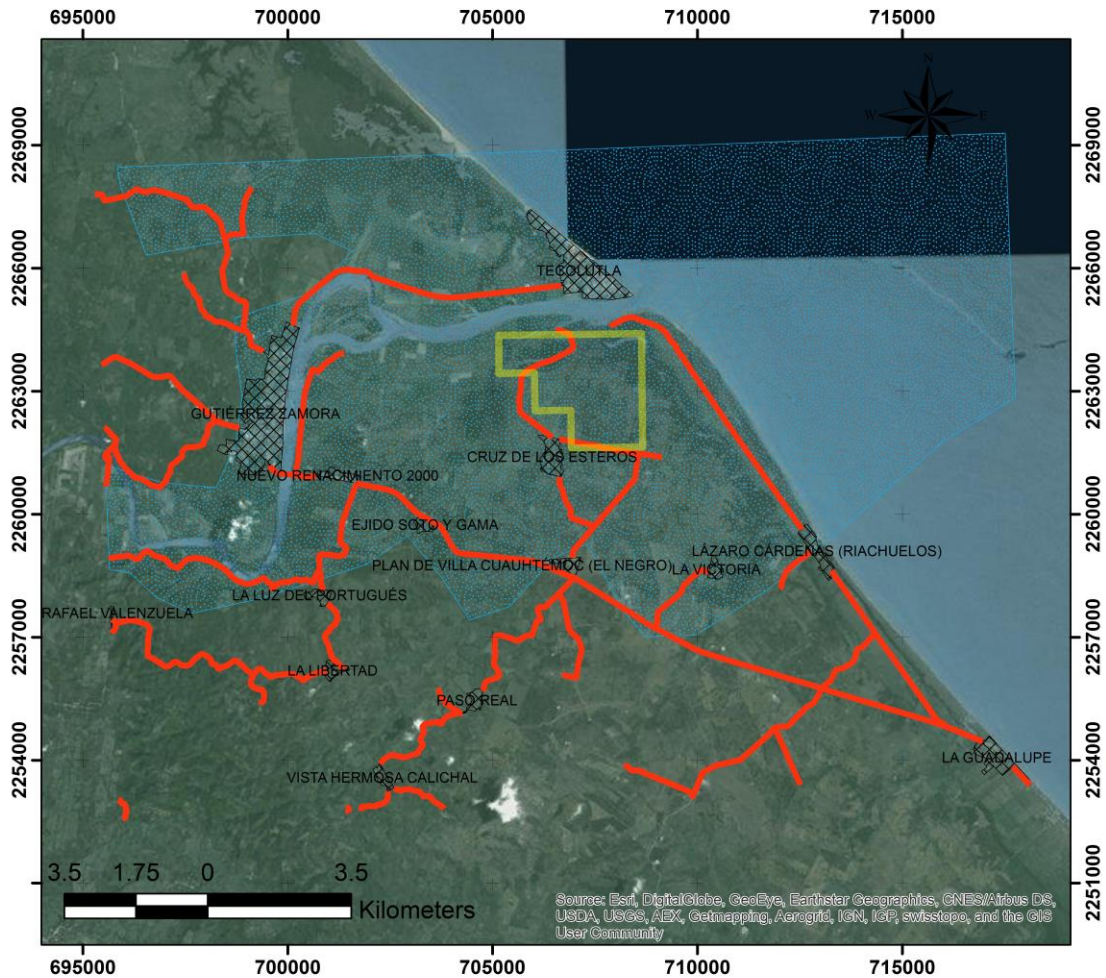
El Área Contractual Tecolutla forma parte de la región hidrológica prioritaria del Río Tecolutla (Figura4), la cual está considerada como un área de alta biodiversidad (Figura 6), un área de uso por los diferentes sectores, además de ser un área que presenta algún tipo de amenaza.

Figura 4. Región hidrológica prioritaria Río Tecolutla



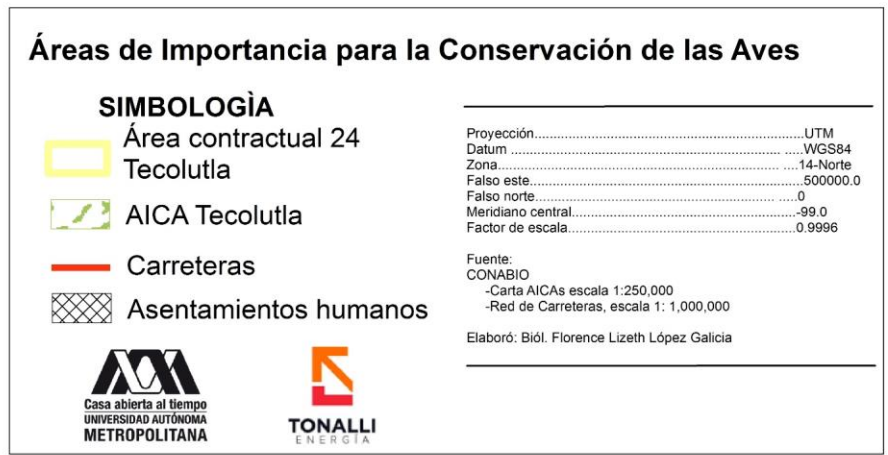
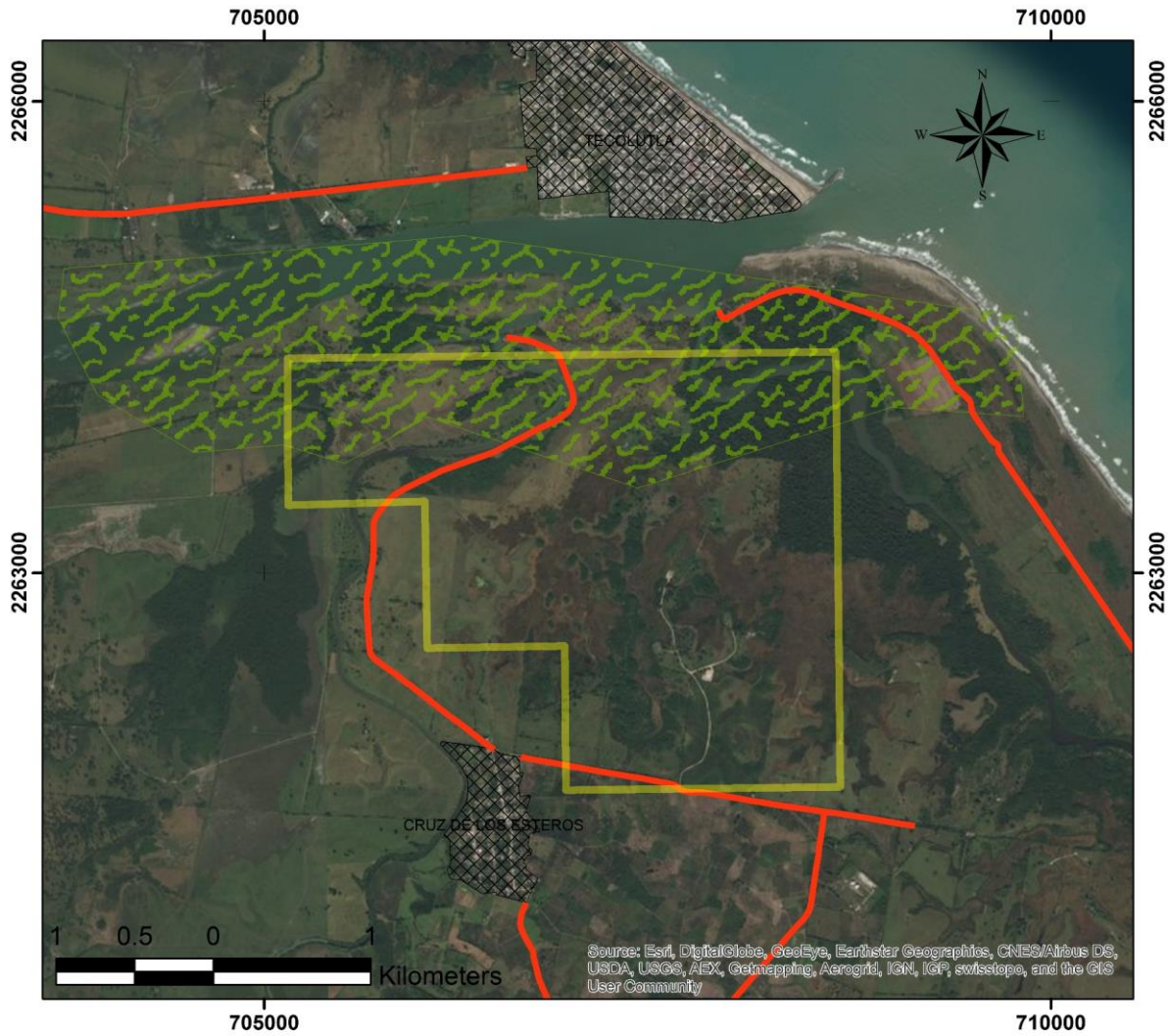
Adicionalmente del Área Contractual Tecolutla forma parte de la región Marina Prioritaria Tecolutla (Figura5), la cual está considerada como un área de alta biodiversidad.

Figura 5. Región marina prioritaria Tecolutla.



Dentro del Área Contractual Tecolutla se encuentra el Área de importancia para la conservación de las aves Tecolutla.

Figura 6. Área de importancia para la conservación de las aves Tecolutla.



IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

A. Clima

De acuerdo con la clasificación hecha por Köppen, adaptada por E. García para las condiciones de la República Mexicana, el clima de la región, de acuerdo a la elevación topográfica de la zona presenta siete variantes orientadas en sentido este oeste: En las partes topográficamente cercanas a la costa el clima es de tipo Aw1(x') y Aw2(x'), cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

En la zona central es de tipo Am(f), cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

Figura 7. Clima en el Área Contractual Tecolutla.

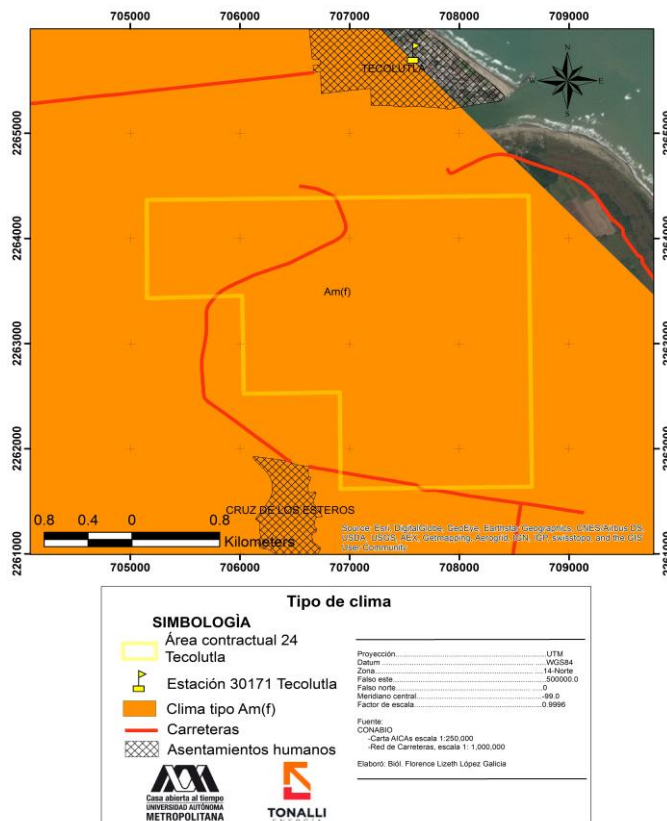
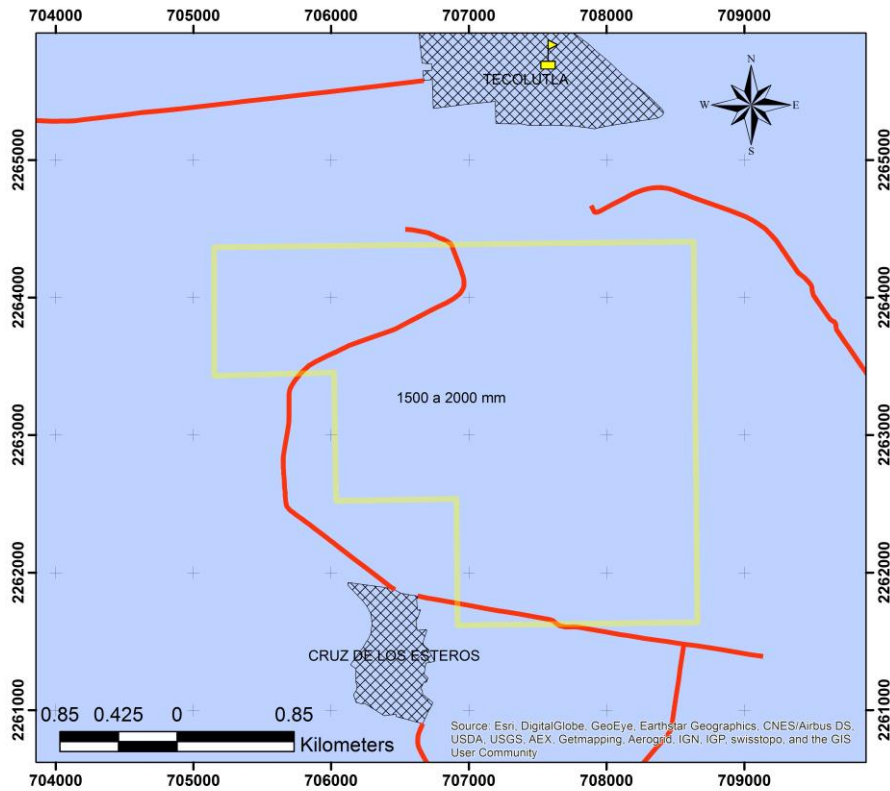


Figura 8. Precipitación media anual en el Área Contractual Tecolutla



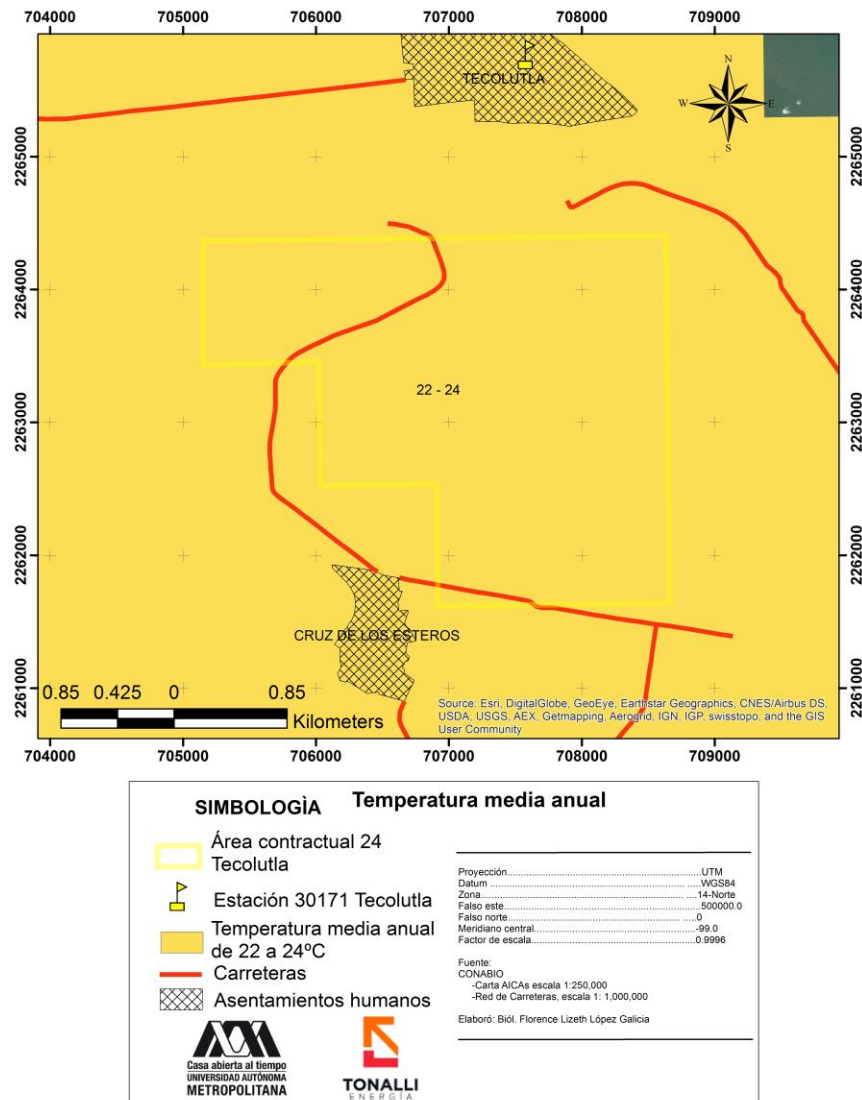


Figura 9. Temperatura media anual en el Área Contractual Tecolutla.

B. Geología y geomorfología

Geología

El área que cubre el acuífero se encuentra incluida dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Maya (Campa U. M. F. et al., 1983), con una cobertura correspondiente a dos cuencas mesozoicas; Sierra Madre Oriental y Zongolica, y dos terciarias, Tampico-Misantla y Veracruz. De acuerdo con los trabajos elaborados por Campa y Coney (1982), el área se encuentra comprendida en el Terreno

Tectonoestratigráfico Coahuila y parte del Terreno Sierra Madre, cubiertos por formaciones mesozoicas y cenozoicas.

El basamento del Terreno Maya está constituido por el Macizo de Teziutlán que consta de esquistos de muscovita, filitas, cuarcitas y metalavas (Pp(?)E-MLa), con edades K/Ar de 269 ± 22 Ma. La datación del esquisto por K/Ar arrojó una edad de 280 Ma, la cual se interpreta como el último evento metamórfico que afectó a estas rocas. Por otra parte, afloran rocas de composición granítica y granodiorítica (PpGr-Gd) datadas por el SGM con una edad de 268.14 ± 0.67 Ma. A nivel regional, la unidad sedimentaria más antigua corresponde a la Formación Huayacocotla (JsipLu-Ar) de edad Jurásico Inferior, constituida por lutitas apizarradas, filitas y areniscas, estas rocas están cubiertas por las Formaciones Cahuascalas y Tenexcate (JbJbLm-Cgp) del Jurásico Medio, constituidas por alternancia de limolitas, areniscas y conglomerados polimícticos de matriz arcilloarenosa (Formación Cahuascalas) y por conglomerados en una matriz areno-tobácea (Formación Tenexcate).

Durante el Cretácico Inferior se depositaron rocas calcáreas en un ambiente de cuenca, representadas por calizas con pedernal y esporádicos horizontes de lutitas de la Formación Tamaulipas Inferior del Berriasiano-Aptiano (KbeapCz), cuyo contacto inferior es transicional y concordante con la Formación Pimienta; el contacto superior es concordante con calizas y lutitas calcáreas de la Formación Tamaulipas Superior del Albiano-Cenomaniano (KaceCz-Lu). Durante el Cretácico Superior se depositaron calizas con nódulos y lentes de pedernal con lutitas calcáreas laminares (Formación Agua Nueva del Turoniano) y calizas arcillosas, margas y lutitas bentoníticas (Formación San Felipe del Coniaciano-Santoniano) (KtssCz-Lu).

Cubriendo tanto a la facies de cuenca de la Sierra Madre Oriental como a la facies de plataforma de la cuenca de Zongolica, afloran margas y lutitas con horizontes de areniscas y bentonitas del Campaniano-Maastrichtiano, que conforman la Formación Méndez (KcmMg-Lu).

Afectando a las unidades de la Cuenca Sierra Madre Oriental se emplazan granitos y dioritas (Jc Gr- D) que afloran en la porción norponiente, su edad es de 163 ± 13 Ma; granodioritas (KvGd) que afloran en la sierra de Chignautla-Tezompan de 134 ± 11 Ma y dioritas (ToD) que afloran entre San Luis Atexcal y Techachalco cuya edad es de 31 ± 3.7 Ma así como granodioritas, pórfido-dacítico y tonalítico (TmGd-PDa) que afloran en Teoloyucan, Tatatila, Tepeyahualco, Cuyoaco y Zautla entre otros, asignándoles una edad de 11 a 14 Ma.

La cuenca Tampico-Misantla del Terciario está representada por sedimentos marinos clásticos, los más antiguos corresponden a una secuencia flysch conformada por lutitas y areniscas calcáreas con margas pertenecientes a la Formación Chicontepec del Paleoceno Superior-Eoceno Inferior (Tpae Ar- Lu), cubierta transicionalmente por lutitas y areniscas de la Formación Aragón del Eoceno Inferior (TeLu-Ar),

la que a su vez es cubierta por lutitas y areniscas de la Formación Guayabal del Eoceno Medio (TeAr-Lu), sobreyacida por areniscas conglomeráticas y lutitas de la Formación Chapopote del Eoceno Superior (TeAr-Cgp). Por último, lutitas y areniscas conglomeráticas de la Formación Horcones del Oligoceno Inferior (ToLu-Cgo), que es cubierta concordantemente por lutitas y areniscas de la Formación Palma Real del Oligoceno Inferior-Medio (ToLu-Ar). Toda esta secuencia se encuentra afectada por un intrusivo cuya composición varía de diorita a tonalita (TmD-Tn) con edad de 9 ± 0.7 Ma.

Geología Estructural

Las estructuras más sobresalientes del dominio dúctil-frágil corresponden a un sistema de pliegues y cabalgaduras que afloran en el noroccidente, con dirección predominante NW-SE, representadas por las cabalgaduras Pachuquilla, Cuapancingo, El Puerto, Otlatlán, Tetelancingo, La Cañada y Chavarrillo. Del dominio frágil la estructura más importante es la falla normal Quimixtlán localizada en la porción sur, con un rumbo general NE20°SW, que pone en contacto a la Formación Tamaulipas Superior con rocas andesíticas terciarias; por último, se tiene un curvilineamiento que representa la caldera Los Humeros, ubicada fuera de la superficie cubierta por el acuífero.

La evolución tectónica en esta región se inicia con un arco magmático antiguo de edad Pérmico en la margen continental de Pangea, en una región del sector oriental de México, con un magmatismo calcoalcalino, así como la depositación de sedimentos pelíticos dentro de una probable cuenca marginal sepultada adyacente al arco, la cual es hoy evidenciada por una potente capa de esquistos y metalavas, que representa el basamento del Terreno Maya (Campa U.M.F. et al., 1983 y Sedlock R.L. et al., 1993). Otra evidencia más del magmatismo permo-triásico, es el plutón granodiorítico del macizo de Teziutlán.

Durante el Jurásico Inferior se produce una subsidencia, que genera cuencas en las que se depositó la Formación Huayacocotla. A fines del Jurásico Inferior se generan movimientos distensivos provocando la retirada de los mares, restituyendo las condiciones continentales; bajo estas condiciones durante el Jurásico Medio se depositan los lechos rojos de la Formación Cahuásas- Tenexcate. Al finalizar el Jurásico Medio y hasta fines del Cretácico ocurre una transgresión, que coincide con la apertura del Golfo de México, el fondo irregular de las cuencas fue nivelándose con el depósito de las formaciones Tepexic, Santiago, Tamán, San Pedro y Pimienta.

Durante todo el Cretácico se desarrollan simultáneamente la cuenca Sierra Madre Oriental con sedimentación de cuenca y con una plataforma adyacente correspondiente a la cuenca de Zongolica, condiciones que permanecieron hasta el Santoniano; durante el Campaniano-Maastrichtiano las condiciones de cuenca fueron homogéneas en los dos paleoelementos depositándose una secuencia de margas y lutitas, correspondiente a la Formación Méndez, que cubre a las secuencias de ambas cuencas. La compresión ocasionada por la Orogenia Laramide actúa en sentido SW-NE, levantando,

fallando y deformando la secuencia mesozoica, generando condiciones para el desarrollo de las cuencas terrígenas terciarias Tampico-Misantla y Veracruz.

Geomorfología

De acuerdo con la información geológica y geofísica recaba en el acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos fluviales que constituyen el lecho y la llanura de inundación de los ríos Necaxa o Tecolutla, Cedro Viejo y otros arroyos tributarios, así como areniscas y conglomerados. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región. Los depósitos granulares y conglomeráticos tienen varios cientos de metros de espesor y fueron, en gran parte, el relleno de depresiones o cuencas formadas en fosas tectónicas que se produjeron durante la revolución Laramídica.

La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas, entre las que destacan intercalaciones de calizas, lutitas y en menor proporción areniscas, así como tobas y brechas volcánicas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Las calizas y areniscas constituyen horizontes acuíferos que pueden presentar condiciones de confinamiento y semiconfinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas. Este es un acuífero que aún no ha sido explorado.

Las fronteras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico del acuífero están representados por las mismas rocas sedimentarias marinas y volcánicas al desaparecer el fracturamiento y por las secuencias de depósitos terrígenos finos que conforman las lutitas y limolitas. A mayor profundidad se considera que el basamento geohidrológico regional está constituido por la secuencia de limolitas y areniscas que conforman la Formación Cahuascal.

Estratigrafía

La secuencia estratigráfica que aflora en esta región está constituida por sedimentos cuya edad varía del Jurásico Inferior al Reciente. A continuación, se describen las distintas unidades litológicas de la más antigua a la más reciente:

Formación Huayacocotla (JiLu-Ar)

Es la unidad más antigua que aflora, consiste de areniscas de color gris verdoso dispuestas en estratos de 20 a 60 cm, plegados y estirados formando "boudines", intercaladas con un conglomerado de color verde oscuro conformado por fragmentos de cuarzo y rocas metamórficas, así como con lutitas carbonosas de color gris oscuro. Subyace en forma transicional a la Formación Cahuascal, en tanto que su contacto inferior no se observa

Formación Cahuascal (JbAr-Lm)

Está constituida por limolitas de color rojo, areniscas y conglomerados, dispuestas en estratos de espesor de 20 a 90 cm, y cubiertas en forma transicional por un paquete representado por las formaciones Santiago, Tamán y Pimienta (JoKbeCz-Lu). Estas formaciones están agrupadas en una misma unidad debido a que sus litologías son muy similares y por la dificultad para ser cartografiadas. Están compuestas por calizas arcillosas en capas de 10 a 40 cm alternando con lutitas calcáreas. Presentan clivaje y pliegues sin sedimentarios, con presencia frecuente de amonitas, radiolarios y bioclastos indeterminados.

Formación Tamaulipas Indiferenciada (KbeceCz-Lu)

Las formaciones Santiago, Tamán y Pimienta (JoKbeCz-Lu) subyacen discordantemente a la Formación Tamaulipas Indiferenciada. Al igual que la unidad anterior, se agruparon con este nombre a las formaciones Tamaulipas Inferior y Superior definiéndolas como Formación Tamaulipas Indiferenciada (KbeceCz-Lu). Consiste de calizas plegadas con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación y fractura concoidea. Sus estratos varían en espesor de 0.20 a 1.0 m y subyace en forma concordante y transicional a la Formación San Felipe y Agua Nueva (KcessCz-Lu).

Formaciones San Felipe-Agua Nueva (KcessCz-Lu)

Debido a la pequeña área de exposición, similitud litológica y correlación geológica, se agruparon estas formaciones en una misma unidad. Consisten de calizas arcillosas con abundancia de microfósiles, que se encuentran interestratificadas con lutitas y horizontes de bentonita. El espesor de sus estratos varía de 5 a 40 cm y subyace concordantemente a la Formación Méndez.

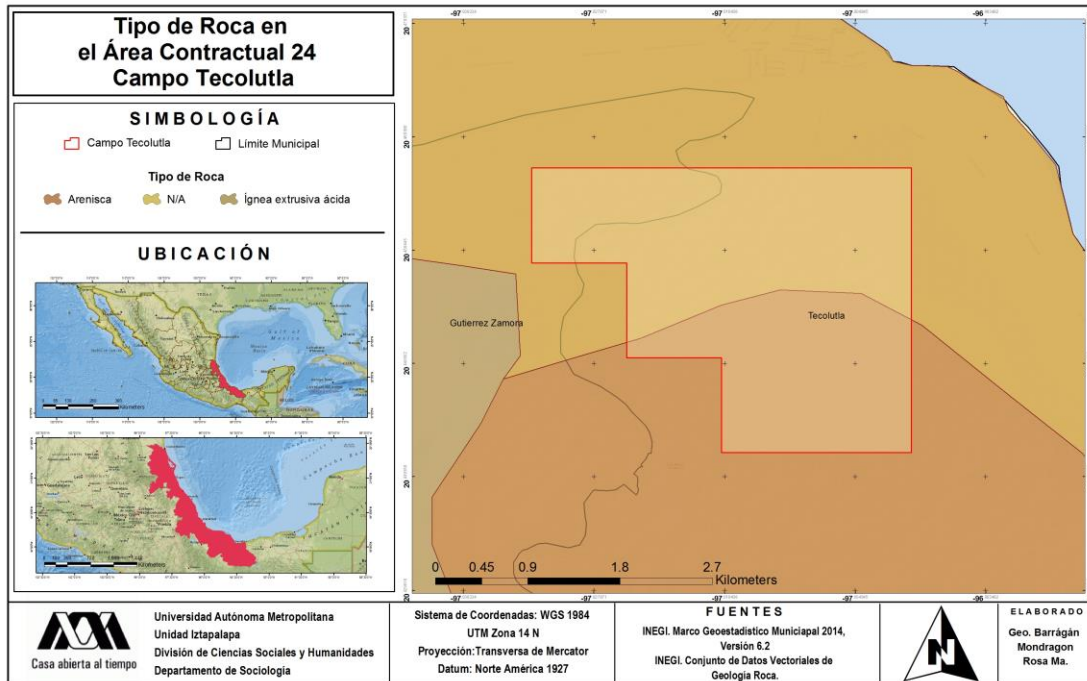
Formación Méndez (KcmLu-Mg)

Está formada por lutitas y margas que presentan fracturamiento concoide, clivaje en forma de lápiz y grado de deformación moderado. Se observan intercalaciones delgadas de capas de arenisca de 5 a 10 cm de espesor. Tiene un espesor estimado de 100 m y subyace de manera concordante y transicional a sedimentos terciarios de la Formación Chicontepec.

Formación Chicontepec (TpaeAr-Lu)

Las unidades sedimentarias subsecuentes a la Formación Chicontepec representadas por las formaciones Guayabal (TeLu-Ar), Chapopote-Tantoyuca (TeMg-Lu), Palma Real (ToAr-Lu), Mesón (ToAr-Lm), Escolín (TmCgp-Ar) y Tuxpan (TmAr-Cgp) contienen litologías muy semejantes que consisten en areniscas, lutitas y limolitas; por su medio ambiente de depósito sus contactos son discordantes.

Figura 10. Tipo de roca en el Área Contractual Tecolutla



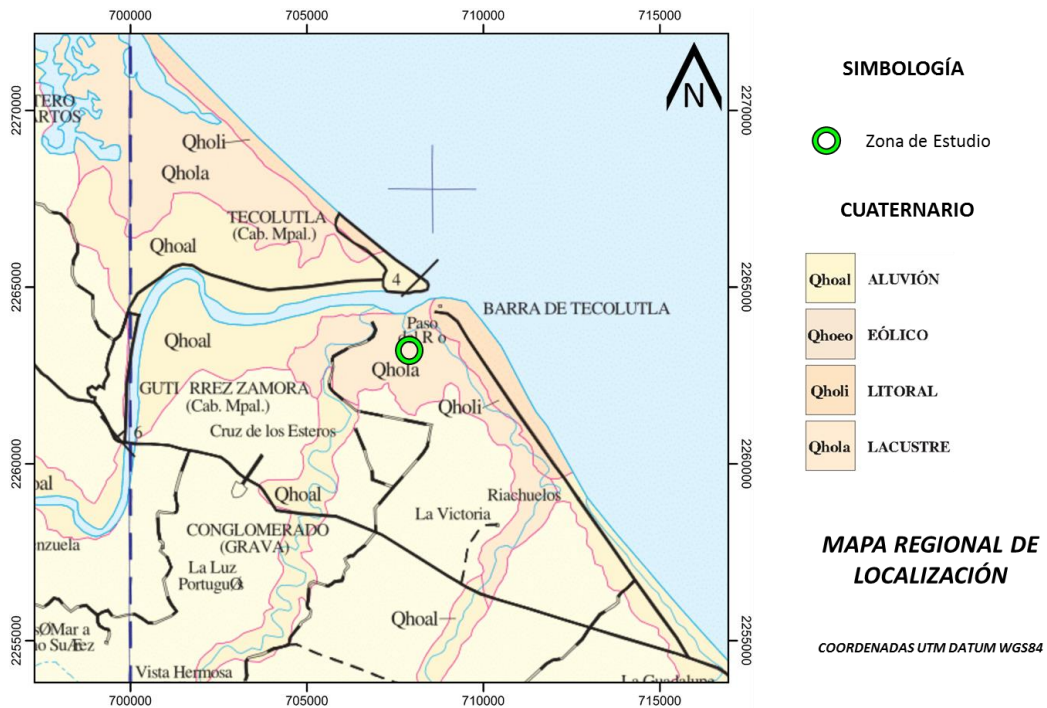
Cuerpos Volcánicos

El vulcanismo está representado por espesos derrames de basalto del Mioceno (TmB-BvB) y Pleistoceno (TplQptB) cuyos afloramientos varían en su extensión de 10 km (al sur de Martínez de La Torre) hasta 55 kilómetros al norte de Villa Ávila Camacho, así como por tobas de composición riolítica a dacítica (TplQptTR-Da) que cubren de manera discordante a todo el paquete sedimentario, principalmente al sur del acuífero.

Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios se ubican en la costa, como resultado del desarrollo fluvial-deltaico de los ríos Tuxtla, Cazones, Tecolutla y Bobos y algunos otros menos importantes como Tenistepec, Negro y Misantla. También existen depósitos eólicos y lagunares.

Figura 11. Mapa geológico del Área Contractual Tecolutla

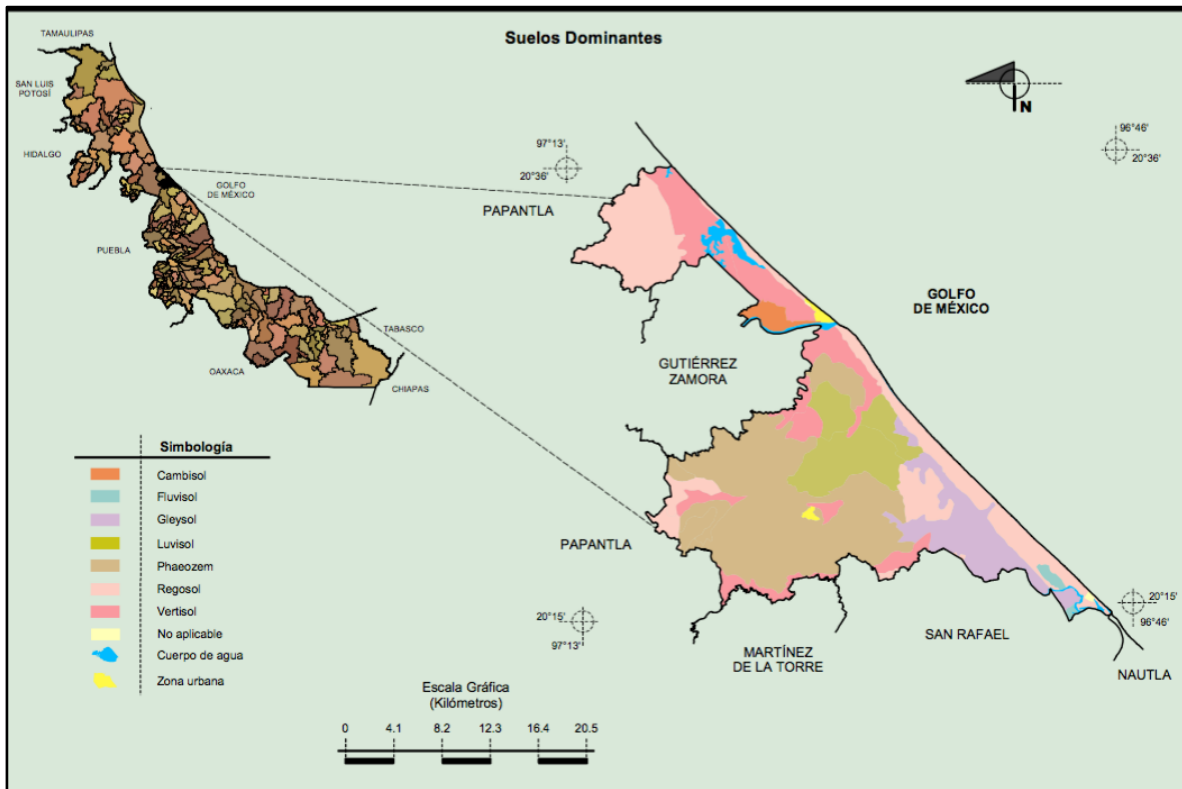


C. Suelos

La propuesta que hoy en día se utiliza para clasificar los suelo fue la que se realizó en conjunto por la International Society of Soil Science (ISSS), the International Soil Reference and Information Center (ISRIC) y la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), la cual es llamada La Base Referencial del Recurso Suelo (WRB). Esta clasificación arroja la existencias de 32 grupos a nivel mundial, de los cuales catorce se encuentran en el estado de Veracruz, teniendo a los Vertisoles los de mayor importancia seguidos de los Feozems, Leptosoles, Cambisoles, Regosoles, Luvisoles, Acrisoles, Andosoles, Nitosoles, Gleysoles, Planosoles, Solonetz, Solonchaks y Gypsisoles. Pero INEGI menciona la presencia de otros suelos (Rendzinas, Litosoles y Xerosoles) los cuales para la WRB los incluye en otros grupos (Florescano, E; Ortiz, 2010).

Para el caso exclusivo de Tecolutla el suelo dominante (Figura 12) es el Phaeozem o Feozems con un 34.30% de cobertura, Regosoles (23.39%), Vertisoles (16.98%), Luvisoles (11.09%), Gleysol (9.51%), Cambisol (1.40%) y Fluvisol (0.56%) (INEGI, 2010a).

Figura 12. Suelos dominantes en Tecolutla (INEGI, 2010a)



D. Hidrología superficial y subterránea

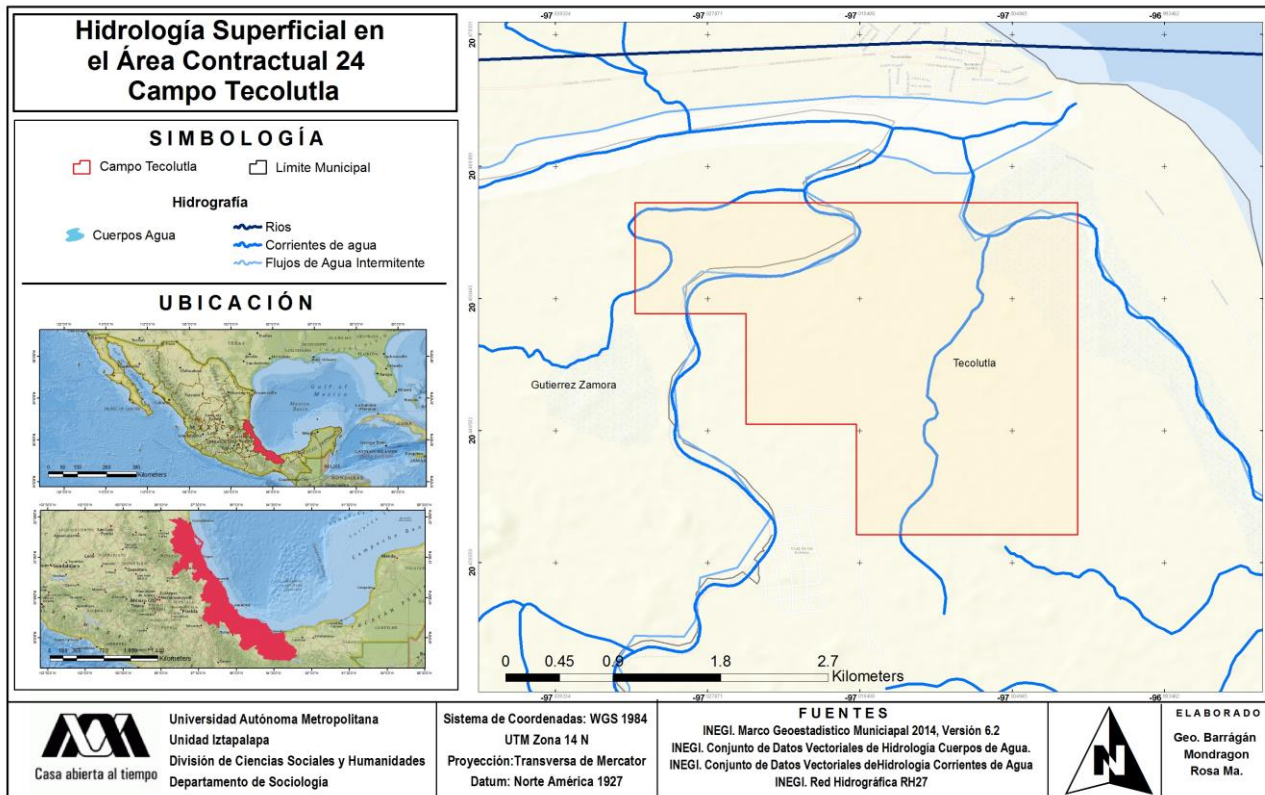
Hidrología superficial

El área cubierta por el acuífero Tecolutla pertenece a la Región Hidrológica 27 Norte de Veracruz (Tuxpan-Nautla), Cuenca del Río Tecolutla, esta región se localiza en la parte central del Golfo de México. Limita al norte y oeste con la Región Hidrológica 26 Río Pánuco, al sur con la Región Hidrológica 28 Papaloapan, al este al Golfo de México, donde vierte sus aguas. Comprende parte de los estados de Veracruz, Puebla y pequeñas porciones del norte de Tlaxcala y el noreste de Hidalgo. La parte alta de la región está dominada por la Sierra Madre Oriental y la planicie por la Llanura Costera del Golfo de México.

El Río Tecolutla tiene una extensión de 7,950.05 km², sus principales recursos hídricos lénticos son el estuario, las lagunas costeras, las marismas y la presa Necaxa. La corriente principal recibe los nombres de arroyo Zapata, río Coyuca, río Apulco y finalmente el de río Tecolutla. Los afluentes principales son los ríos Xiucayucan, Tecuantepec y Laxaxalpan; en su curso

medio recibe las aportaciones del arroyo Joloapan y del río Chichicatzapa. El colector general tiene su origen en el arroyo Zapata, en el parteaguas con la Región Hidrológica 18, a una elevación de 3,500 msnm a 20 km al norte de Huamantla de Juárez, Tlaxcala. Confluyen a él por margen izquierda los arroyos Huixcolotla y Los Lobos y a partir de esta confluencia recibe el nombre de río Coyuca. Su curso se desarrolla a 2,200 m de altitud en el estado de Puebla donde recibe por la margen izquierda los arroyos Tetzoncuahuixtic y San José y por la derecha los arroyos Texocuixpan y Tlapizaco; en ese sitio el colector cambia su nombre a río Apulco.

Figura 13. Hidrología superficial en el Área Contractual Tecolutla.



Hidrología subterránea

El acuífero Tecolutla se localiza en la porción norte-centro del estado de Veracruz y cuenta con una superficie de 7,584 km², sus límites son:

- **al norte** con el Golfo de México
- **al oeste** con el acuífero Poza Rica en Veracruz y con los acuíferos Acaxochitlán, Valle de Tulancingo, Tecocomulco y Apan, pertenecientes al estado de Hidalgo
- **al este** con los acuíferos Martínez de la Torre-Nautla y Perote-Zalayeta, pertenecientes al estado de Veracruz
- **al sur** con los acuíferos Soltepec, AltoAtoyac, Emiliano Zapata y Huamantla, pertenecientes al estado de Tlaxcala, y con el acuífero Libres-Oriental, que pertenece al estado de Puebla.

El acuífero Tecolutla pertenece al Organismo de Cuenca X “Golfo Centro”. En el área que comprende el acuífero no existe ningún decreto de veda. El uso principal del agua es el agrícola; en el territorio que cubre el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) (CONAGUA 2015).

En la parte alta de la cuenca del río Tecolutla dominan los materiales ígneos extrusivos básicos del Cuaternario (basaltos) e ígneos extrusivos ácidos del Terciario (riolitas y brechas volcánicas riolíticas), En las porciones medias, de 200 a 1000 msnm constituidas principalmente por lutitas, areniscas y lutitas-areniscas del Neógeno Oligoceno y Mioceno. Finalmente, hacia las regiones más bajas, menores de 200 msnm dónde predominan extensos depósitos de materiales aluviales del Cuaternario bien clasificados en las márgenes del río Tecolutla que han sido modelados y conformados por escurrimientos fluviales con patrones meándricos, producto de la disgregación y subsecuente acarreo de las rocas que conforman las regiones más elevadas, que sobreyacen a las lutitas y areniscas que afloran al norte y al sur de la zona (CONAGUA 2015).

El área que cubre el acuífero se encuentra incluida dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Maya (Campa U. M. F. *et al.*, 1983), con una cobertura correspondiente a dos cuencas

mesozoicas; Sierra Madre Oriental y Zongolica, y dos terciarias, Tampico-Misantla y Veracruz (CONAGUA 2015).

De acuerdo con la información geológica y geofísica recaba en el acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos fluviales que constituyen el lecho y la llanura de inundación de los ríos Necaxa o Tecolutla, Cedro Viejo y otros arroyos tributarios, así como areniscas y conglomerados. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región. Los depósitos granulares y conglomeráticos tienen varios cientos de metros de espesor y fueron, en gran parte, el relleno de depresiones o cuencas formadas en fosas tectónicas que se produjeron durante la revolución Laramídica. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas, entre las que destacan intercalaciones de calizas, lutitas y en menor proporción areniscas, así como tobas y brechas volcánicas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Las calizas y areniscas constituyen horizontes acuíferos que pueden presentar condiciones de confinamiento y semiconfinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas. Este es un acuífero que aún no sido explorado (CONAGUA 2015).

La profundidad del acuífero a nivel estático se encuentra alrededor de los 9 m, mientras que la elevación a nivel estático va de los 5 a los 100 msnm (CONAGUA 2015).

Con respecto al *aprovechamiento*, se registró un total de 533 aprovechamientos de agua subterránea de los cuales 514 se encuentran activos y 19 inactivos de manera permanente; éstos se distribuyen en:

- 22 pozos
- 468 norias
- 12 manantiales
- 31 galerías filtrantes

Se estima un *volumen de extracción anual* de 9.0 hm³, de los cuales el 87.8% es destinado al uso agrícola, el 6.7% al uso doméstico-abrevadero, el 4.4% para uso público-urbano y el 1.1% para usos múltiples (CONAGUA 2015).

Entradas al acuífero

La recarga natural ocurre por tres procesos naturales principales: por infiltración de agua de lluvia en el valle, por infiltración a lo largo de los ríos principales, que en conjunto se consideran como recarga vertical, y por flujo subterráneo horizontal (Eh). Dados los bajos volúmenes del volumen destinado al riego agrícola, así como para el uso público-urbano, se considera que no existe recarga inducida (CONAGUA 2015).

No existen datos precisos para conocer el volumen de recarga vertical, sin embargo, el volumen total de entradas por flujo subterráneo horizontal corresponde a 14.9 hm³/año (CONAGUA 2015).

Salidas del acuífero

El volumen total de salidas por flujo subterráneo horizontal, es decir por evaporación directa en las zonas de niveles freáticos someros equivale a 0.9 hm³/año; en cuanto al volumen de extracción por bombeo corresponde a 9.0 hm³ anuales. Con respecto a la salida por *evotranspiración*, es decir la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, es equivalente a 84.3 hm³/año (CONAGUA 2015).

Disponibilidad de agua subterránea

Conforme a la metodología establecida por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, para el cálculo de la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, en su fracción relativa a las aguas subterráneas, se estima que para el caso del acuífero Tecolutla existe un volumen disponible de 36,700,972 m³ anuales para nuevas concesiones (CONAGUA 2015).

IV.2.2 Aspectos bióticos

Instrumentos metodológicos.

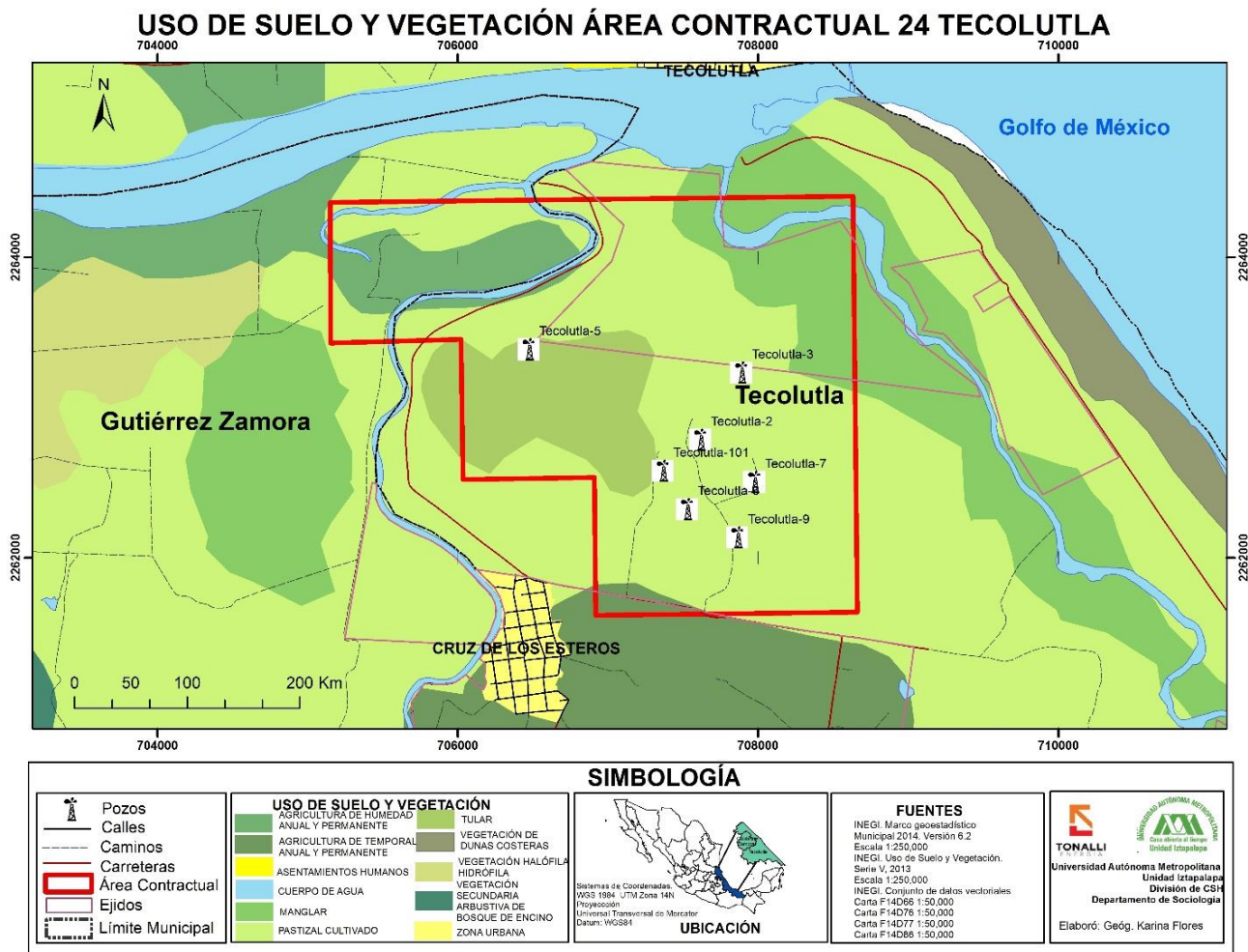
Vegetación y flora

La vegetación que predomina dentro del área contractual Tecolutla, según INEGI (2013) es de cuatro tipos: Pastizal cultivado, Manglar, Tular y agricultura de humedad permanente; el tipo de vegetación que abarca la cobertura del área en su totalidad es el Pastizal cultivado 60% aproximadamente y el porcentaje restante es de tipo Manglar, Tular y agricultura de humedad

permanente; en las cercanías del área prevalecen pequeños manchones de vegetación de selva mediana perennifolia (Figura14).

El tipo de vegetación que prevalece en el área contractual Tecolutla ha sido inducido por acción antrópica puesto que las actividades que prevalecen en el municipio son: la ganadería, la agricultura y la industria petrolera; las tres han reconfigurado el territorio del municipio, que obedecen a políticas públicas implementadas por el gobierno y por la reconfiguración de la tenencia de la tierra.

Figura 14. Usos de suelo y vegetación



Dentro de lo que se denomina implantación humana se integran los asentamientos humanos, en el área contractual Tecolutla no hay registro de poblaciones, salvo en las cercanías del área contractual existen localidades de tipo rural que albergan poca población que realiza actividades productivas de agricultura, ganadería y actividades terciarias. (Tabla 7).

Adicionalmente la descripción de la estructura y composición de la vegetación se llevó a cabo mediante el levantamiento de muestreos con área definida para cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Los métodos con área definida permiten conocer los principales atributos de las comunidades vegetales, tales como la estructura horizontal, la riqueza florística, la diversidad y la importancia ecológica de cada especie, con los siguientes resultados:

Figura 15. Puntos de Muestreo de Vegetación

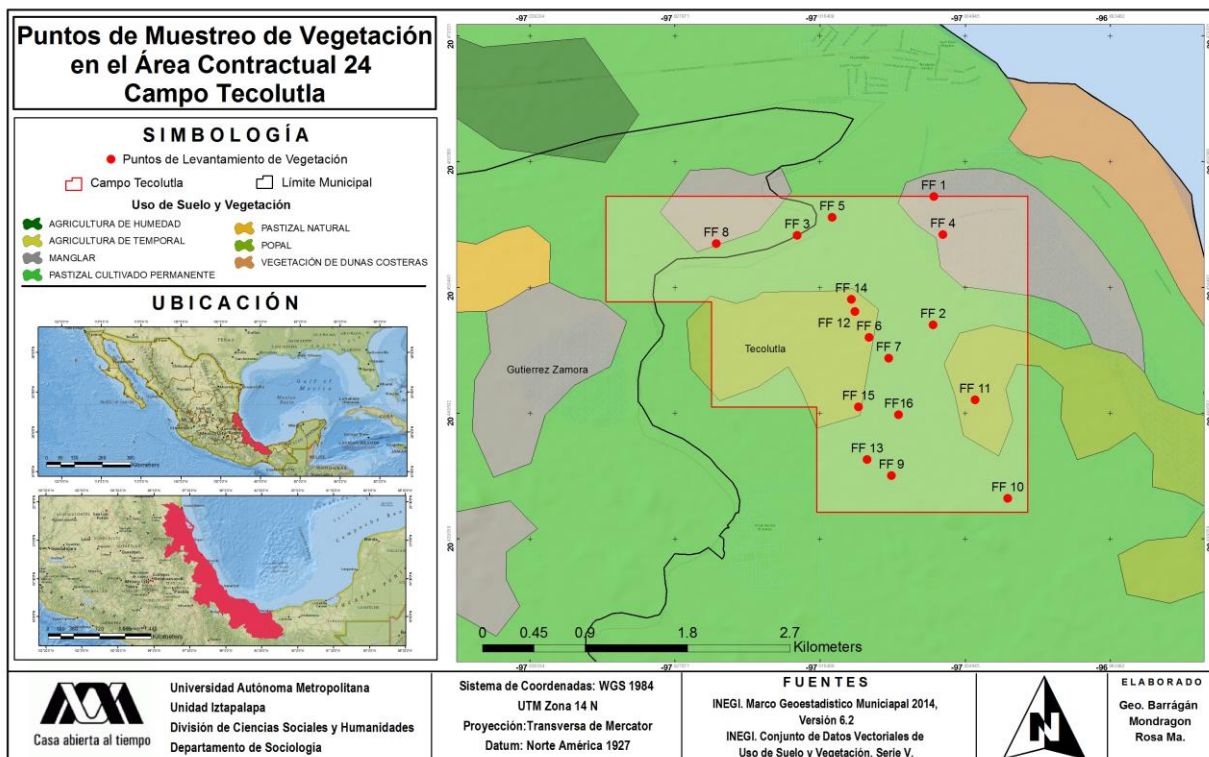


Tabla 7. Coordenadas de los puntos de muestreo y tipo de vegetación.

Sitio de muestreo	Coordenadas 14 Q		Tipo de vegetación	Área de proyecto (AP)/ Sistema ambiental regional (SA)
	UTM E	UTM N		
SA V1	701822	2263373	Bosque de Galería	SA
SA V2	704979	2263381	Manglar	SA
SA V3	711244	2260780	Manglar	SA
SA V4	711988	2258503	Tular	SA
SA V5	713513	2255882	Bosque de encino	SA
SA V6	702085	2261319	Bosque de encino	SA
SA V7	709113	2264827	Duna Costera	SA
SA V8	705822	2263296	Tular	SA
SA V9	708014	2260621	Cultivo (Naranja)	SA
SA V10	709594	2258335	Cultivo (Naranja)	SA
SA V11	704468	2259084	Potrero	SA
SA V13	707302	2259501	Cultivo (Naranjal)	SA
FF 7	707491.73	2262965.78	Tular	AP
FF 11	708209.13	2262608.61	Manglar	AP
FF 16	707581.68	2262468.50	Vegetación secundaria	AP

Fauna

Previo a la realización de los muestreos de campo se revisó exhaustivamente la literatura que compila la información para el estado de Veracruz para elaborar listados iniciales de las especies de vertebrados que se distribuyen en la región (Anexo I). Estos listados fueron depurados considerando tipo de vegetación, altitud y distribución de las especies en los diferentes ambientes presentes en el área de del proyecto consultados en bibliografía especializada de cada grupo taxonómico, siendo para el caso de anfibios y reptiles los trabajos de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Aguilar-López y Canseco-Márquez (2006), Urbina-Cardona y colaboradores (2006), Guzmán-Guzmán (2011), se corroboraron aspectos de nomenclatura y distribución en la base de datos de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2015), y la base de datos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC). Para el caso de la avifauna el listado se basó en el checklist para el estado de Veracruz de Lepage (Lepage, 2017). Este listado al ser de todas las especies para Veracruz; se depuro y acoto de acuerdo a los mapas de distribución, hábitos y hábitat descritos en la guía de Howell y Webb (1995) y a los rangos de distribución de los mapas de la guía de Van Perlo (2006) y considerando el listado de aves con distribución La nomenclatura científica actual y el arreglo sistemático está de acuerdo a los lineamientos establecidos por la American Ornithologists’ Union y su suplemento No 56 (Chesser, 2015)

.Para el caso de mamíferos se utilizó el trabajo de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2013). Para obtener el estatus de conservación de las especies registradas se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010).

Selección de los puntos de muestreo

Para la caracterización faunística del Sistema Ambiental (SA) se definieron ocho puntos de muestreo, dos puntos en el AICA y cuatro puntos de verificación estos últimos se utilizaron para verificar que los tipos de vegetación reportados por INEGI correspondan a los observados en el SA y que por su estado como ecosistema transformado no son considerados con un valor ambiental alto al menos en el apartado de Vegetación y flora. Para el sitio del proyecto (AP) se realizaron 2 puntos de muestreo considerando 100 metros alrededor del pozo donde se realizarán las obras.

En la Tabla 8 se muestran las coordenadas UTM de cada punto de muestreo del SA. Las unidades de muestreo del SA representan los diferentes tipos de vegetación de acuerdo a la serie V del INEGI (INEGI, 2010).

Tabla 8. Coordenadas de los puntos de muestreo de fauna realizados, se enlistan además los puntos de verificación y los puntos de muestreo en el área del proyecto.

Punto de muestreo	X	Y	Altitud	Vegetación observada
SA				
SAF1	701822	2263373	1	Cultivo (Naranja)
SAF2	704979	2263381	1	Manglar
SAF3	711244	2260780	1	Manglar
SAF4	711988	2258503	3	Tular
SAF5	713513	2255882	13	Bosque de encino
SAF6	702085	2261319	31	Bosque de encino
SAF7	709455	2264582	1	Dunas costeras
SAF8	705822	2263296	3	Tular
SAF9	708014	2260621	3	Cultivo (Naranja)
SAF10	709594	2258335	3	Cultivo (Naranja)
SAF11 PV	704468	2259084	3	Potrero
SAF13 PV	707302	2259501	13	Cultivo (Naranja)
AICA				
AICA 1	705372	2264309	-3	Vegetación riverense y Manglar
AICA 2	708048	2264778	0	Playa
AP				
TF7	707706	2262923	1	Tular
TF11	708185	2262595	2	Manglar

Métodos aplicados en campo

Se realizó una salida de campo al área del proyecto localizada en los municipios de Tecolutla y Gutiérrez Zamora en el estado de Veracruz del día 13 de noviembre al día 16 de noviembre del año 2016, resultando en un total de 3 días de trabajo efectivo.

Las fotografías representativas de los puntos de muestreo, las especies registradas y las imágenes de los métodos aplicados se muestran en el anexo 1 en el apartado respectivo a cada caso.

Debido a que los muestreos de fauna dependen en su totalidad de las condiciones medioambientales del sitio, además de los propios hábitos de las especies, se llevaron a cabo métodos específicos para el registro de cada grupo de vertebrados que a continuación se describen.

Herpetofauna (anfibios y reptiles)

Para registrar ejemplares de este grupo de animales se aplicó el método de búsqueda activa en transectos lineales de longitud aproximada de 1000 m en cada punto de muestreo, se buscaron organismos en cada microhábitat potencial en donde se pudieran resguardar los anfibios y reptiles, el muestreo se llevó a cabo en horarios tanto matutinos, como crepusculares, en medida de lo posible, y nocturnos para anfibios, que son las principales horas de actividad de acuerdo con Jiménez Velázquez *et al.*,(2012).

Se tomó el registro en bitácoras de campo de los ejemplares observados. En el caso de algunos ejemplares fue necesaria su captura para poder observar características diagnósticas que nos permitan su correcta determinación taxonómica. Dichos ejemplares se fotografiaron y se tomó su registro, posteriormente **se liberaron vivos justo en el sitio donde se les capturo, el tiempo de captura no superó los 10 min por lo que se evitó así el estrés del organismo.**

Las fotografías se tomaron tratando de cubrir el mayor número de especies y de registros, sin embargo, en algunos casos era complicado fotografiar algunos organismos o su registro había sido visual permaneciendo unos segundos solamente, lo que no permitía capturar la fotografía a tiempo.

Las determinaciones taxonómicas se realizaron mediante las claves taxonómicas de Smith y Taylor (1945; 1950).

La nomenclatura empleada para la herpetofauna registrada, está basada en los trabajos de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004); Frost, *et al.*, (2006) Liner (2007); Frost (2016); Uetz, *et al.*, (2016). Adicionalmente se utilizaron los nombres comunes regionales que a las personas hacían referencia sobre la herpetofauna, complementado los nombres con los propuestos por Liner (1994).

Ornitofauna (aves)

El muestreo de aves se realizaría con el método propuesto de puntos de conteo de radio fijo de 150 m por un lapso de tiempo de 10 a 15 minutos en cada punto (Bibby, *et al.*, 1998; Sutherland, *et al.*, 2004). El muestreo inicio desde aproximadamente las 7:00 a 8:00 hrs hasta las 16 hrs que es cuando estos organismos están más activos, siendo más fácil detectarles por lo que mantiene la eficiencia del muestreo, salvo en el horario vespertino que es cuando se presentan las horas de mayor insolación (Gaviño-de la Torre, *et al.*, 1979). Los registros se complementaron con observaciones *ad libitum* durante el resto del día, sobre todo durante las tardes que es cuando las aves muestran otro pico de actividad justo antes de pernoctar y aves de hábitos nocturnos inician su actividad (Bibby, *et al.*, 2000). Las aves fueron observadas con ayuda de binoculares Bushnell® de potencia 8-16 X 40, y en medida de lo posible fueron fotografiadas con una cámara DSRL Nikon D3300 con un teleobjetivo acoplado 70-300mm manual. Los organismos observados o fotografiados fueron identificados con apoyo de la guía de campo de Van Perlo (2006) y Sibley (2014). Los registros se anotaron en la bitácora general para fauna. La nomenclatura para la orntifauna está de acuerdo a lo establecido con la International American Ornithologist' Union (2006), mientras que para los nombres comunes se utilizaron algunos regionales cuando fue posible su conocimiento, complementados con los propuestos por Escalante *et al.*, (2014).

Mastofauna (mamíferos)

Para el muestreo de mamíferos se llevaron a cabo métodos directos e indirectos. En cuanto a los métodos directos, se implementaron tres técnicas de trampeo diferentes con trampas Sherman, redeo y fototrampeo. El primero de ellos consistió en colocar una línea de 40 trampas Sherman, para pequeños mamíferos, colocadas en parejas con una separación de 5m entre cada pareja, dando un total de 100m lineales, las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y vainilla.

Para el registro de los murciélagos se colocaron redes de niebla de una longitud de 12 m, las redes se dejaron activas desde las 19:00 hrs hasta la 22:00hrs, revisándose en intervalos de cada 15 minutos.

Para el registro de mamíferos de talla mediana y grande se registraron por detección de rastros (heces y huellas) que al permanecer por un tiempo considerablemente largo permite su registro. Adicionalmente se empleó una fototrampa, que se colocó en un tronco dirigida hacia el paso probable de los organismos, durante dos días completos.

La determinación taxonómica de los mamíferos registrados se realizó mediante los trabajos de Ceballos y Oliva (2005); y Alvarez-Castañeda, *et al.*, (2015) y corroborados en cuanto a su distribución con lo publicado tanto por Retana y Lorenzo (2002) como Ceballos y Arroyo-Cabrales (2013). La identificación de huellas y heces se apoyó en la guía de Aranda-Sánchez (2012). Los nombres comunes se emplearon de acuerdo con los propuestos por Ceballos y Oliva (2005).

Análisis de datos

Con los registros de la fauna presente en el área contractual obtenidos durante los muestreos de campo, se elaboró un listado general de las especies; en el que se incluyen los datos taxonómicos de clase, orden, familia, género y especie; además de información sobre estado de conservación de acuerdo con las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010), así como su clasificación en cuanto al comercio y aprovechamiento de recursos naturales otorgado por la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015)

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de diversos índices los cuales incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad o equitabilidad de una comunidad, esto significa que el valor aislado de un solo índice no permite reconocer la importancia relativa de ambos componentes (Pineda-López & Verdú-Faraco, 2013).

Debido que entre sí, los grupos taxonómicos presentan historias de vida completamente diferentes, en este tipo de estudios es necesario interpretar en términos de estructura y conocimiento de la diversidad a cada grupo faunístico (Entiéndase por grupo faunístico, cada

clase de vertebrados terrestres; Herpetofauna: anfibios y reptiles; Ornitofauna: aves; Mastofauna: mamíferos), por lo que los análisis antes mencionados, fueron calculados para cada conjunto de especies por grupo faunístico, registradas en el SA, comparando entre los diferentes tipos de vegetación presentes en el propio SA.

En este contexto, el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades faunísticas en este estudio se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores: Índice de diversidad de Margalef (Mg), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), y equitabilidad de Pielou (J'); mismos que fueron calculados mediante el software PAST V. 3.06 (Paleontological Statistics versión 3.06) y Excel 2010 de Microsoft.(Hammer, *et al.*, 2001).

A continuación, se describen los aspectos matemáticos y técnicos de los índices utilizados en el análisis de diversidad.

Índice de diversidad de Margalef (Mg)

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza; Toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Moreno, 2001).

$$Mg = \frac{(S - 1)}{\text{Log}N}$$

Dónde:

S = Número de especies

N = Número de individuos

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando

hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación n_i/N ; donde n_i =número de individuos de la especie i y N =número de individuos de todas las especies.

\ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J)

El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema y se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

$H'_{max} = \ln$ de (S)

S= Total de especies de la muestra

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie (Krebs, 1999).

A. Vegetación y flora

Estructura cuantitativa de la vegetación

Se registró un total de 323 individuos, así como las diferentes variables estructurales para los ocho sitios de muestreo (tabla 9).

Tabla 9. Resumen estructural del estrato arbóreo y arbustivo por sitio de muestreo. S= riqueza; Am= altura promedio; COB= cobertura (m²);

ID-Sitio	Árboles			Arbustos		
	S	Am	COB	S	Am	COB
SAR V1	5	7.230	455.577	1	4	6.361
SAR V2	1	8	178.183	2	3.75	10.681
SAR V3	1	8.875	394.411	0	-----	-----
SAR V4	0	-----	-----	0	-----	-----
SAR V5	1	10.5	10.2455	0	-----	-----
SAR V6	1	7	121.39	2	2.9	16.783
SAR V7	0	-----	-----	0	-----	-----
SAR V8	0	-----	-----	0	-----	-----
FF 7	0	-----	-----	0	-----	-----
FF 11	2	8.37	125.12	2	3.5	43.41
FF 16	0	-----	-----	3	2.29	26.18

En general los sitios de muestreo presentaron bajos valores de riqueza de especies. El sitio de muestreo que registró la mayor riqueza específica en el estrato arbóreo fue SA V1 con cinco especies arbóreas, este punto de muestreo corresponde a bosque de galería. Por otro lado, los puntos de muestreo con mayor diversidad de especies arbustivas corresponden a los puntos SA V2 y SA V6 con dos especies respectivamente. Asimismo, existen sitios de muestreo donde no existe estrato arbóreo y arbustivo, estos puntos corresponden a SA V4, SA V7 y SA V8 cuyos tipos de vegetación corresponden a tular y duna costera.

El sitio SA V5 registró la mayor altura promedio para el estrato arbóreo con un valor de 10.5 m. Mientras que el sitio SA V1 registró la mayor altura para el estrato arbustivo con 4 m. Por otra parte, el sitio de muestreo SA V1 registró la mayor cobertura arbórea con un valor de 455.577 m², mientras que el sitio SA V6 registró el valor más alto de cobertura arbustiva con 16.873 m².

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo se desarrolla en función del tipo de vegetación, por ejemplo, en lugares donde el dosel es denso, la poca entrada de luz hace que el sotobosque sea muy pobre, en contra parte en aquellos lugares abiertos el desarrollo de las plantas herbáceas es mayor y se encuentra una gran cantidad de especies herbáceas cambiando así tanto la riqueza específica como la densidad. A nivel general, se registró un total de 19 especies y 272 individuos

muestreados. De las 45 especies registradas en el estrato herbáceo 5 corresponden a plántulas de árboles o arbustos y 14 a especies herbáceas.

A continuación, se muestran los valores de riqueza, densidad y altura promedio del estrato herbáceo para cada tipo de vegetación (tabla 10).

Tabla 10. Valores estructurales del estrato herbáceo por tipo de vegetación para el sistema ambiental.

Tipo de vegetación	Riqueza	No. Individuos	Densidad promedio (ind. m ²)	Intervalo de altura (m)	Altura promedio (m)
Manglar	4	96	48	0.25-0.45	0.35
Bosque de galería	4	20	20	0.1-0.2	0.13
Bosque de encino	7	48	24	0.2-0.5	0.39
Tular	5	99	49.5	0.35-1	0.95
Duna costera	1	9	9	0.2	0.2

En general, el estrato herbáceo presenta bajos valores de riqueza. Sin embargo, el estrato herbáceo del bosque de encino es el de mayor riqueza con 7 especies registradas, una densidad promedio de 24 individuos/ m² y una altura promedio de 0.39 m. En este estrato se desarrollan especies como *Bidens* sp., *Desmodium* sp., *Lasiacis* sp., *Passiflorasexocellata* y *Vernonia* sp.

El estrato herbáceo del tular fue el segundo con la mayor riqueza de (5 especies). Sin embargo, registró la mayor densidad con 49.5 individuos/ m². En esta comunidad vegetal podemos encontrar especies como *Echinochloapyramidalis*, *Eleocharis elegans*, *Lasiacis* sp., *Sagittaria lancifolia* y *Typha domingensis*. De las cuales todas (con excepción de *Lasiacis* sp.) se desarrollan de manera exclusiva en esta comunidad vegetal.

El estrato herbáceo del manglar registró una riqueza de cuatro especies (*Acrostichumaureum*, *Fimbristylisdichotoma* y plántulas de *Lagunculariaracemosa* y *Rizophora mangle*) y una densidad de 48 individuos/ m².

El estrato herbáceo del bosque de galería registró una riqueza de cuatro especies (*Bidens* sp., *Pleuranthodendron* sp., *Syngodium podophyllum* y *Tithonia* sp.). Tiene una densidad de 20 individuos/ m² por lo que es una de las comunidades muestreadas con el estrato herbáceo poco desarrollado y dominada por arbustos y árboles. Finalmente, el estrato herbáceo de la comunidad de duna costera registró la menor riqueza con una especie (*Ipomoeapes-caprae*).

Estos resultados sugieren que la riqueza del estrato herbáceo de las comunidades muestreadas en el sistema ambiental es bastante baja.

Estrato arbustivo

En general, el estrato arbustivo de los puntos muestreados en el SA es escaso, debido a la gran extensión de campos agrícolas presentes en la zona y a tipos de vegetación como el tular y las dunas costeras donde el componente arbustivo es nulo. El estrato arbustivo presente dentro del SA se desarrolla en las islas de bosque de galería, bosque de encino y manglar. Se registró un total de 8 individuos muestreados y una riqueza total de cinco especies (*Ormosia* sp., *Pachira aquatica*, *Psychotria* sp. *Quercus oleoides* y *Rizophora mangle*) y una altura promedio de 3.25 m.

El estrato arbustivo del bosque de galería muestreado registró una única especie (*Psychotria* sp.) (tabla 11). Por otro lado, el estrato arbustivo del manglar registró únicamente dos especies con una altura promedio de 3.5 m y una densidad de 0.04 individuos/m². El estrato arbustivo en esta comunidad vegetal se encuentra representado por *Pachira aquatica* y *Rizophora mangle*. Cabe mencionar que estas dos especies no se encuentran en ninguna otra comunidad muestreada dentro del sistema ambiental. Con relación al bosque de encino, el estrato arbustivo de esta comunidad vegetal registró únicamente dos especies (*Ormosia* sp. y *Quercusoleoides*) con una altura promedio de 2.9 m y una densidad de 0.1 individuos/m².

Tabla 11. Valores estructurales del estrato arbustivo por tipo de vegetación para el sistema ambiental

Tipo de vegetación	Riqueza	No. individuos	Densidad promedio (ind./m ²)	Intervalo de altura (m)	Altura promedio (m)
Manglar	2	2	0.04	3.5-4	3.75
Bosque de galería	1	1	0.04	4	4
Bosque de encino	2	5	0.1	2-3.5	2.9
Tular	0	0	0	0	0
Duna costera	0	0	0	0	0

Estrato arbóreo

Dentro del sistema ambiental existen dos tipos de vegetación que no presentan estrato arbóreo (tular y dunas costeras). Para el resto de comunidades vegetales, el estrato arbóreo general se encuentra representado por siete especies (*Bursera simaruba*, *Cynometraoaxacana*,

Gliricidiasepium, *Lagunculariaracemosa*, *Psychotria* sp., *Sapium glandulosum* y *Quercus oleoides*).

La tabla 12 resume los datos estructurales del estrato arbóreo para cada tipo de vegetación.

Tabla 12. Valores estructurales del estrato arbóreo por tipo de vegetación para el sistema ambiental.

Tipo de vegetación	Riqueza	No. individuos	Densidad (ind./m ²)	Intervalo de altura (m)	Altura promedio (m)
Manglar	1	13	0.065	4-10	8.53
Bosque de galería	5	13	0.13	5-10	7.23
Bosque de encinos	1	6	0.03	7-12	9.33
Tular	0	0	0	0	0
Duna costera	0	0	0	0	0

El estrato arbóreo del manglar muestreado es monoespecífico (*Laguncularia racemosa*), tiene una altura promedio de 8.53 m. Asimismo, presenta una densidad promedio de 0.065 individuos/ m². Por otro lado, el estrato arbóreo dentro del bosque de galería registró una diversidad de cinco especies arbóreas (*Bursera simaruba*, *Cynometraoaxacana*, *Gliricidiasepium*, *Psychotria* sp. y *Sapium glandulosum*) con una altura promedio de 7.23 m, una densidad de 0.13 individuos/ m². Finalmente, el estrato arbóreo del bosque de encino es monoespecífico (*Quercus oleoides*), con una altura promedio de 9.23 m.

Índice de Valor de Importancia para especies dentro del AP

A continuación, se presentan ordenados de mayor a menor los valores generales de VIR, así como los valores de Frecuencia relativa, Abundancia relativa y Dominancia relativa por especie (tabla 13).

Tabla 13. Valores abundancia absoluta (AB), Altura promedio (Am), Cobertura media por especie (COBm), Frecuencia relativa (Fr), Abundancia relativa (ABr), Dominancia relativa (Dr) y VIR para cada especie arbórea y arbustiva dentro del sistema ambiental.

Especie	AB	Am (m)	COBm (m ²)	ABr	Fr	Dr	VIR
<i>Laguncularia racemosa</i>	13	8.53	44.04	32.5	16.666	39.234	29.466
<i>Quercus oleoides</i>	7	8.5	164.20	17.5	16.666	20.757	18.308
<i>Gliricidia sepium</i>	4	7.75	38.09	10	8.333	16.384	11.572
<i>Psychotria</i> sp.	5	6.91	23.90	12.5	8.333	7.106	9.313
<i>Sapium glandulosum</i>	2	9	59.83	5	8.333	13.205	8.846

<i>Ormosia sp.</i>	4	2.75	3.32	10	8.333	0.3166	6.216
<i>Cynometra oaxacana</i>	2	7.5	32.82	5	8.333	1.983	5.105
<i>Bursera simaruba</i>	1	5	4.71	2.5	8.333	0.604	3.812
<i>Pachira aquatica</i>	1	3.5	1.96	2.5	8.333	0.216	3.683
<i>Rizophora mangle</i>	1	4	8.71	2.5	8.333	0.190	3.674

Con base en estos datos se puede observar que *Laguncularia racemosa* es la especie de mayor importancia dentro del sistema ambiental, con un VIR de 29.466 %, seguido de *Quercusoleoides* y *Gliricidiasepium* con valores de VIR de 18.308 y 11.572 % respectivamente. Asimismo, se puede reconocer un segundo grupo de especies, las cuales pueden ser consideradas de importancia secundaria con valores de VIR entre 9.313 y 5.105 %. Finalmente, las tres especies que registraron una menor importancia para las comunidades muestreadas dentro del sistema ambiental son *Burserasimaruba*, *Pachira aquatica* y *Rizophora mangle*. Estas especies registraron los valores más bajos de abundancia y dominancia relativa.

La figura 16 muestra un comportamiento donde pocas especies (*Laguncularia racemosa*, *Quercus oleoides* *Gliricidiasepium*) tienen valores de VIR por arriba del 10 % y muchas especies (siete especies) tienen valores de VIR por debajo del 10 %. En relación a esta idea, el 59.34 % de los valores de importancia recae en únicamente tres especies.

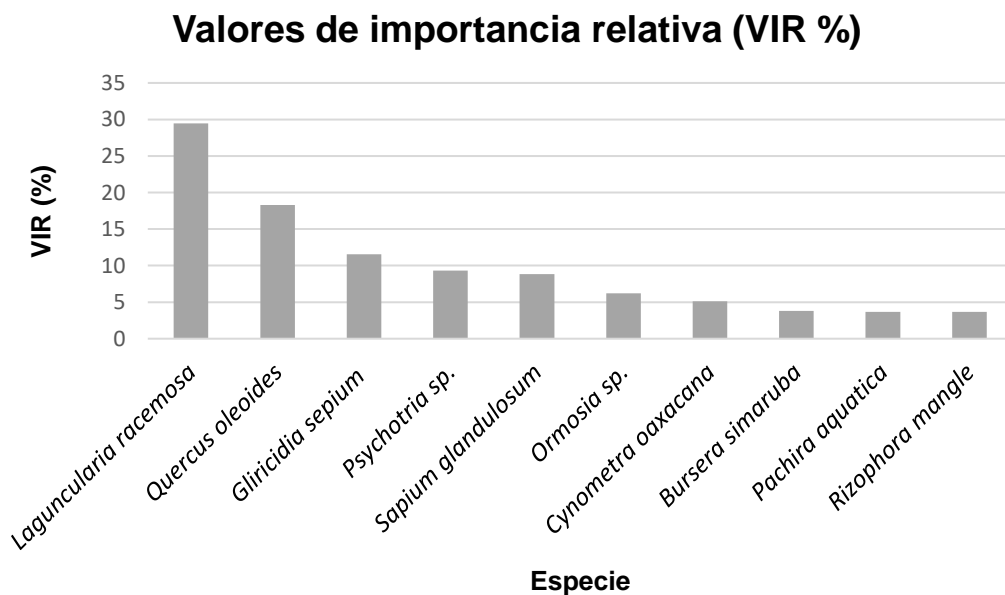


Figura 16. Valores de importancia relativa por especie a nivel general.

Además, se obtuvieron los VIR para las especies dentro del estrato arbóreo y el estrato arbustivo (tabla 14 y 15). Se puede observar que dentro del estrato arbóreo las especies con mayor valor de VIR son *Lagunculariaracemosa* (33.033%) y *Quercus oleoides* (19.472%). Asimismo, se pueden considerar como especies de importancia secundaria *Gliricidia sepium* (13.863%), *Sapium glandulosum* (10.706%), y *Psychotria sp.* (10.591%). Finalmente, un tercer grupo de especies arbóreas son aquellas con valores de VIR por debajo del 10%: *Cynometra oxacana* (6.919%) y *Bursera simaruba* (5.412%).

Tabla 14. Valores de IVI para el estrato arbóreo dentro del sistema ambiental

Especie	VIR 100%
<i>Laguncularia racemosa</i>	33.033
<i>Quercus oleoides</i>	19.472
<i>Gliricidia sepium</i>	13.863
<i>Sapium glandulosum</i>	10.706
<i>Psychotria sp.</i>	10.591
<i>Cynometra oxacana</i>	6.919
<i>Bursera simaruba</i>	5.412

En la figura 17 Se puede observar que únicamente dos especies tienen un valor de VIR por arriba del 15% y el resto de especies arbóreas dentro del sistema ambiental tienen valores por debajo del 15% de VIR.

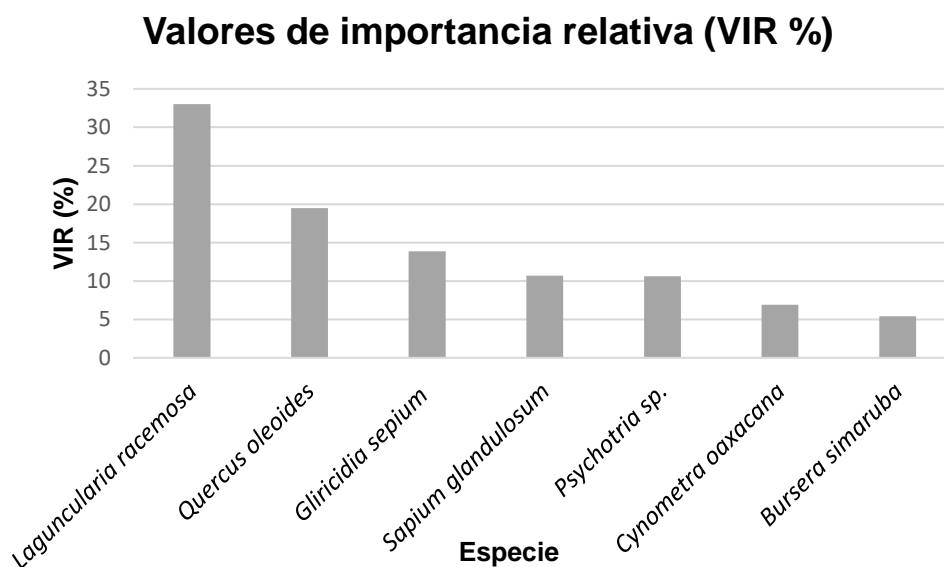


Figura 17. Valores de importancia relativa para el estrato arbóreo dentro del sistema ambiental.

Para el estrato arbustivo la especie con mayor valor de VIR es *Ormosia* sp. (31.87%), seguida de *Psychotria* sp. (22.020%). Estas dos especies contienen más del 50% de importancia para las especies arbustivas dentro del sistema ambiental.

Tabla 15. Valores de IVI para el estrato arbustivo dentro del sistema ambiental

Especie	VIR 100%
<i>Ormosia</i> sp.	31.876
<i>Psychotria</i> sp.	22.020
<i>Pachira aquatica</i>	16.670
<i>Rizophora mangle</i>	15.963
<i>Quercus oleoides</i>	13.468

A diferencia de las gráficas anteriores, en la figura 18 se puede observar que no existe gran diferencia entre los valores de VIR de las especies arbustivas, con excepción de *Ormosia* sp., la cual tiene un evidente valor superior de VIR con el resto de las especies del estrato arbustivo.

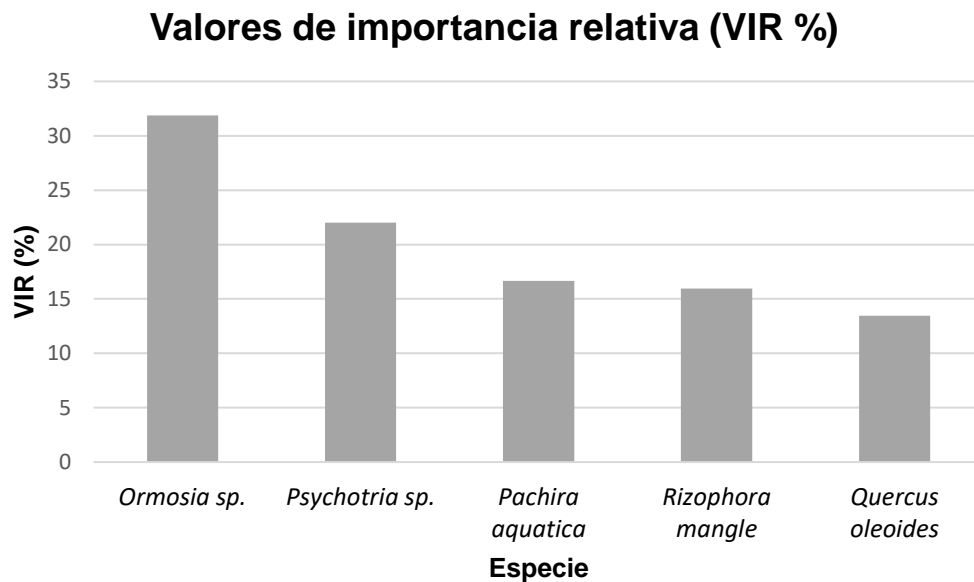


Figura 18. Valores de importancia relativa para el estrato arbustivo dentro del sistema ambiental.

Índices de Simpson y Shannon-Wiener

Se obtuvieron los valores de Simpson (D), Shannon-Wiener(H') y la riqueza específica para cada uno de los sitios de muestreo dentro el sistema ambiental (tabla 16).

Tabla 16. Valores del Índice de Shannon-Wiener por muestreo en el sistema ambiental

Sitio	Tipo de vegetación	# spp.	Simpson (D)	Simpson (1-D)	Shannon-Wiener
SAR V1	Bosque de galería	9	0.16955017	0.83044983	1.95467816
SAR V2	Manglar	5	0.28125	0.71875	1.39173977
SAR V3	Manglar	2	0.5008	0.4992	0.69234697
SAR V4	Tular	3	0.36523438	0.63476563	1.05111168
SAR V5	Bosque de encino	5	0.35691988	0.64308012	1.20199426
SAR V6	Bosque de encino	5	0.25	0.75	1.48624403
SAR V7	Duna costera	1	1	0	0
SAR V8	Tular	3	0.51615059	0.48384941	0.8254122
FF 7	Tular	2	0.755102	0.244897	0.410116
FF 11	Manglar	4	0.3696	0.6304	1.133192
FF 16	Vegetación secundaria derivada de selva mediana perennifolia	10	0.238342	0.761657	1.716409

Con base en los resultados obtenidos los sitios de muestreo FF16 y SA V9, que corresponden a vegetación secundaria derivada de selva mediana perennifolia y bosque de galería, registraron la mayor riqueza específica con 10 y nueve especies, respectivamente. En seguida, se encuentran los sitios SA V2, SA V5 y SA V6 con cinco especies cada uno. Finalmente, los sitios SA V3, SA V4, SA V7 y SA V8 registraron la menor riqueza con dos, tres, una y tres especies respectivamente.

El sitio SA V7 registro un valor de 1 para el índice de Simpson, lo cual señala una baja diversidad y alta dominancia de una especie. En contraparte, los sitios SA V1, SA V2 y SA V6 registraron los índices de Simpson más cercanos a 0, lo cual sugiere una mayor biodiversidad del hábitat. Por otro lado, los valores de 1-D muestran la dominancia de una especie dentro del sitio de muestreo. Con base en estos valores los sitios SA V3 y SA V8 al tener valores más cercanos a 0 sugiere una mayor dominancia de una especie dentro de la parcela de muestreo.

En relación al índice de Shannon, los valores normales para una comunidad oscilan entre 2 y 3, los valores por debajo de 2 se consideran como bajos en diversidad. Con base en esto, los sitios de muestreo del sistema ambiental presentan bajos valores de diversidad. El sitio SA V1 es el único punto de muestreo con valores cercanos a 2.

Similitud florística

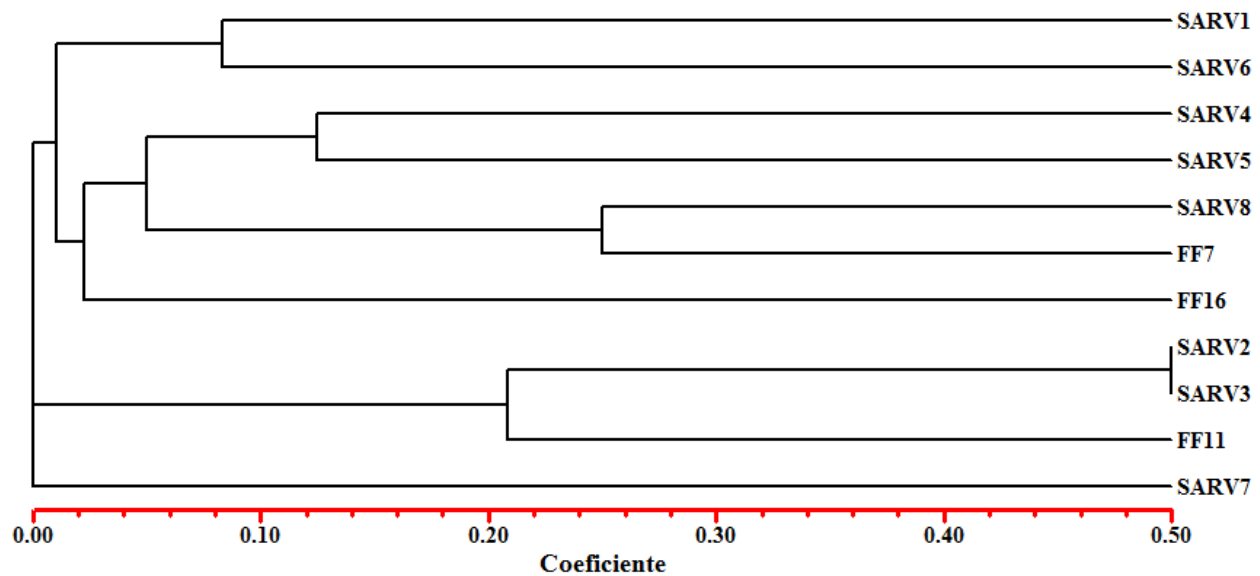


Figura 19. Similitud florística entre los diferentes sitios de muestreo. Coeficiente utilizado: Jaccard.

La figura 19 muestra la similitud florística entre los sitios de muestreo. En general, se observan bajos valores de similitud entre puntos muestreados, lo que sugiere un alto recambio de especies entre sitios. No obstante, existen parcelas de muestreo con valores de similitud elevados (=50%) como los sitios SA V2 y SA V3, los cuales corresponden a manglares.

El dendrograma de similitud divide a los sitios muestreados en tres grupos. El primero de ellos corresponde a los sitios de muestreo SA V1, SA V4, SA V5, SA V6, SA V8, FF 7 y FF16. Dentro de este grupo se engloban los bosques de encino, bosque de galería y tular. Cabe señalar que presentan bajos valores de similitud o que señala un alto recambio de especies. Asimismo, se registra una asociación entre los sitios SA V8 y FF7 los cuales corresponden a tulares. Esto sugiere que la composición florística del tular del área de proyecto tiene aproximadamente el 25 % de similitud con los tulares del sistema ambiental.

El segundo grupo se encuentra formado por SA V2, SA V3, FF11 y SA V7. Los sitios de muestreo SA V2, SA V3 y FF11 corresponden a manglares, tienen un coeficiente de similitud del 50% y comparten especies como *Lagunculariaracemosa*, *Rizophoramangle* y *Acrostichumaureum*.

Finalmente, el último grupo corresponde a un único punto de muestreo, el SA V7 que se trata de duna costera. Esta parcela tiene una similitud del 0% con el resto de puntos. Los bajos valores de similitud entre parcelas sugieren una gran heterogeneidad florística entre sitios de muestreo, es decir, la composición de la flora de una parcela a otra cambia más del 50% de las especies.

Composición florística

Producto de la determinación de especies colectadas, se obtuvo un listado florístico que contiene 83 especies pertenecientes a 65 géneros (anexo 21). El grupo mejor representado son las Magnoliophyta con el 71.08% de las especies. Las familias más diversas son Fabaceae con 9 géneros y 12 especies, además de Asteraceae con 8 géneros y 12 especies. (Figura 20). Los géneros más diversos son *Bidens*, *Cyperus* y *Tillandsia* con tres especies, así como *Acacia*, *Ipomoea* y *Vernonia*, con dos cada uno. De acuerdo con la forma de vida, las herbáceas y arbóreas fueron las más abundantes con 45 y 16 especies respectivamente (Figura 20).

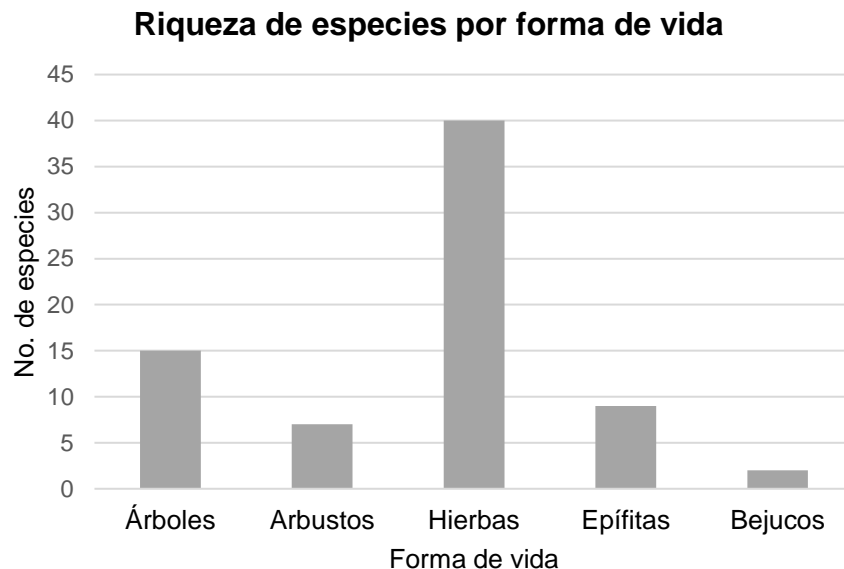


Figura 20. Relación de forma de vida con el número de especies del área contractual Tecolutla.

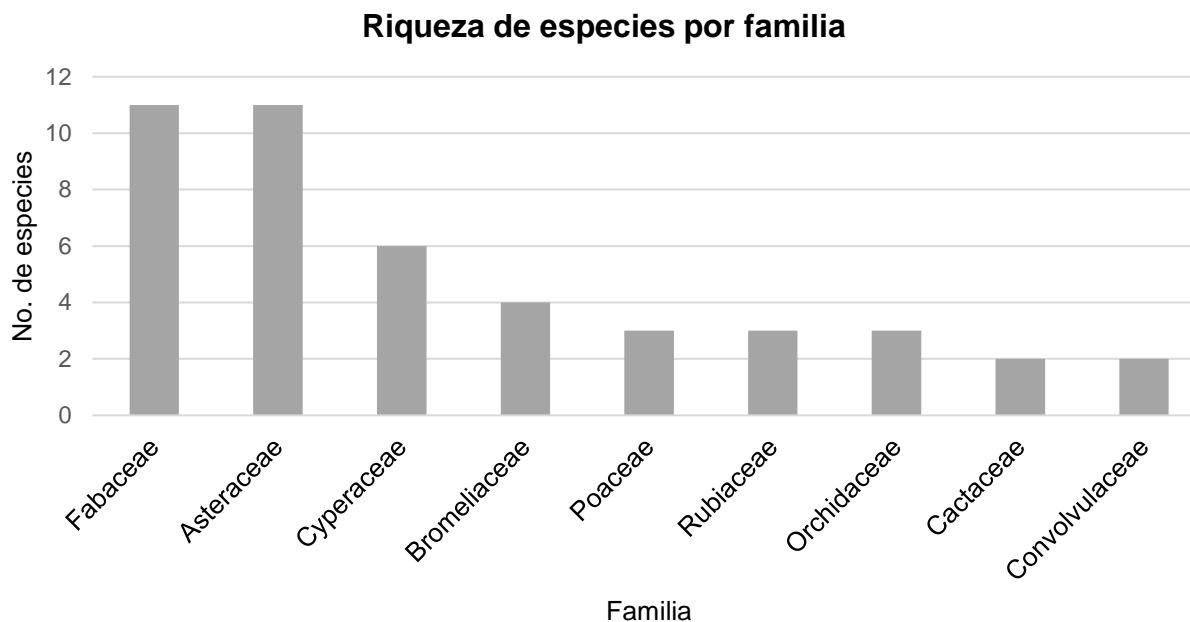


Figura 21. Relación de familias con mayor número de especies en el sistema ambiental.

Especies bajo protección

Se registraron 21 especies incluidas en alguna categoría de riesgo de las normas y convenciones nacionales e internacionales (anexo 22), lo que representa en 25.30% de la flora registrada para este trabajo. Del total de estas 21 especies, sólo una se registró de manera exclusiva para el área de proyecto (*Avicenniagerminans*), ocho se desarrollan tanto dentro del área de proyecto como del sistema ambiental y 12 se registraron de manera exclusiva para el sistema ambiental.

Especies endémicas

Producto de la consulta realizada, arrojó como resultado que, dentro de la flora existente en el sistema ambiental, el 2.40% de las especies son endémicas para México, representado por una especie del estrato arbóreo y otra del estrato arbustivo de la zona muestreada (tabla 13).

Tabla 17. Lista de especies endémicas en el sistema ambiental, México. (FV): A=Arbórea, Ar= Arbustiva y H= Herbácea. SA= Sistema ambiental, AP= Área de proyecto

Familia	Especie	FV	SA/AP
Fabaceae	<i>Cynometra oaxacana</i> Brandegee	A	SA
Rhamnaceae	<i>Condalia mirandana</i> M.C. Johnst.	Ar	AP

Malezas

Para esto se cotejó la lista de especies obtenidas con la literatura pertinente (Vibrans et al. 2012). Dichas consultas determino que el 12.04% de las especies presentes en el sistema ambiental pertenecen a la categoría de malezas, encontrándose la totalidad de estas plantas, en el sustrato herbáceo de la vegetación (anexo 23).

Usos

Para esto se cotejó la lista de especies obtenidas con la literatura pertinente (Arellano *et al.* 2003; Basáñez *et al.* 2006; Ibarra *et al.* 2012; Muñiz *et al.* 2007; Programa Universitario México, Nación Multicultural, 2009; Vibrans et al., 2012). Dichas consultas arrojaron como resultado que 16 de las especies presentes en sistema ambiental registran algún uso (anexo 24), siendo el más común el medicinal con el 60%, seguido por el uso como combustible con el 40%.

B. Fauna

Anfibios y reptiles

La lista generada a partir de revisión bibliográfica de especies de anfibios y reptiles del SA y del Área del Proyecto, contiene un total de 52 especies pertenecientes a 20 familias. La composición taxonómica se muestra en el Tabla 18. De estas 52 especies, 10 se encuentran en la categoría de sujeto a protección especial (Pr) y 4 en categoría de amenazada (A).

Tabla 18. Composición taxonómica de las especies de anfibios y reptiles con distribución reportada bibliográficamente en el SA y el área del proyecto.

Orden	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Anuros	7	13	3
Testudines	2	3	2
Crocodylia	1	1	1
Lacertilia	6	11	3
Ophidia	4	24	5
Total	20	52	14

En el muestreo en campo se encontraron un total de cinco especies de anfibios y tres especies de reptiles en el SA, mientras que para el área del proyecto se registraron 3 especies de anfibios y dos de reptiles. La composición taxonómica de la herpetofauna registrada se encuentra en Tabla 17. La lista completa, su presencia-ausencia en el SA y el área del proyecto, así como su categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 se muestra en la Tabla 18. De esa lista de especies observadas destaca la ausencia de salamandras, cocodrilos y tortugas, no obstante están presentes los demás grupos más representativos de anfibios y reptiles.

Tabla 19. Composición taxonómica de las especies de reptiles registradas durante los muestreos en el SA y el AP.

Orden	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*
AP			
Anura	3	3	1
Lacertilia	2	2	0
Ophidia	0	0	0
Total	5	5	1
SA			
Anura	5	5	1
Lacertilia	2	2	0
Ophidia	1	1	0
Total	8	8	1

Tabla 20. Listado de especies de reptiles registradas durante los muestreos tanto en el SA como en el AP: 1, presencia; 0, ausencia. NOM-059-SEMARNAT-2010: PR, sujeta a protección especial; A, amenazada.

SAR	AP	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010*
1	1	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	N/A
1	0	Anura	Hylidae	<i>Tlalochyla picta</i>	Ranita grillo	N/A
1	1	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	N/A
1	0	Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana ovejera	N/A
1	1	Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Pr
1	1	Squamata (Lacertilia)	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagarija espinosa panza rosada	N/A
1	1	Squamata (Lacertilia)	Teiidae	<i>Aspidoscelis guttata</i>	Huico mexicano	N/A
1	0	Squamata (Ophidia)	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca	N/A

*NOM-059-SEMARNAT-2010: PR, sujeta a protección especial; A, amenazada.

De las especies registradas en campo solo *Lithobates berlandieri* se encuentra enlistada bajo el estatus de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna especie tiene un uso comercial, alimenticio o cinegético.

Aves

De la revisión bibliográfica sobre las especies de aves que se distribuyen en los alrededores del AP y el SA se obtuvieron un total de 184 especies pertenecientes a 19 órdenes, y 51 familias (anexo 25). De las 184 especies 16 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontrándose nueve en categoría de sujeto a protección especial (Pr), cinco amenazadas (A) y dos en peligro de extinción (P).

En el muestreo en campo se encontraron un total de 67 especies de aves lo que representa el 36.41% de las especies del listado bibliográfico. La composición taxonómica de la ornitofauna registrada en el AP, SA y AICA, se encuentra en anexo 26. La lista completa, su presencia-ausencia en el SA, AICA y el AP, así como su categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies de registradas en el SA solo seis se encontraron enlistadas en la NOM-059-semarnat-2010siendo mencionadas, *Mycteria americana*, *Chondrohierax uncinatus*, *Buteogallus*

anthracinus, *Streptoprocne zonalis*, *Amazona albifrons*, y *Psarocolius montezumae* en la categoría de sujeta a protección especial. En el AP solo se detectó la presencia de *Rupornis magnirostris*, la especie solo utiliza el AP como paso, no se registró presencia de nidos.

Es importante mencionar la presencia de especies de aves rapaces, colibríes y pericos, las cuales están consideradas dentro del apéndice II de la CITES, y que se encuentran dentro del área del proyecto. Tal es el caso de la aguilla caminera (*Rupornis magnirostris*), que transita en el AP. En el AICA no se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se registraron las especies *Pandion haliaetus* y *Rupornis magnirostris* incluidas en el apéndice II de la CITES.

En cuanto a las especies prioritarias que se mencionan en el DOF del 5 de marzo de 2014, para el AP no hay presencia de especies prioritarias mientras que para el AICA se observó la presencia de *Pandion haliaetus* como especie prioritaria. En el caso del SA se observaron cuatro especies) (*Pandion haliaetus*, *Gallinago delicata*, *Zenaida asiática* y *Amazona albifrons* incluidas en la lista de especies prioritarias.

En cuanto a los usos que les da la comunidad en general a las aves tenemos a *Amazona albifrons*, *Psarocolius montezumae* y *Dives dives* como especies ornamentales y a *Colinus virginianus* como especie de valor cultural, alimenticio y aunque no observado en el SA, con posibilidades cinegéticas.

Mamíferos

La lista generada de especies de mamíferos, que, de acuerdo a la bibliografía consultada, presenta distribución para el SA y el área del proyecto (AP), contiene un total de 77 especies distribuidas en nueve órdenes y 24 familias (Tabla 21). De las 77 especies, se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres en categoría de amenazada (A) y 5 en categoría de peligro de extinción (P), siendo un total de ocho especies con categoría de riesgo.

Tabla 21. Composición taxonómica de las especies de mamíferos con distribución reportada bibliográficamente en el SA y el área del proyecto.

Orden	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010
Artyodactyla	2	3	0
Carnivora	5	18	6
Chiroptera	6	29	0
Cingulata	1	1	0
Didelphimorphia	2	4	0
Lagomorpha	1	2	0
Pilosa	1	1	1
Rodentia	5	18	1
Soricomorpha	1	1	0
Total	24	77	8

En el muestreo en campo se encontraron un total de nueve especies de mamíferos. Lo que representa un 11.68% del total de especies de mamíferos reportados en la bibliografía. En el SA se registraron ocho especies; mientras que para el área del proyecto se registraron tres especies. La composición taxonómica de la mastofauna registrada se encuentra en Tabla 22. La lista completa, su presencia-ausencia en el SA y el área del proyecto, así como su categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 se muestra en la Tabla 23.

Tabla 22. Composición taxonómica de las especies con de mamíferos registradas durante los muestreos en el SAR y el área del proyecto.

Orden	Familias	Generos	Especies
Área del proyecto			
Carnívora	1	1	0
Didelphimorpha	1	1	0
Xenartha	1	1	0
Total	3	3	0
SA			
Artyodactyla	1	1	0
Carnivora	3	4	2
Didelphimorpha	1	1	0

Rodentia	1	1	0
Xenartha	1	1	0
Total	7	8	2

Tabla 23. Listado de especies de mamíferos registradas durante los muestreos tanto en el SAR como en el área del proyecto. AP (Área del proyecto) y SAR: 1, presencia; 0, ausencia. NOM-059-SEMARNAT-2010: PR, sujeta a protección especial; A, amenazada.

SA	AP	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	0	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	N/A
1	0	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouarundi</i>	Jaguarundi	A
1	0	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P
1	0	Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitidae</i>	Zorrillo	N/A
1	1	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	N/A
1	0	Didelphimorpha	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	N/A
0	1	Didelphimorpha	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	N/A
1	0	Rodentia	Muridae	<i>Muridae</i>	Raton	N/A
1	1	Xenartha	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	N/A

En esta lista destaca la ausencia de murciélagos, ya que estos organismos no pudieron ser registrados principalmente porque las condiciones climáticas no permitieron llevar a cabo el método de captura con redes de niebla, además que durante las horas crepusculares no se detectó la presencia de estos organismos. Lo antes expuesto no confirma la ausencia de estos organismos, para referencia de especies de murciélagos potencialmente presentes.

De las especies de mamíferos registradas en campo las especies *Herpailurus yagouarundi* y *Leopardus pardalis* se encuentran enlistadas bajo la categoría de amenazada (A) y en peligro de extinción (P) respectivamente, en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas mismas especies se encuentran enlistadas en los apéndices I y II, respectivamente, de la CITES.

Tan solo el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es considerado dentro de la lista de especies prioritarias.

En cuanto a los usos que se le dan a los mamíferos en la comunidad el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) destacan por su valor cultural y alimenticio.

Análisis de diversidad

Índices de diversidad

A pesar de que los grupos faunísticos tienen historias de vidas diferentes, los datos obtenidos durante los muestreos del AP, sobre todo en el caso de los reptiles y mamíferos no son suficientes para calcular índices de diversidad, por lo que los índices se calcularon a partir de los datos de aves para el AP.

Para el SA se consideró realizar los índices de diversidad de la herpetofauna en cada unidad ambiental, tomando como unidad ambiental cada tipo de vegetación muestreada en el SA. En la tabla 25 se presentan los valores de los índices de diversidad de los anfibios y reptiles registrados en el SA. Podemos observar que el manglar es el tipo de vegetación con mayor diversidad de anfibios y reptiles tanto con el índice de Margalef como con el de Shannon-Wiener. El tipo de vegetación menos diverso es el área de cultivo ya que esta zona a pesar de brindar cobertura no presenta características de microhábitat variados.

Tabla 24. Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J'), Índice de Margalef (Mg) de las especies de anfibios y reptiles presentes en el SA de acuerdo a los tipos de vegetación presentes.

Tipo de vegetación	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Bosque_de_Encino	0.6365	0.9183	0.9102
Culltivo_(Naranja)	0.86	0.7828	0.8341
Manglar	1.26	0.7827	1.176
Tular	1.182	0.8528	1.108

A pesar de que para el área del proyecto no se realizaron índices de diversidad se puede observar que hay una tendencia a tener mayor diversidad de especies de anfibios y reptiles en los humedales, siendo estos hábitats críticos para la conservación y protección de estas especies en el SA.

Aves

Para el caso de aves en el área del proyecto (AP) Tanto el índice de Shannon como el de Margalef son más altos para el manglar. Por otro lado el valor del índice de equitabilidad de Pielou es cercano a la unidad lo que se traduce como una comunidad con muy pocas especies dominantes.

Tabla 25. Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J'), Índice de Margalef (Mg) de las especies de aves presentes en cada unidad ambiental (Tipo de vegetación) del Área del Proyecto.

Tipo de vegetación	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Manglar	2.213	0.9231	3.107
Tular	1.673	0.9338	1.895

Para el área del SA se realizaron los índices de diversidad por tipo de vegetación de acuerdo a la Serie V de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, los cuales corresponden a las unidades de muestreo realizadas en el SA.

De acuerdo a los datos obtenidos en campo sobre la avifauna presente en el SA se obtuvo que el manglar presenta el mayor valor de diversidad tanto para el índice de Shannon-Wiener como para el de Margalef. Los tipos de vegetación que le siguen son el bosque de encino y el tular. Los tipos de vegetación con el menor valor de diversidad son los cultivos. Un caso particular es el de las dunas costeras, ya que la presencia de aves en estos sitios suele ser abundante y diversa sin embargo de acuerdo a lo observado en campo, este resultado se favoreció a la presencia de mal tiempo (entrada de Norte) que dificultó la observación de las aves por lo que se reportó la presencia solamente de las aves detectadas a corta distancia.

En cuanto al índice de Pielou el pastizal inducido presentó la tendencia a que todas las especies tienen abundancias similares.

En la Tabla 26 se observan los índices de diversidad de las especies de aves presentes en los diferentes tipos de vegetación del SA. Adicionalmente en la misma tabla se presentan los índices de diversidad de los dos sitios tomados en el AICA.

En el caso del AICA podemos observar que los valores de diversidad son muy cercanos, principalmente debido a que el área presenta características más o menos homogéneas, sin embargo, el efecto meteorológico "norte" que se mencionó anteriormente no permitió el registro de las especies del manglar. En cuanto al índice de Pielou se observa que la comunidad contiene especies con abundancias similares.

Tabla 26. Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J'), Índice de Margalef (Mg) de las especies de aves presentes en el SA de acuerdo a los tipos de vegetación presentes.

Tipo de vegetación	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
SA			
Bosque_de_Encino	2.797	0.9047	5.108
Cultivo_(Naranja)	1.915	0.6905	2.934
Cultivo_(Platanar)	0.9003	0.8194	0.9618
Dunas_costeras	1.584	0.8138	1.764
Manglar	2.91	0.8932	5.846
Tular	2.759	0.8799	4.877
AICA			
Vegetacion_riveraña-Manglar	2.008	0.8081	2.89
Playa	2.024	0.844	2.201

Mamíferos

Para el área del proyecto se consideró no realizar los índices, ya que el número de datos es muy pequeño lo que podría llevar a un error en los cálculos que provocaría una subestimación de los valores reales de diversidad de los mamíferos del AP.

Para el área del SA se realizaron los índices de diversidad por tipo de vegetación de acuerdo a la Serie V de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, los cuales corresponden a las unidades de muestreo realizadas en el SA.

En la Tabla 28 se observan los valores obtenidos de los índices de Shannon-Wiener y Margalef que, de acuerdo a los datos obtenidos en campo, es nuevamente en los humedales (Manglar y Tular) donde se concentran los índices de mayor diversidad. En cuanto al índice de Pielou, se presenta un sesgo a causa del método de muestreo que no mide la abundancia de manera directa como lo es la observación o la captura. Ya que al contar rastros como la presencia de determinada especie no se puede estimar de manera clara la abundancia de la misma.

Tabla 28. Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J'), Índice de Margalef (Mg) de las especies de mamíferos presentes en el SA de acuerdo a los tipos de vegetación presentes.

Tipo de vegetación	Shannon_H	Equitability_J	Margalef
Bosque_de_Encino	1.099	1	1.82
Culltivo_(Naranja)	0	0	0
Manglar	1.667	0.9306	2.404
Tular	1.386	1	2.164

Diagnóstico ambiental

Las comunidades vegetales primarias (selva mediana perennifolia y manglar) que tendrían su distribución natural en el sistema ambiental han sido disminuidas principalmente por las actividades agrícolas y ganaderas, ocupando su lugar los pastizales inducidos, acahuales, cultivos de naranja y plantaciones de plátano. Entre las especies que pueden ser utilizadas como indicadores de disturbio se encuentran *Ageratumhoustonianum*, *Echinochloapyramidalis*, *Hamelia patens*, *Melampodium divaricatum* y *Mimosa pudica*. Cabe mencionar que *Gliricidia sepium* a pesar de ser una especie nativa de México, su capacidad de adaptación la ha llevado a ser una de las primeras especies en ocupar zonas perturbadas en esta región. Tomando en cuenta los valores de VIR que presenta dentro del sistema ambiental podría sugerir cierto grado de perturbación dentro de las comunidades vegetales del sistema ambiental.

Otras especies que son consideradas como malezas y/o introducidas son, *Passiflorasexocellata*, *Bacopamonnieri*, *Echinochloapyramidalis* y *Typhadomingensis* (Vibrans *etal.* 2012), las cuales se desarrollan principalmente en pastizales inducidos y vegetación secundaria derivada de encinares y/o selva mediana perennifolia. Con base en estos resultados el 12.04 % de la flora del sistema ambiental se encuentra constituida por malezas.

A pesar de esta considerable cantidad de malezas, en el sistema ambiental se registró la presencia de manglar y remanentes de bosque de encino (estos últimos no fueron reportados dentro del área de proyecto). Cabe mencionar que *Lagunculariaracemosa* (mangle blanco) y *Quercusoleoides* resultaron ser las especies con mayores valores de importancia (VIR) dentro del sistema ambiental. Esto sugiere que las comunidades donde se desarrollan (vegetación primaria) aún juega un papel ecológico importante para el sistema ambiental.

Del total de las 86 especies reportadas para la zona de estudio el 2.4% son endémicas para México. Asimismo, de estas 86 especies se registraron 21 especies incluidas en alguna categoría de riesgo y/o protección de las normas y convenciones nacionales e internacionales. Con base en estos resultados, se puede considerar que el sistema ambiental, en general, tiene un bajo grado de riqueza de especies y endemismo. Presenta un considerable grado de perturbación derivado principalmente de actividades agrícolas y ganaderas, ocasionado principalmente al reemplazo de la selva mediana perennifolia y el bosque de encino por pastizales inducidos, cultivos de naranja y plátano. No obstante, existen comunidades vegetales primarias (manglares e “islas” de bosque de encino), las cuales deben ser consideradas para su conservación ya que albergan especies de orquídeas y mangles protegidos por las NOM-059. Asimismo, estas comunidades primarias funcionan como centros de refugio y riqueza para la flora, y seguramente para la fauna, a nivel local, además de la evidente importancia no sólo ecológica sino para el hombre que representa este tipo de vegetación. Razón por la cual deben ser recomendados resguardar estos parches de manglar para asegurar tanto servicios ambientales como la diversidad biológica remanente de la región.

En el caso particular de fauna los análisis de diversidad demostraron que los humedales (Manglar y Tular) son sitios importantes para la protección y conservación de un número considerable de especies. Por lo tanto un área a considerar como importante para la biodiversidad del SA son los manglares que se localizan a la orilla de los esteros El negro, Larios y Cruz de esteros, ubicados alrededor del área del proyecto.

Para el caso de la herpetofauna en general es importante tomar en cuenta ciertas implicaciones que derivan del uso de suelo y los diferentes tipos de hábitats y vegetación que influyen directamente en estos grupos, por lo que se destaca el delimitar de una manera adecuada las regiones con las condiciones ecológicas para cada una de las especies (Peterson y Soberón, 2012; Lobo *et al.*, 2008),

Las aves registradas en este estudio son especies que pueden persistir a lo largo de gradientes de disturbio mientras que otras son más específicas en cuanto al hábitat (Bryce *et al.* 2002, Gallardo del Ángel *et al.* 2004). Estas perturbaciones, pueden afectar de manera diferencial la riqueza y abundancia de las especies en forma directa o indirecta; como es el caso de *Quiscalus mexicanus*, el cual presenta la mayor abundancia relativa; se trata de una especie que se ve favorecida con la modificación del hábitat siendo gregaria y puede alcanzar grandes

densidades en un espacio relativamente reducido (Howell & Webb, 1995; Olmo-Linares, 2009), a diferencia de *Psarocolius montezuma* la cual es una especie que requiere de zonas con vegetación original y en buen estado de conservación, otra especie específicas en cuanto su hábitat es *Cairina moschata* la cual también requiere también zonas de vegetación en buen estado donde puedan encontrar grandes árboles donde puedan anidar (Chablé-Santos, 2005); estos requerimientos ecológicos hacen que las aves también, al igual que otros vertebrados, actúen como bioindicadores de la situación ambiental del área de estudio (Chablé-Santos, 2005; Sánchez-Bon, 2010; Bojorges-baños, 2011).

Otro aspecto a considerar y de importancia para las aves es el Área de Importancia para la Conservación de las Aves ubicada al norte del SA, la cual de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente capítulo, mantiene un índice de diversidad alto, tan solo debajo de áreas con manglar conservado, lo cual es indicativo de la importancia que esta área representa para las aves migratorias y nativas.

Los mamíferos pequeños en este estudio no fueron registrados, sin embargo, se puede hacer mención sobre el avistamiento de excretas de roedor. Se ha reportado que los roedores pueden mostrar una preferencia por asociaciones vegetales con dominancia de gramíneas (caña, maíz y potrero) derivada de la sustitución de la vegetación nativa, esta particular asociación es común en ambientes tropicales (Cervantes y Hortelano, 1991); el área de muestreo presenta las características ideales para la presencia de musarañas y ratones tlacuaches, como lo han reportado en selvas tropicales (Ceballos y Miranda, 1986).

De los carnívoros más específicos y sensibles a la alteración antropogénica del ambiente se registró al ocelote (*L. pardalis*) y al Jaguarundi (*H. yagouarundi*) ambos con baja abundancia, estas especies están asociadas a vegetación tropical con cobertura densa, y particularmente el ocelote evita espacios abiertos o acahuales jóvenes (Pérez y Santos, 2010); es importante destacar que ambas especies se encuentran en NOM-059-SEMARNAT (2010), la primera en el estatus en peligro de extinción y la segunda como amenazada. Ambas especies se encuentran en los apéndices I y II respectivamente, en la CITES.

A pesar de la fragmentación de la vegetación en el área de estudio se han mantenido algunos manchones o remanentes de diferentes tamaños y grados de conservación; los cuales crean un grado de interrelación entre la fauna determinando así su viabilidad (Dirzo y García, 1992).

Finalmente se destaca la importancia que tienen los estudios y caracterizaciones faunísticas, ya que nos brindan información sobre la presencia de especies que pueden ser utilizadas en proyectos de conservación que pueden ir en conjunto con el desarrollo de proyectos de índole industrial-energético que brindaría un beneficio a nivel económico, social y ambiental de la región.

IV.2.3 Paisaje

Organización del Paisaje

La inclusión de la descripción y análisis de paisaje dentro del estudio de impacto ambiental se debe a que el paisaje es un elemento que toma en cuenta diferentes características del medio físico, así mismo, se debe de medir la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto, puesto que se origina un impacto paisajístico.

Sí bien es importante dar una definición de paisaje, que es “una construcción social y cultural, siempre anclada en un substrato material físico” (Nogue, 2008 en Muñoz, 2012: 13), una definición más concreta es donde se define al paisaje como el “resultado de una transformación colectiva de la naturaleza, un producto cultural, la proyección cultural de una sociedad en un espacio determinado” (Nogue, 2006 p.207 en Checa-Artasu,2017 en prensa), a su vez dicho espacio está conformado por elementos bióticos, abióticos y antrópicos que lo dinamizan y lo llevan a una continua evolución.

En los Estudio de Paisaje, se considera el ámbito de estudios, la caracterización del paisaje, posteriormente se realiza la valoración del paisaje, que se complementa con el análisis visual del paisaje, a su vez se toma en cuenta la participación pública y en algunos casos se realiza una propuesta para determinar medidas y acciones para el cumplimiento de objetivos de calidad para la protección, ordenación y gestión paisajística.

Para el presente estudio, no sólo se realiza un estudio de paisaje, se hace un impacto paisajístico, que tal como menciona Henriques el impacto paisajístico se manifiesta esencialmente por la desaparición o modificación de algunos elementos característicos del paisaje y por la introducción de elementos extraños (Henriques,1994 en López,2015: 315), por

este motivo es importante mediar la capacidad de asimilación, que se puede calcular a partir de tres aspectos importantes: la visibilidad, calidad paisajística y fragilidad visual.

Metodología

La metodología para realizar el análisis y caracterización del paisaje se establece en tres etapas:

Etapas 1. Etapa previa a campo

Se realizó una revisión bibliográfica de trabajos relacionados con cuestiones de paisaje y su análisis. Posteriormente se realizó una aproximación al área de estudio, para intentar definir las unidades de paisaje y los puntos de observación para la adquisición de datos; así mismo se hizo uso de la cartografía para tener un acercamiento previo al territorio.

Etapas 2. Campo

Se lleva a cabo un recorrido en el área de estudio para la recopilación de datos necesarios para realizar el análisis. Se utiliza el método *in situ* con el objetivo de reconocer el territorio, donde se realiza lo siguiente:

- Determinación de puntos de observación. Se llevó a cabo por un observador común, y se eligieron miradores por sus características panorámicas y de visibilidad.
- Definición de las unidades de paisaje encontradas en el territorio (área o sectores homogéneos dentro del territorio). Se definieron por sus características morfológicas, de vegetación y espaciales en común.
- Definición de las cuencas visuales o visibilidad para cada punto de observación. Se realizó un registro fotográfico para identificar su orientación y ubicación. Las cuencas fueron proyectadas sobre las áreas de influencia del proyecto.

Los recursos visuales incluidos en el inventario fotográfico fueron los siguientes: áreas de interés escénico, hitos visuales de interés, cubierta vegetal dominante, presencia de fauna, cuerpos de agua, intervención humana, áreas de interés histórico.

Etapa 3. Análisis de información

Se analiza la información recabada para realizar un Estudio de Paisaje con todos los elementos necesarios, y se realiza una breve descripción de la caracterización del paisaje y se definen las unidades de paisaje donde se siguen los métodos propuestos por Muñoz (2012). Por último, se realiza la evaluación de la calidad paisajística siguiendo el método indirecto del Bureau of LAnd Management (BLM,1980) y se determina la fragilidad del paisaje a partir de la metodología Yeomans (1986).

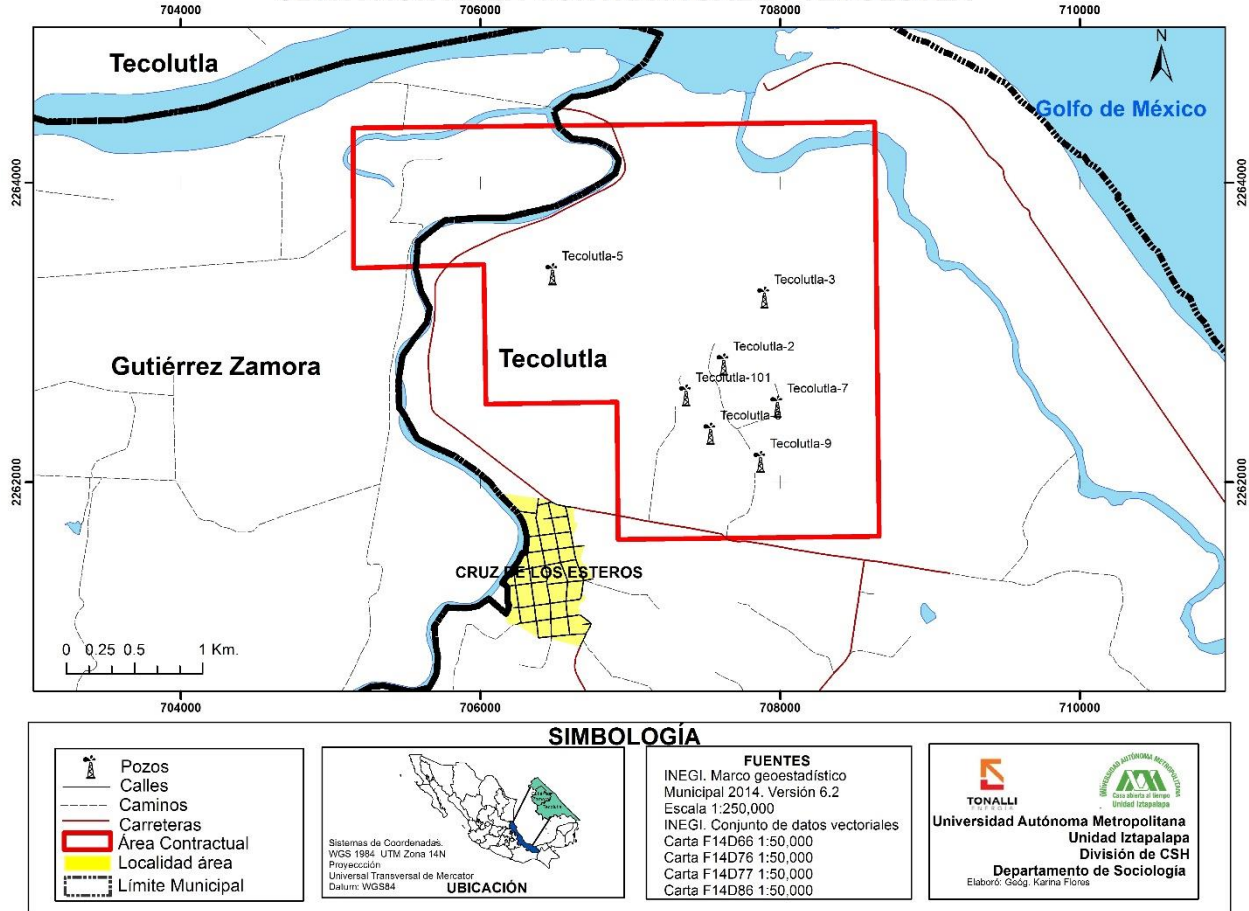
Análisis

Dentro de la primera etapa del estudio de paisaje, se lleva a cabo la delimitación del área de estudio o ámbito de estudio; para este trabajo, el ámbito ya está definido, es el Área Contractual ya asignada.

La delimitación de dichas áreas, se hace conforme a la existencia de campos de explotación de hidrocarburos que establece la industria petrolera, acorde a las características geológicas y de la posibilidad de explotar ese espacio ya delimitado de acuerdo a cierto tiempo y capital financiero disponible. Por tal motivo se habla de una delimitación político administrativa -el Campo- ahora denominado: bloque o área contractual, que es la más pequeña dimensión territorial que genera la industria petrolera (Checa-Artasu, 2017 en prensa).

La delimitación de las zonas de estudio (áreas contractuales), no es necesario que la establezcamos, debido a que ya están preestablecidas, éstas tienen una extensión determinada de varios kilómetros cuadrados, retomando a Checa-Artasu (2017 en prensa) “la delimitación se hace de acuerdo al potencial geológico del territorio, en ocasiones estas superan y se superponen a la delimitación administrativa de los municipios, así como el régimen de propiedad o la distribución agraria”. Para el presente estudio de impacto ambiental, se toma en cuenta el área del Sistema Ambiental.

UBICACIÓN ÁREA CONTRACTUAL 24 TECOLUTLA



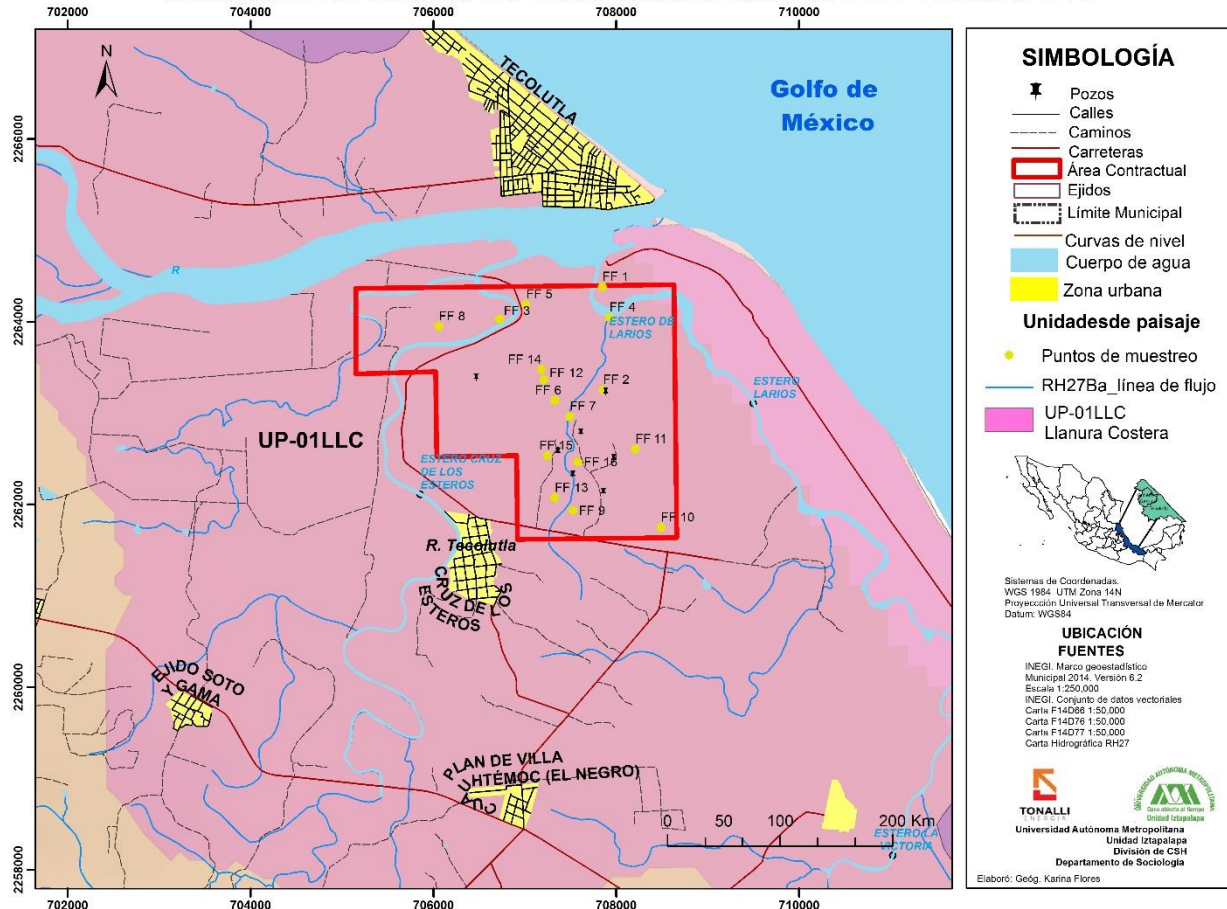
Unidades de Paisaje

Según Muñoz (2012) y Checa (2017 en prensa) las unidades de paisaje son áreas geográficas que presentan un carácter paisajístico con cierta homogeneidad y con ciertos patrones; las unidades de paisaje tienen una extensión y delimitación que forma unidades únicas. En los estudios de paisaje se establecen varias unidades de paisaje y pueden pertenecer a un mismo tipo de paisaje, dichas unidades se instauran de acuerdo a rasgos comunes del territorio, lo que permite clasificarlas en diferentes tipos de unidades (Muñoz,2012:66), para la delimitación de unidades también se toma en cuenta la escala del área de trabajo, puesto que si la escala es mayor pueden determinarse más unidades por la diversidad paisajística.

El área contractual se encuentra dentro de la misma provincia, subprovincia fisiográfica y sistema de topoformas, por lo tanto, para este caso no se logró delimitar las unidades usando únicamente la fisiografía, que como sabemos es fundamental para establecer las unidades. En la delimitación se toma en cuenta los diferentes patrones existentes en el territorio, estos pueden ser de tipo: forestales, agroforestales, agrícolas, urbanos y ligados al agua: costas, causes, ríos y humedales. También se tomó en cuenta la hidrográfica, la topografía del sitio, la morfología y la cobertura del suelo.

Se delimitó únicamente una unidad de paisaje, a pesar de que en el área hay presencia de un patrón de vegetación aparentemente distinto, sin embargo, para realizar la delimitación se tomaron en cuenta los elementos de la estructura formal, en específico la fisiografía, el relieve y la hidrología a partir de estos fue que se delimitó una unidad de paisaje que se superponen a la delimitación del área contractual (Ver siguiente mapa).

UNIDADES DE PAISAJE DEL ÁREA CONTRACTUAL 24 TECOLUTLA



Unidad de Paisaje dentro del área contractual. Elaboración propia a partir de Trabajo de Campo en el área e INE2013.

En el área contractual existe un tipo de tipo de paisaje: Llanura Costera, en la mayoría del terreno del área contractual la vegetación es de Pastizal inducido y los patrones que se observan dentro del polígono son de tipo agrícola, la mayoría de ellos son sembradíos de cítricos y en algunas partes del área contractual hay presencia de vegetación secundaria y pequeños manchones de manglar, la topografía del sitios el prácticamente llana, puesto que no hay presencia de elevaciones mayores a los 10 msnm. , cabe resaltar que existe un paisaje ligado al agua, puesto que en las cercanías existen varios meandros que desembocan en el mar que está a escasos metros del área contractual.

Así mismo en la siguiente imagen se identifican diferentes patrones y paisajes dentro de la misma unidad de paisaje, sobresalen: el rural, agrícola, urbanos ligados al agua.

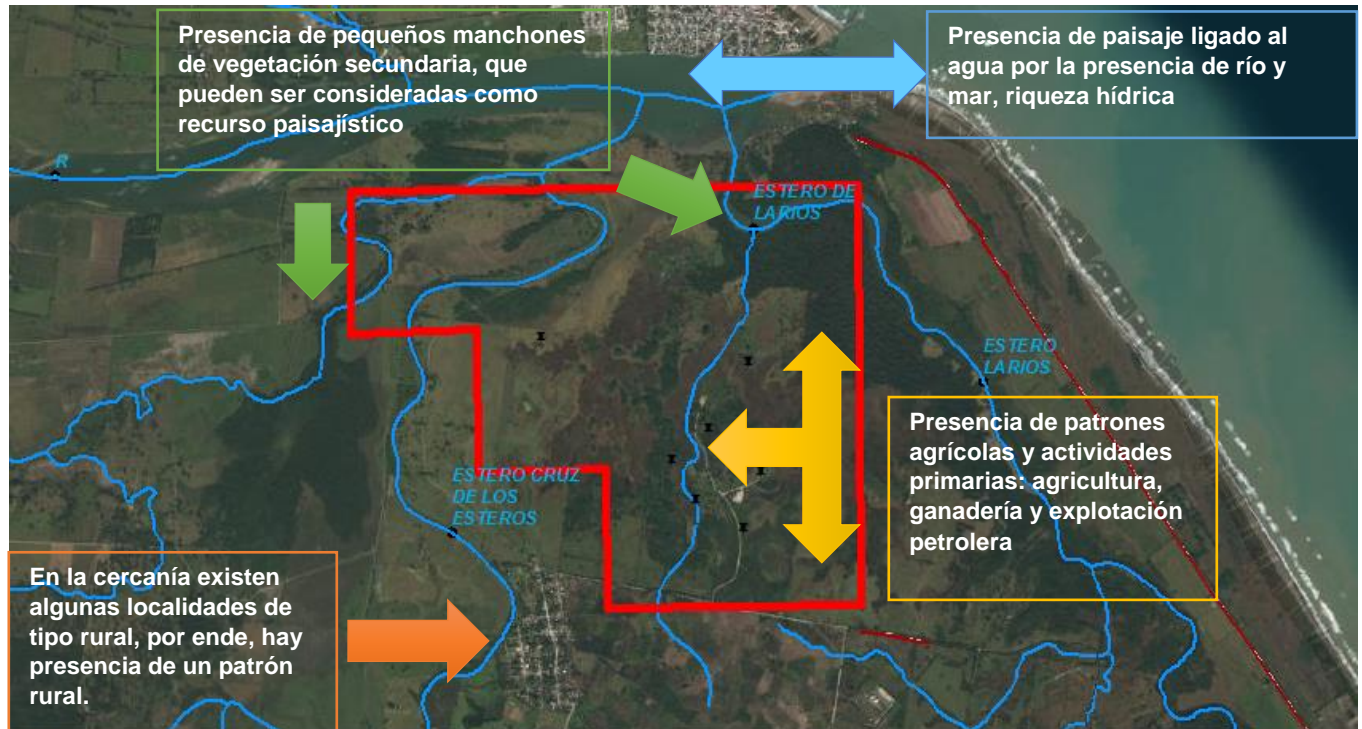


Imagen Satelital de área contractual. Fuente: Google Earth, 2016

Dentro de la unidad de paisaje establecida destaca un tipo de recurso paisajístico, la vegetación de manglar densa en la zona NE del área contractual, en las cercanías de uno de los meandros del Río Tecolutla, la zona es de difícil acceso, muestra variedad de fauna y vegetación a preservar, por ello se resalta como recursos paisajísticos.

Dentro de la unidad paisajística existen lugares frágiles debido al uso agrícola del suelo, en la zona norte del área contractual es vulnerable a presentar contaminación por las diferentes actividades productivas que se realizan dentro de cada unidad, además de la presencia del río Tecolutla que a su paso traslada gran cantidad de residuos humanos que son arrojados a dicho afluente.



La parte N, NE y algunas partes bajas del área contractual son susceptibles a presentar inundaciones por la crecida del cauce del río Tecolutla en la época de lluvias y por la topografía


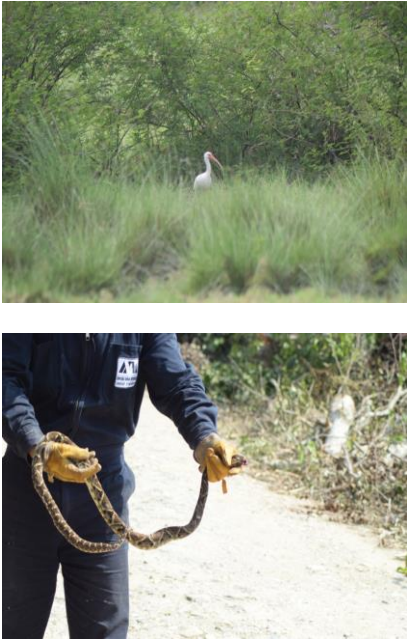
del terreno, la parte que con mayor vulnerabilidad es la zona cercana a los meandros del río Tecolutla.





Es visible la presencia de las actividades agrícola y ganadera, puesto que el paisaje se muestra perturbado por dichas actividades, en menor medida es visible la presencia de la actividad petrolera, salvo por las estructuras presentes como: pozos de extracción en actividad y por la pérdida de cobertura vegetal.

Evaluación de los componentes

Dentro de la unidad de paisaje donde se ubica el área contractual existen diferentes elementos que componen el paisaje, estos elementos/atributos son visibles y hacen referencia a la forma del terreno, el suelo y roca, vegetación, cuerpos de agua, clima y acción humana.

Componentes	Características visuales más destacadas	Atributos	Comentarios
<p>Forma del Terreno</p> 	<p>Terreno de características un tanto irregulares, con pendientes relativamente escasas y topografía llana. En las imágenes se muestra el tipo de terreno que predomina en la zona.</p>	<p>Presencia de vegetación que acentúa la forma del terreno.</p>	<p>Geometría aparentemente regular en la conformación del escenario.</p>
<p>Suelo y Roca</p> 	<p>Suelos pobres, poco profundos con pendientes poco pronunciadas</p>	<p>Tipo de suelo Regosol, Luvisol, Feozem, Vertisol y Cambisol.</p>	<p>La presencia de vegetación y la existencia de cobertura forestal generan un contraste.</p>

			
<p>Fauna</p> 	<p>La fauna silvestre existente dentro de la zona se clasificó en tres grupos:</p> <p>Herpetofauna (anfibios y reptiles)</p> <p>Ornitofauna (aves)</p> <p>Mastofauna (mamíferos)</p>	<p>El tipo de fauna que predomina es la ornitofauna, en el muestreo se identificó mayor presencia de fauna de este grupo.</p>	<p>Dentro de la zona es común ver a grupos de ganado en algunas parcelas, debido a que en la zona una actividad predominante es la ganadería.</p>

<p>Clima</p>	<p>El tipo de clima es Am(f), cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C.</p>	<p>Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.</p>	<p>Clima favorable, con cielos despejados y con presencia de humedad durante mayor parte del año (Favorable de acuerdo a la composición paisajista).</p>
<p>Agua</p> 	<p>Presencia de cuerpos de agua (ríos, pequeños meandros y mar)</p>	<p>La presencia de cuerpos de agua dentro del entorno, se toma como un recurso paisajístico.</p>	<p>Los cuerpos de agua cercanos a la zona permiten que exista una diversidad de vegetación que favorece la composición paisajística.</p>
<p>Vegetación</p>  	<p>En la zona y en los sitios de muestreo se presentaron bajos valores de riqueza de especies</p>	<p>El tipo de vegetación existente en la zona se agrupa en: Manglar, bosque de galería, bosque de encino, tular y nuda costera</p>	<p>Existe mayor presencia de manglar y tular.</p>
<p>Actuación Humana</p> 	<p>Existe presencia física de actuación humana en la zona, en las cercanías se localiza una localidad de tipo rural y dentro del área contractual se realizan actividades antrópicas primarias</p>	<p>La población se concentra en núcleos rurales de baja densidad poblacional</p>	<p>Actividades primarias que se realizan dentro de la zona: Ganadería, Agricultura y explotación petrolera.</p>

Visibilidad

Este análisis se desarrolla usando el método de aproximación de cuencas visuales que consiste en la selección de diversos puntos de observación en el escenario paisajístico, desde donde se realizan proyecciones visuales que despejan la zona de estudio; los rayos se dividen en segmentos visibles y no visibles, en función a la obstrucción que pueda haber a causa de elementos topográficos (relieve, construcciones) que impidan la visibilidad de un sector. En consecuencia, estos rayos permiten definir zonas accesibles y no accesibles visualmente desde cualquier punto de observación.

Entonces la cuenca visual se por extensión se entiende como la sección visible del territorio desde un conjunto de puntos que constituyen una unidad, o lo que es lo mismo, desde dónde es visible ese elemento. A veces se emplea la voz “territorio visual” con el mismo significado (Geodem, 2007: 252)

En el trabajo de campo se determinaron los puntos de observación, donde se realizaron panorámicas para determinar el alcance visual del entorno, sin embargo, para realizar la estimación de la cuenca visual únicamente se seleccionan los puntos con mayor elevación y que permitieron tener mayor visibilidad del terreno.

La mayor elevación registrada es a 7 msns, sin embargo, no es un valor sobresaliente, por ello para el área contractual lo único que se realizó fue la toma de algunas panorámicas en algunos sitios, debido a que las cuencas visuales no muestran accesibilidad visual hacia el proyecto, por las características topográficas del terreno y por la presencia de vegetación que obstruye dicha visibilidad.

Las panorámicas se realizaron tomando en cuenta la amplitud visual y evitando la obstrucción visual, se incluyen las vistas panorámicas más limpias y nítidas.



Punto de toma de panorámicas. Elaboración propia a partir de trabajo de campo e información de INEGI, 2010, 2013



Foto 1. Vista panorámica del punto FF3, orientación lado Oeste.

La visibilidad no es amplia debido a que el terreno presenta la misma altitud, hay obstrucción por la presencia de vegetación secundaria arbustiva y arbórea.



Foto 2. Vista panorámica del punto FF6, orientación lado Este.

La visibilidad del punto de muestreo FF6, la visibilidad no es amplia, se observa que hay gran cobertura de vegetación de selva mediana, la visibilidad es corta debido a que el terreno es de tipo llanura y presenta las mismas cotas altitudinales.



Foto 3. Vista panorámica del punto FF9 orientación lado Este.

En este sitio hay mayor apertura visual del entorno, sin embargo, la visibilidad no es buena hay obstrucción de la vegetación de tipo selva mediana.

El único sitio de los puntos de muestreo que presenta una mayor apertura visual del paisaje es el sitio FF10, a pesar de contar con 4 msnm el alcance visual es mucho mayor que los otros sitios donde se tomaron las panorámicas. El alcance visual es por la presencia de pastizal y terrenos agrícolas, que permite que exista un mayor alcance visual, sin embargo, al fondo se observa presencia de estrato arbustivo y arbóreo.



Foto 4. Vista panorámica del punto FF10, orientación lado Oeste.

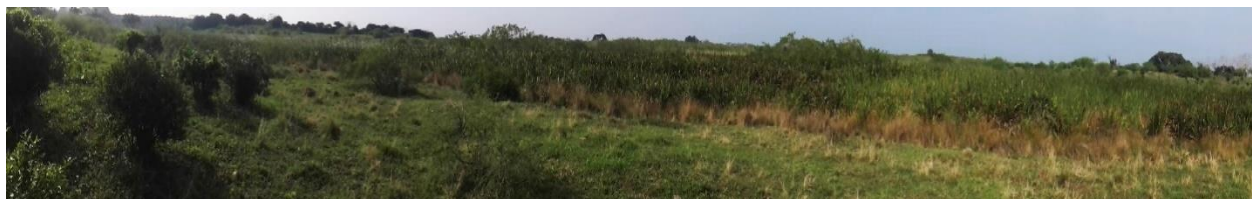


Foto 5. Vista panorámica del punto FF10, orientación lado Sur.

Calidad Paisajística

Para determinar la calidad paisajística de la zona de estudio, se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM,1980), que se basa en la evaluación de las características visuales de los componentes del paisaje. Se toman en cuenta diferentes componentes y a cada uno se le asigna una ponderación, según los criterios de valoración, la suma final de los valores determina la calidad visual por comparación con una escala de referencia.

En la siguiente tabla se presentan los criterios y puntuaciones aplicados a cada componente del paisaje retomando el método BML.

Componente	Criterios de Valoración y puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle plano, pocos o ningún detalle singular
	Puntuación: 5	Puntuación: 3	Puntuación: 1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	Puntuación: 5	Puntuación: 3	Puntuación: 1

Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
	Puntuación: 5	Puntuación: 3	Puntuación: 0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
	Puntuación: 5	Puntuación: 3	Puntuación: 1
Fondo escénico	El Paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	Puntuación: 5	Puntuación: 3	Puntuación: 0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, o, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	Puntuación: 6	Puntuación: 2	Puntuación: 1
Acción humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	Puntuación: 2	Puntuación: 0	Puntuación: -

Crterios de valoración y puntuación (BLM, 1980).

Después se muestra la tabla utilizada para evaluar la calidad visual de acuerdo al tipo de clase y por último en la parte de abajo se muestra la tabla, donde aparecen los valores asignados para el caso de estudio.

Clase	Característica	Puntaje
A	Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes.	19-33
B	Áreas de calidad media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	12-18
C	Áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0-11

Clases, características y puntaje para evaluar la calidad de paisaje (BLM, 1980).

Elemento	Puntuación
Morfología	1
Vegetación	3
Agua	5
Color	3
Fondo Escénico	0
Rareza	1
Acción humana	0
Total	13

Resultado de la valoración y puntuación del área de estudio. (BLM, 1980).

El resultado de aplicar el método indirecto Bureau of Land Management (BLM,1980) para obtener la calidad visual paisajística de la zona donde se ubica el área contractual, dio un total de 13 puntos, por tal motivo la calidad se clasifica dentro de la Clase B, considerando el sitio como un área de calidad media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región y no son excepcionales.

Fragilidad del Paisaje

Para determinar la fragilidad paisajística y/o la capacidad de absorción visual del paisaje, que es la capacidad de susceptibilidad y asimilación que tiene el paisaje ante un cambio que se hace sobre él -en este caso se hace alusión al proyecto-, se utiliza una técnica basada en la metodología Yeomans (1986).

La técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades, posteriormente se realiza una sustitución de la fórmula a través de la cual se establece la capacidad de absorción del paisaje (CAV).

Formula: $CAV = (P) (E+R+D+C+V)$

Dónde:

Donde	
P:	Pendiente
E:	Erosionabilidad
R:	Potencial
D:	Diversidad de la Vegetación
C:	Contraste de color
V:	Actuación humana

En la siguiente tabla se muestran las condiciones y valores para cada uno de los factores que se toman en cuenta en la ecuación, para cada factor existen tres tipos de puntajes que van del 1 al 3 siendo uno el valor nominal más bajo y tres el valor nominal más alto.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente > 55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25%) de pendiente	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de Vegetación (V)	Eriales, prado y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3

Acción humana (C)	Casi imperceptible	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
Contraste del color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV (Yeomans, 1986)

Escala	
Nominal	Numérico
Bajo	< 15
Moderado	15-30
Alto	> 130

• Escala de referencia para la estimación CAV (Yeomans, 1986)

Se realiza la sustitución de la técnica Yeomans para realizar la estimación de CAV para el paisaje, que se muestra en la siguiente tabla:

Factor	Puntajes	
	Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Moderado	2
Potencial estético (R)	Bajo	1
Diversidad de Vegetación (V)	Bajo	1
Acción humana (C)	Alto	3
Contraste del color (V)	Moderado	2

Resultados del método CAV (Yeomans, 1986)

Se realiza la estimación de la CAV para el paisaje asociado al proyecto donde la formula se sustituye:

$$CAV_{AC\ Tecoluitla} = 3(2+1+1+3+2)$$

$$CAV_{AC\ Tecoluitla} = 3(9)$$

$$CAV_{AC\ Tecoluitla} = 18$$

El valor de la CAV obtenido a través del uso del método Yeomans, refleja una **fragilidad paisajística moderada**, lo que manifiesta que la zona y unidad paisajística donde se ubica el área contractual presenta susceptibilidad ante algunas modificaciones que se realicen, ejemplo de ello es la implementación de nuevas obras e infraestructura. Cabe mencionar que en sitios específicos de la zona se pueden generar mayores cambios, que en el resto del entorno del área contractual debido al mantenimiento de pozos y la implementación de pozos e infraestructura, por ello esta zona es susceptible a ser afectada y por ende afectar la calidad visual del entorno.

Análisis de Patrimonio Arqueológico

El diagnóstico respecto al patrimonio en el Área Tecolutla se realizó mediante una primera fase, donde se realizó la búsqueda de información para conocer la historia de los diferentes grupos asentados en la zona de interés y así poder tener un panorama de lo que posiblemente se encontraría en campo.

Esta etapa se realizó previa a la salida de campo; además de la revisión bibliográfica, se consultó información en los sitios oficiales de las instituciones encargadas de la preservación del patrimonio en el país: Secretaría de Cultura (SC), Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), Instituto Nacional de antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA), la información consultada en las páginas correspondientes de dichas instituciones no se encontraron registros de algún patrimonio arqueológico en la zona.

El polígono marcado como Área Contractual Tecolutla, se encuentra en la región del Totonacapan, en la parte norte del estado de Veracruz, específicamente dentro de los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla, dicho polígono abarca mayor superficie terrestre del municipio de Tecolutla (Ver figura 27).

El territorio de México cuenta con una gran riqueza patrimonial de carácter indígena, ejemplo de ello es el estado de Veracruz quien contribuye en gran medida. La riqueza se refleja en los elementos arqueológicos que persisten, herencia y testimonio de una dinámica cultura de importantes grupos étnicos (totonacos, tepehuas, nahuas, huastecos y otomíes).

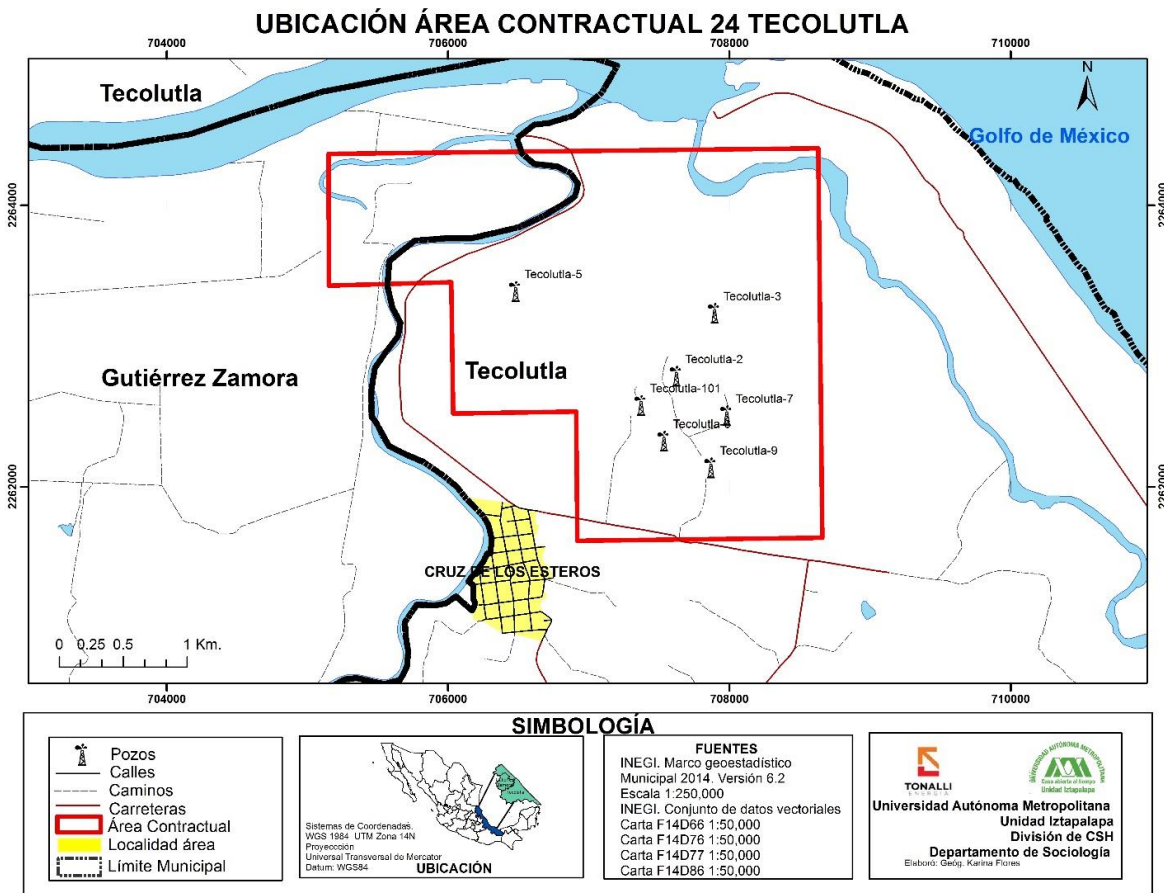


Figura 27. Mapa del Área Contractual Tecolutla, se ubica dentro de la delimitación política de Gutiérrez Zamora y Tecolutla. Elaboración propia a partir de datos vectoriales de INEGI2014.

En el estado de Veracruz se han reportado y registrado alrededor de 7,000 sitios arqueológicos, el número puede incrementar si se amplían los trabajos de inspección. Algo que resaltan en el apartado *Arqueología del Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz Tomo II (2010)*, es que de los sitios registrados únicamente 10 sitios se encuentran abiertos al público. Los sitios arqueológicos existentes en el estado, pueden ser de distintos tipos y tamaños desde grandes ciudades con arquitectura monumental, hasta pequeñas concentraciones de materiales líticos y cerámicos, pasando por covachas, frentes rocosos, cuevas, petrograbados, montículos aislados e incluso contextos cubiertos por el agua (Ladrón; Vásquez, 2010 :33)

Tal como lo mencionan los arqueólogos Ladrón y Vásquez (2010) existen considerables evidencias arqueológicas que muestran la interacción del hombre con la naturaleza, esto constituye pequeños fragmentos de un pasado apenas conocido.

Retomando a los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla, se sabe que se inscriben dentro de la región denominada Totonacapan, la cual se extiende desde la Sierra Madre Oriental hasta el Golfo de México.

Las fronteras étnicas de la región tal como lo mencionan Kelly y Palerm (1952) se han reducido por la aculturación de la parte sur de la misma (Chenaut, 2010:48). La región según Velázquez (1995) abarca veintinueve municipios del estado de Puebla la mayoría de ellos ubicados en la Sierra Norte de Puebla, mientras dieciséis municipios pertenecen al estado de Veracruz, los cuales se localizan en la parte centro-norte del mismo. Se le conoce como Totonapacan por haber sido desde la época prehispánica lugar de asentamiento de los totonacos, aunque también era habitado por otros grupos étnicos. (Velázquez, 1995:12).

La misma autora, divide la región del Totonacapan en cuatro: Sierra Norte de Puebla, Llanuras Costeras, Sierra de Papantla y Tierras Bajas del Norte de Puebla, las dos últimas son zonas de transición entre la Sierra Norte de Puebla y la Llanura Costera (Velázquez, 1995:39), en la zona de Llanuras Costeras es donde se localizan los municipios que se toman en cuenta para el presente diagnóstico.

Es importante recalcar que, para los estudios en materia arqueológica, “los arqueólogos contemporáneos han dividido el territorio veracruzano en cuatro áreas geográficas: Norte, Centro-Norte, Centro-sur y Sur de Veracruz, esas mismas zonas que suponen cierta individualidad cultural y regional en distintos momentos del devenir histórico” (Ladrón; Vásquez, 2010:34). Las divisiones que han hecho, facilitan el estudio del territorio veracruzano y “ubicar con mayor precisión, los momentos las permanencias y las discontinuidades históricas, pues los datos indican que existió presencia humana en el actual territorio veracruzano desde hace más de seis milenios” (Ladrón; Vásquez, 2010); parte de la región del Totonacapan se inscribe dentro del área Centro-Norte.

A su vez establecer una cronología permite entender las fases del poblamiento, surgimiento, prosperidad, contactos, migraciones, entre muchos otros procesos culturales de la zona ((Ladrón; Vásquez, 2010).

La zona Centro-norte que ha sido establecida por los estudiosos de la arqueología veracruzana es “una zona de contrastes y variados climas, sobre todo por los cambios de altitud, que van desde el Cofre de Perote y la Sierra Norte de Puebla, hasta las irrigadas planicies costeras recorridas por varios ríos que descienden hasta el Golfo de México” (Ladrón; Vásquez, 2010:54)

En la Figura 28 se muestran los sitios arqueológicos abiertos y no abiertos al público de la zona Centro-Norte, se puede observar que en las cercanías de Tecolutla aparece marcado un sitio, sin embargo se desconoce el nombre y la ubicación exacta del sitio.

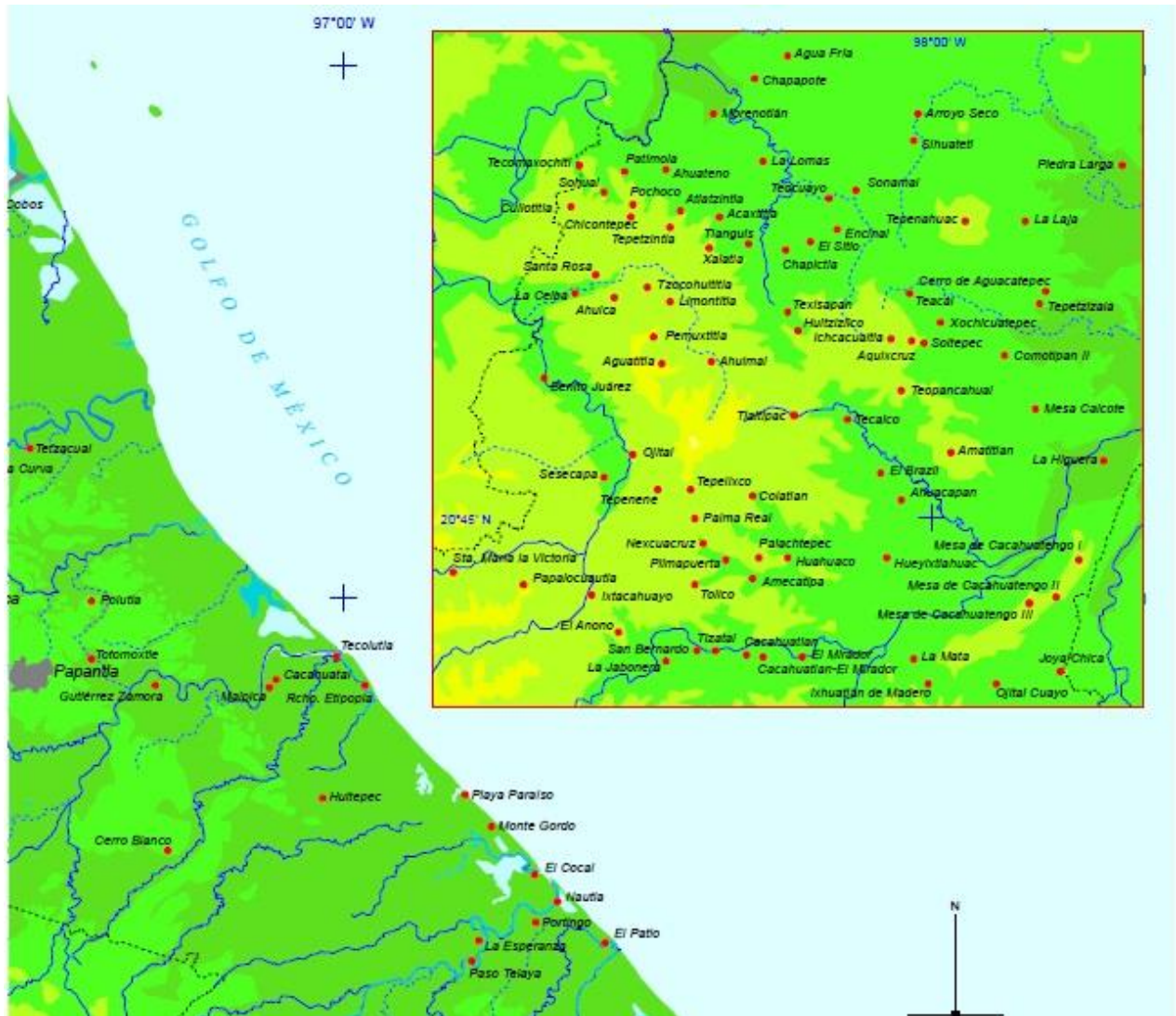


Figura 28. Mapa de Sitios Arqueológicos del Centro-Norte de Veracruz. *Arqueología del Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz Tomo II (2010:57).*

Algo que es primordial recalcar es que la zona Centro-Norte, no únicamente aloja sitios arqueológicos de la cultura totonaca, abarca más que la región del Totonacapan, de hecho, los arqueólogos Ladrón y Vásquez mencionan que “es necesario subrayar la existencia de un panorama pluricultural y multiétnico mucho más diverso y dinámico, como el que hoy subsiste y

como lo sugiere la amplia diversidad estilística e iconográfica de sus expresiones arqueológicas para las etapas precolombinas. Basada en la evidencia material, se ha tratado de reconstruir la configuración histórica y cultural del antiguo territorio costero” (2010:34).

Con el propósito de complementar la información previa a la salida de campo, se realizó una consulta de información en las instituciones gubernamentales; así también se solicitó información mediante oficios al Centro del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) Veracruz, con la intención de obtener información oficial acerca de la posible existencia de monumentos arqueológicos en los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla.

La información solicitada fue la siguiente

- Registros de yacimientos arqueológicos registrados (Abiertos y no abiertos al público)
- Campañas de prospección y de referencia
- Excavaciones de urgencia y programadas
- Expedientes abiertos

La información obtenida de dicha institución nos ayudaría a establecer puntos o lugares en donde realizaríamos la inspección superficial, sin embargo, a la fecha no se ha recibido respuesta de la institución, además cabe resaltar que generalmente en los datos facilitados por el INAH no se proporciona la ubicación exacta de las zonas arqueológicas registradas no abiertas al público¹

Referente a registros de yacimientos arqueológicos registrados (abiertos y no abiertos al público) en la Dirección de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas del INAH, (Parte se complementará con la información del Centro INAH).

Al Centro INAH Veracruz se solicitó información referente a Campañas de prospección y de referencia para saber si anteriormente se han realizado algunos trabajos en la zona. (Parte se complementará con la información del Centro INAH).

¹ Argumentando que “la ubicación de los sitios arqueológicos que no se encuentran abiertos al público es de clasificación reservada por 12 años, a partir del 15 de abril de 2009, de conformidad en lo previsto en el artículo 13, fracción V de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental”-

Inspección superficial (Fase 2. Trabajo de Campo)

El método aplicado en el trabajo de campo consistió en realizar una inspección superficial dentro del área contractual, para inspeccionar la superficie y así poder registrar o descartar la presencia de elementos arqueológicos.

La propuesta inicial consistía en realizar una inspección superficial mediante un circuito previamente diseñado (ruta), para cubrir específicamente el polígono, desde un vehículo; no obstante, debido a que las carreteras y caminos existentes dentro del área contractual son escasos,

Es importante mencionar que se realizaron dos trabajos de campo en la zona, un primer trabajo de campo se realizó del 23 al 26 de noviembre del 2017, donde se reconoció el terreno para solicitar los permisos con propietarios y tener acceso a los terrenos de particulares para después realizar el trabajo de campo de flora y fauna.

Durante el primer trabajo de campo se visitaron algunos pozos existentes en el área contractual, se realizó un primer recorrido, donde se inspeccionó superficialmente en la cercanía de estos (Figura 29).

La inspección superficial en las cercanías de los pozos, alcanzó un radio de 200 m a la redonda, en ese radio no se encontró ningún tipo de vestigio de tipo arqueológico, se realizó un recorrido por las vialidades y caminos que atraviesan la zona, el alcance visual fue de 100 m. de cada uno de los extremos del camino, aparentemente no existe ningún indicio de algún montículo que oculte algún elemento arqueológico.



Figura 29. Inspección en las cercanías de pozos y recorrido superficial.

En el primer trabajo de campo se aplicó un cuestionario en la zona núcleo para el Estudio de Evaluación de Impacto Social que realizó la UAM para Tonalli, en la batería de preguntas se anexó una pregunta en el apartado Perfil sociocultural con el fin de obtener mayor información referente al patrimonio arqueológico, la pregunta cuestiona a la población sobre la existencia de lugares sagrados y lugares arqueológicos, el resultado de la pregunta arrojó que en la localidad del área núcleo Cruz de los Esteros, los pobladores mencionan que el Cerro de las Tres Cruces es un sitio sagrado, además en la comunidad se han encontrado algunos elementos de carácter arqueológico y algunos de los pobladores mencionaron que según testimonios de sus ancestros en el Cerro de las Tres Cruces existe una pirámide, cabe recalcar que la población a quien se le aplicó el cuestionario hizo mención de que sus ancestros pertenecieron a la etnia Totonaca, en las primeras fotografías de la inspección superficial del trabajo de campo realizado

en el mes de noviembre se anexan fotografías de algunos elementos de tipo arqueológico que mostró uno de los pobladores.

La inspección superficial de patrimonio arqueológico, se complementó tomando en cuenta los puntos donde se realizaron los muestreos de flora y fauna (Figura 30). El trabajo de inspección superficial se realizó durante 4 días del 18 de enero de 2017 al 21 de enero de 2017.

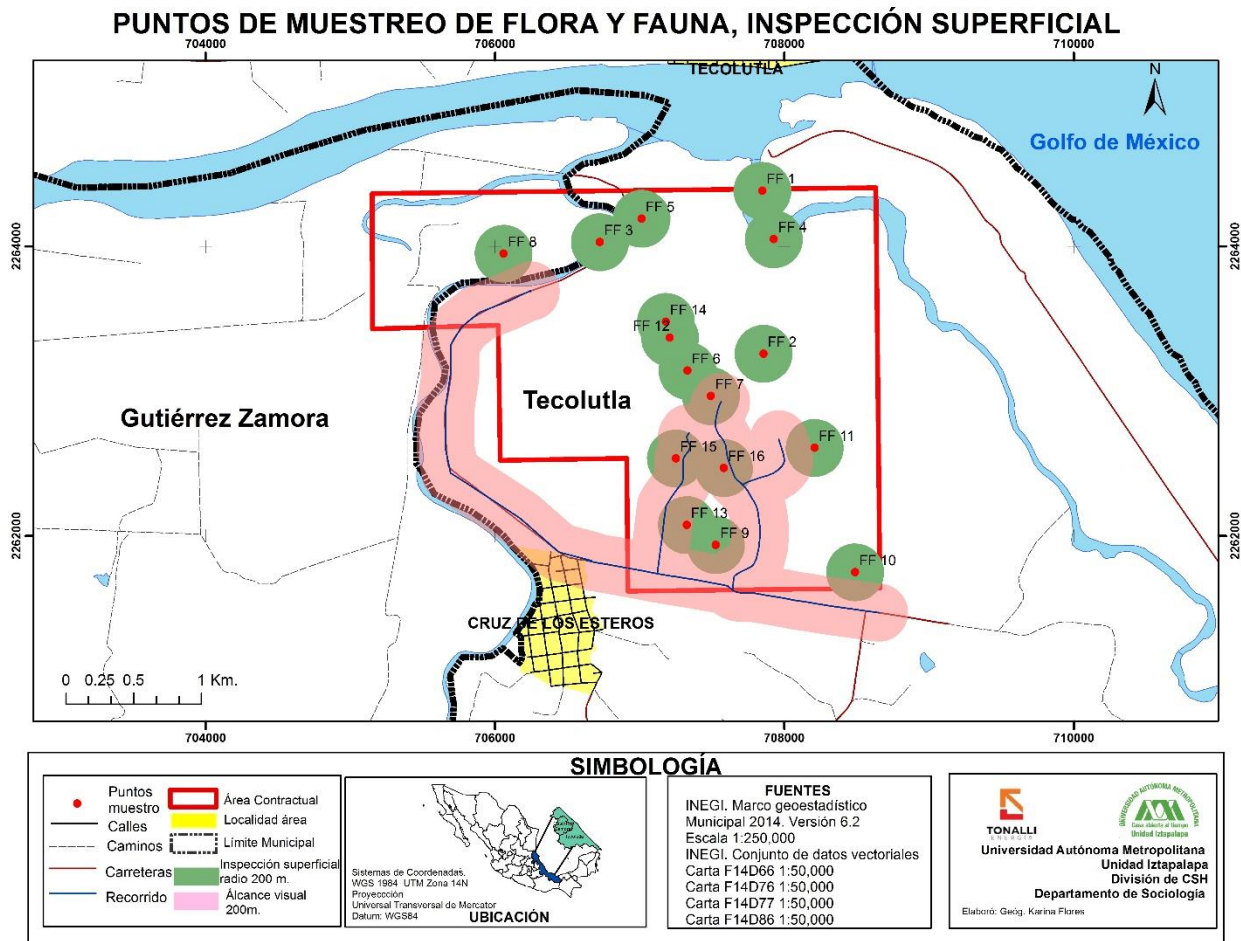


Figura 30. Puntos de muestreo de flora y fauna y recorridos donde se realizó una inspección superficial. Elaboración propia a partir de datos de INEGI y del Trabajo de Campo Realizado en Área Contractual.

Se inspeccionaron alrededor de dos a tres puntos por día, se reconoció superficialmente el terreno donde se realizaron los muestreos de fauna y flora en el área contractual. Se inspeccionó un radio de 200 m aproximadamente, a la redonda de los puntos de muestreo,

durante la inspección realizada no se encontró presencia de montículos, materiales, o algún elemento de carácter arqueológico.

Debido a que dentro del área contractual no se localiza ninguna localidad, no hay información y referencia de la posible existencia de algún relicto arqueológico, empero, debido a que en la localidad Cruz de los Esteros los pobladores han encontrado algunos elementos arqueológicos, es posible que dentro del área si se realiza algún tipo de obra o excavación se puedan encontrar pequeñas figuras o elementos de concentración de tipo arqueológica.

Resultados. (Fase 3. Categorización)

Fase 3. Categorización. Resultados.

Después de la revisión bibliográfica, la consulta en sitios oficiales y solicitud de información específica en dependencias gubernamentales sobre yacimientos arqueológicos registrados en los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla; así como la inspección superficial del A. C Tecolutla; se descarta temporalmente la presencia de sitios y elementos de carácter arqueológico.

Sin embargo, es necesario indicar que existe probabilidad de encontrar elementos arqueológicos de la cultura totonaca en la zona; de acuerdo a los resultados de la revisión bibliográficas y a algunos testimonios de comunidad cercana al área contractual.

IV.2.4 Medio socioeconómico

A. Demografía

Para la caracterización de las localidades en el área de influencia, es preciso conocer los aspectos demográficos, los cuales pueden considerarse como el punto de partida del análisis socioterritorial. Acorde a lo anterior, podemos decir que, a partir del tamaño de la población y su distribución por sexo y edad, es posible identificar a primera vista cuáles podrían ser las necesidades de una determinada población, así como también sus capacidades o potencialidades.

Los indicadores que se abordarán en el apartado sobre Demografía son el *tamaño de la población*, la *población por sexo*, el *índice de masculinidad*, la *tasa de juventud*, la *tasa de*

envejecimiento, el promedio de hijos nacidos vivos y finalmente la población originaria y no originaria.

La información corresponde a las siguientes áreas: núcleo, influencia directa e influencia indirecta.

En el área núcleo no existe ninguna localidad, sin embargo, el polígono del área contractual se encuentra situado sobre propiedad ejidal, el cual corresponde a la localidad y núcleo ejidal Cruz de los Esteros. La localidad Cruz de los Esteros se ubica aproximadamente a dos kilómetros del área contractual, considerando una distancia lineal; el área de influencia directa que considera las localidades de Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Ezequiel Ordoñez, La Guásima, Polutla, La Sabana, y La Concha; y el área de influencia indirecta considera las localidades de Paso del Río, Ejido Soto y Gama, Nuevo Renacimiento 2000, Papantla de Olarte y Totomoxtle.

Área Núcleo

La población total del área núcleo asciende a un total de 774 habitantes; en relación a la distribución de la población masculina y femenina se aprecia una mayoría moderada de población femenina, la cual representa el 51.03% de la población total y el 48.97% corresponde a la población masculina; en relación a la distribución de la población por grupos de edad, se encuentra mayormente conformada por lo que se considera como población activa (de los 15 a 64 años), este grupo de población representa el 65.37% de la población total, le sigue la población de los 0 a 14 años con el 25.19%, mientras que la población de adultos mayores (de 65 años y más) representa el 9.30% de la población total.

La tasa de juventud en la localidad Cruz de los Esteros corresponde al 25.19%, es decir, la población de 0 a 14 años (apenas una cuarta parte de la población total) lo que muestra una población infantil y juvenil ligeramente baja, ya que ésta debería representar alrededor de un 33% aproximadamente; la tasa de envejecimiento corresponde al 9.3% por lo que la población de 65 años y más no representa un peso demográfico relevante;

El promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años en adelante es de 2.68 hijos aproximadamente, lo cual puede considerarse como una cifra con tendencia alta, de número de hijos.

La Población Económicamente Activa es de aproximadamente 262 personas, lo que representa un 33.85% de la población total en la zona, se calcula que 236 personas que están integradas al mercado laboral son hombres y 26 son mujeres, a su vez, se destaca que el 90% de los habitantes en condiciones de laborar en la zona son hombres y el resto mujeres.

Para el 2010, la PNEA fue de un total de 354 personas, es decir, aproximadamente el 46% de la población total en la zona. Se calcula que en general el 81.36% de la PNEA son mujeres y el resto hombres (66). En general se presentan cifras relativamente mayores que la PEA. A saber, personas mayores de 12 años, pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tienen alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar.

La representación de las cifras que representan la comparación entre la PEA y la PNEA dentro del área núcleo se resume que existe una mayor cantidad de población considerada como Población No Económicamente Activa.

En este contexto, se calculó una tasa de desempleo del 4.58% para el área. Esto supone un mediano coeficiente en relación a las personas que conforman la fuerza laboral y no han conseguido un empleo. Asimismo, es necesario resaltar que los valores de PEA y Población Desocupada son reducidos y resumen una tasa de desempleo aleatoria.

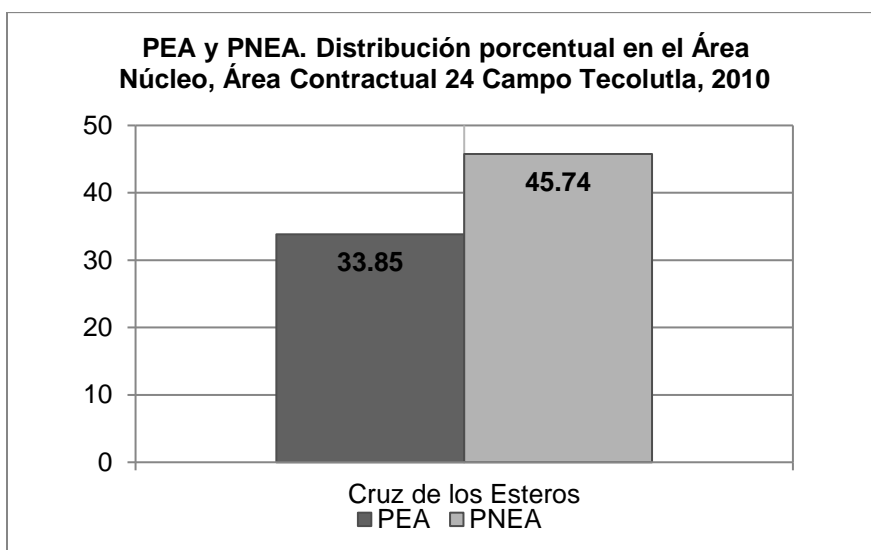


Figura 31. PEA y PNEA. Distribución porcentual en el Área Núcleo, Área Contractual 24 Campo Tecolutla, 2010

Fuente: Elaboración propia a partir de los Principales resultados por localidad (ITER), Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI

La población ocupada total para el área núcleo es de 250 personas, donde se registraron 225 hombres por 25 mujeres.

El índice de Dependencia Económica (IDE) es un indicador que representa la carga económica sobre la población productiva, es decir la población que se encuentra entre los 15 y 64 años de edad. En otras palabras, el Índice de Dependencia Económica representa el grado en que la población infantil y juvenil, así como los adultos mayores (población dependiente) viven a cuenta de la población productiva. Considerando que la población infantil toma el rango de edad desde 0 a 14 años y que la población adulta se considera de los 65 años en adelante.

La carga económica que estos dos grandes grupos de la población ejercen sobre la población activa se deriva de la cobertura de necesidades básicas como la alimentación, salud, vivienda, educación, transporte, entre otras necesidades, dicho índice en la localidad Cruz de los Esteros registrado en el año 2010 fue del 52.77%; cifra que muestra que más de la mitad de la población en el área núcleo depende de los ingresos económicos generados por la población activa.

A partir de dicha cifra es importante conocer en qué porcentaje la carga económica corresponde a la población infantil y juvenil, así como también el porcentaje de dependencia económica de la población de adultos mayores. Por ello, a continuación, se presenta los cálculos correspondientes al índice de dependencia económica infantil-juvenil, seguido del índice de dependencia económica de la población de adultos mayores.

El Índice de Dependencia Económica Infantil- Juvenil expresa el porcentaje de la población menor de 14 años dependiente de la población productiva en un territorio, en este caso el Área Núcleo del Área Contractual 24 Campo Tecolutla. El valor del índice para el año 2010 en la localidad Cruz de los Esteros fue del 38.54%.

El Índice de Dependencia Económica en adultos mayores expresa el porcentaje de la población mayor de 65 años de edad que dependen de la población productiva en el que se registró un índice del 14.23% en el año 2010.

A partir de las cifras antes presentadas, se sabe que la principal carga económica para la población productiva en el área núcleo corresponde a la población infantil y juvenil, lo cual

supone un mayor gasto destinado a cubrir además de las necesidades básicas como alimentación o salud, necesidades relacionadas con la educación.

Con el propósito de conocer el sector en el cual se encuentra concentradas las actividades económicas tanto la primera como la segunda actividad económica es la Agricultura, mientras que la tercera actividad económica no está especificada; por tanto, la economía de la dicha área se concentra en el sector primario.

Área de Influencia Directa

La población total de las localidades ubicadas en el área de influencia directa asciende a un total de 21,625 habitantes, siendo las cabeceras municipales de Gutiérrez Zamora y Tecolutla las localidades que en conjunto concentran el mayor porcentaje de la población, 63.13% y 21.23% del total respectivamente. Por el contrario, se observa que la localidad de Ezequiel Ordóñez con 70 habitantes contabilizados en el año 2010, representa la localidad con el menor número de habitantes.

En cuanto a la distribución de la población masculina y femenina los datos muestran que la distribución porcentual se inclina hacia la población femenina, pues esta representa el 53.24% de la población total dentro del área por un 46.76% de población masculina.

En cuanto a la distribución porcentual en las localidades que integran el área, observamos que localidades como La Guásima y Ezequiel Ordoñez muestran los porcentajes más equitativas de población masculina y femenina; por el contrario, localidades como Gutiérrez Zamora y La Sabana presentan los porcentajes más desequilibrados en relación a su población masculina y femenina.

El índice de masculinidad a nivel general corresponde a un valor del 87.81, lo cual indica que por cada 100 mujeres existen 87.81 hombres, es decir que es mayor el número de mujeres que de hombres.

En relación al valor del índice de masculinidad en las localidades que integran el área, solo las localidades Ezequiel Ordoñez y La Guásima el índice de masculinidad se muestra superior a 100; de 105.88 y 103.66 respectivamente. En el resto de las localidades el índice de masculinidad se muestra por debajo a 100, por lo cual se infiere que en esas localidades existen más mujeres que hombres.

En relación a la distribución de la población por grupos de edad, en el área de influencia directa un 64.33% lo integra la población que va de los 15 a 64 años de edad; seguida de la población de 0 a 14 años con el 26.36% y la población de 65 años y más representa el 9.23%. Los porcentajes más elevados del grupo de edad que va de los 15 a 64 años se encuentran en La Sabana con el 68.26%, seguida de Polutla con el 67.45%; en lo que respecta a la población de los 0 a 14 años, el porcentaje más elevado se ubica en la localidad La Concha con el 35.71%; contrariamente a la localidad de Gutiérrez Zamora donde el porcentaje total es este rango de edad es del 25.31%, es decir apenas un cuarto de la población en dicha cabecera municipal, y en cuanto a la población de 65 años y más en ninguna de las localidades supera el 10% de la población total, a excepción de la localidad Gutiérrez Zamora donde se observa un 10.30%.

Dentro del área de influencia directa la tasa de juventud corresponde al 26.36%, lo que indica que la población de 0 a 14 años es relevante dentro del área, sin embargo, la población no muestra una estructura equilibrada, lo cual en cuyo caso correspondería a un 30% aproximadamente.

En relación a la tasa de juventud para cada una de las localidades, los valores más altos se ubican en la localidad Ezequiel Ordóñez con el 38.57%, seguida de la localidad La Concha con una tasa del 35.71%. Por el lado contrario, la localidad con la tasa de juventud más baja se encuentra dentro en la localidad La Sabana con el 20.96%.

La tasa de envejecimiento dentro del área de influencia directa se muestra poco significativa, pues esta es solo corresponde al 9.23% en relación al porcentaje total de la población. A nivel de localidad los porcentajes más elevados (por así referirnos, pues estos no superan el 10%) corresponden a la localidad Gutiérrez Zamora con el 10.30%, seguido de la localidad Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro) con un 9.38% y La Sabana con el 8.98%. La tasa de envejecimiento con el porcentaje más bajo se encuentra en la localidad Ezequiel Ordóñez con el 5.71%, seguida de la localidad La Concha con el 6.25% y La Guásima con el 6.49%.

En términos generales el promedio de hijos nacidos vivos en el área de influencia directa es de 2.62 hijos. En relación al promedio de hijos en cada una de las localidades que integran el área, las cifras resultan similares; en la localidad de Ezequiel Ordóñez se encuentra la cifra más alta con 2.96 hijos en promedio.

La PEA es de 9,072 habitantes, de los cuales se calcula que 5,755 personas que están integradas al mercado laboral son hombres y 3,317 son mujeres. A su vez, se destaca que la mayor parte de la población activa se concentra en la localidad de Gutiérrez Zamora, con un total de 5,758 registros para el año 2010, de las cuales el 60.40% son hombres y el resto mujeres. Por su parte, las mujeres en promedio, para toda la zona de estudio, presentan cifras por debajo del 40% de las personas mayores de 12 años y que realizan alguna actividad económica, o están en busca de algún empleo

Por su parte, para el 2010, la PNEA en el área de influencia directa fue de un total de 7,967 personas. Se calcula que 5,943 habitantes dentro de la PNEA son mujeres y el resto hombres (2,024 habitantes). De igual manera, se puede ver que la tendencia de la media en general obedece a los datos pertenecientes a localidad de Gutiérrez Zamora, ya que concentra la mayor parte de la PNEA en el área. Específicamente en relación a la distribución de la PNEA por género, en general las mujeres registran una participación media por encima del 70% en las 8 localidades.

La comparación entre el porcentaje y distribución de PEA y PNEA en el área de influencia directa. En resumen, las localidades Gutiérrez Zamora y Tecolutla concentran una mayor cantidad de PEA, lo que supone un mayor número personas que cumplen los requerimientos para trabajar, o que están trabajando, en comparación de las que no están en condiciones de laborar (estudiantes, amas de casa, jubilados, y personas que tienen alguna limitación física o mental).

Por otra parte, las tasas de desempleo calculadas se sitúan por debajo del 3% para toda el área, con excepción de Ezequiel Ordóñez (11.11%). Es decir, se presentan pequeños coeficientes en relación a las personas que se encuentran desempleadas dentro de las localidades pertenecientes a la zona.

El área de influencia directa comprende 8 localidades y cuenta con una población ocupada total de 8,890 personas de las cuales 5,617 son hombres y 3,273 son mujeres.

La localidad Gutiérrez Zamora cuenta con la mayor cantidad de población ocupada con un total de 5,620 habitantes, de los cuales 3,374 son hombres y 2,246 son mujeres. En caso contrario, la localidad con menor población ocupada es Ezequiel Ordóñez con 16, de las cuales 16 son hombres y ninguna mujer.

La segunda localidad con el mayor número de población ocupada es Tecolutla, con 2,113 habitantes que distribuidos por sexo son 1,295 hombres por 818 mujeres.

A partir de lo anterior se puede mencionar que en el área de influencia directa hay una actividad económica importante, dado que en todas las localidades el porcentaje de población ocupada masculina en relación a la población total supera el 60%; para el caso de la población ocupada femenina las cifras se reducen, ya que el porcentaje va del 13% a casi el 40% de la población total.

En cuanto a la población desocupada, en total fueron 182 personas, 138 son hombres y 44 mujeres. La localidad de Gutiérrez Zamora que registró el mayor número de personas desocupadas con 138 (104 son hombres y 34 mujeres), lo cual se debe a ser la localidad con el mayor número de población.

Por otra parte, la localidad La Concha no registró en el año 2010 población desocupada, por lo que se entiende que en esta localidad las actividades económicas permitieron incorporar a todas las personas en de edad de trabajar al mercado laboral, es decir, que las personas que buscaron algún empleo encontraron alguna actividad laboral en dicho año.

De forma similar ocurrió en la localidad Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro) y en La Sabana, dado que se registró sólo una persona desocupada (hombre) en Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro) y en la localidad La Sabana fue sólo una mujer.

Con respecto a la carga económica sobre la población activa los niveles del Índice de Dependencia Económica (IDE) para el área de influencia directa, dónde hay que mencionar que el porcentaje de la población que más depende de la población productiva se encuentra en la localidad de Ezequiel Ordóñez con un 79.49%. La localidad en la que la carga económica sobre la población activa es menor, es La Sabana con un 43.86%, seguido de la localidad de Polutla con un 48.26%; dichos resultados muestran que en ambas localidades la población activa es mayor que la población que depende de ella. Índice de Dependencia Económica Infantil-Juvenil

La localidad de La Sabana también mostró el menor índice con un 30.70%, lo cual indica que en esta localidad la población infantil y juvenil no representa una carga económica considerable.

Con relación a la carga económica que representa la población de adultos mayores en el área de influencia directa, la localidad Gutiérrez Zamora tuvo el mayor índice de dependencia

económica en adultos mayores con un 16.01%, seguido de la localidad Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro) con 15%.

Por otra parte, los índices de las localidades La Guásima y Ezequiel Ordóñez tuvieron los menores valores de dicho índice (10.08% y 10.26% respectivamente. Como conclusión, en el área de influencia directa, existe una mayor dependencia económica de la población infantil y juvenil sobre la población activa, sin embargo, destaca que, en las cabeceras municipales de Gutiérrez Zamora y Tecolutla, a pesar de tener una población de mayor tamaño, los valores son más moderados en comparación con las demás localidades que cuentan con una menor población.

De acuerdo a los datos publicados por INEGI, las principales actividades económicas en las localidades del área de influencia directa se concentran en el sector primario, ya que en su mayoría es la Agricultura, la principal actividad económica. Con respecto a la segunda y tercera actividad económica, sólo existe información para la localidad Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro), en la cual la segunda actividad económica se relaciona con el sector de la construcción.

Destaca el caso de la cabecera municipal de Tecolutla, en la cual, de acuerdo a INEGI, no existe información disponible por ausencia de informante. Como resultado de las actividades desarrolladas en trabajo de campo, se pudo identificar que en dicha localidad las actividades económicas están enfocadas al sector de los servicios, teniendo un lugar importante los servicios turísticos.

Área de Influencia Indirecta

En el área de influencia indirecta la población total asciende a un total de 55,373 habitantes concentrándose en su gran mayoría (el 96.70% de la población total) dentro de la cabecera municipal de Papantla de Olarte con 53,546 habitantes, por otra parte, la localidad Paso del Río presenta el menor número de habitantes con solo 51 habitantes.

En cuanto a la distribución de la población por sexo, existe un porcentaje ligeramente mayor a favor de la población femenina con un 52.79%, por un 47.21% de población masculina. La localidad que muestra el porcentaje más equilibrado es la localidad Paso del Río con el 50.98% en hombres por un 49.02% en mujeres. En caso contrario destaca la localidad Nuevo

Renacimiento 2000 donde un 53.58% de población femenina, por un 46.42% de población masculina.

En relación al índice de masculinidad éste corresponde al 89.42, por lo que se infiere que el porcentaje de hombres es en general menor al de las mujeres; y solo en las localidades Paso del Río y Ejido Sota y Gama el índice es del 104 y 104.17 respectivamente por lo que en términos generales en este par de localidades existen más hombres que mujeres. En el resto de las tres localidades el índice de masculinidad es menor a 100.

En términos generales la estructura de la población según su grupo de edad muestra que la población de 15 a 64 años representa el 65.71% de la población total, seguida de la población infantil y juvenil (0 a 14 años) con el 24.43%. La población de 65 años en adelante solo representa el 8.12% del total de la población dentro del área de influencia indirecta; en cuanto a las localidades que conforman el área, se observa que los porcentajes más elevados de población dentro del grupo de edad de 15 a 64 años corresponden a la cabecera municipal de Papantla de Olarte con un 65.58%; seguida de la localidad Totomoxtle con un 62.54%; en cuanto a la población infantil y juvenil, la localidad Paso del Río muestra el porcentaje más alto con el 33.33%; y finalmente, con respecto a la población de 65 años y más solo en la localidad Ejido Soto y Gama el porcentaje se observa relativamente alto, con relación al resto, pues este porcentaje es del 14.29% mientras que el resto de las localidades el porcentaje no supera el 10%. En la siguiente Tabla se muestran los valores porcentuales de la población por grupos de edad en el área de influencia indirecta.

La tasa de juventud en el área de influencia indirecta expresa que la población joven (0 a 14 años) corresponde a menos de una cuarta parte de la población total (24.43%). En las localidades que se ubican en ésta área, la tasa de juventud más elevada se encuentra en la localidad Paso del Río con el 33.33%; seguida de las localidades de Totomoxtle y Nuevo Renacimiento 2000 con el 29.94% y 29.67% respectivamente. Por su parte, la tasa de juventud que muestra el porcentaje menos elevado se ubica en la cabecera municipal de Papantla de Olarte con un 24.24%.

La tasa de envejecimiento en el área de influencia indirecta es de solo el 8.12%, es decir, la población adulta de 65 años y más representa menos del 10% de la población total dentro del área, lo cual expresa que este grupo de la población no tiene un peso demográfico significativo.

En relación al panorama de la tasa de envejecimiento, se observa que el porcentaje más alto de población de adultos mayores corresponde a la localidad Ejido Soto Goma con el 14.29%. Por el lado contrario, la localidad Paso del Río presenta la tasa de envejecimiento más baja con un 5.88%.

El promedio general de hijos nacidos vivos en el área de influencia indirecta es igual a 2.76 hijos por mujer mayor a los 12 años. Finalmente, en relación a las localidades que integran el área, se observa el promedio de hijos nacidos vivos más elevado en la localidad Ejido Soto y Goma, dónde corresponde a 3.14 hijos en promedio; a ésta le sigue la localidad Paso del Río con un promedio de 3 hijos.

Dentro del área de influencia indirecta, se registró una PEA de aproximadamente 23,816 personas, de las cuales el 62% son hombres y el resto mujeres. Específicamente dentro de la localidad Papantla de Olarte, existe una mayor cantidad de habitantes que están en condiciones de trabajar, o están trabajando, esto debido al hecho de ser una cabecera municipal.

Por otra parte, para el año 2010, dentro del área de influencia indirecta la PNEA era de aproximadamente 19,585, de las cuales 5,202 son hombres y 14,383 mujeres. En promedio, las mujeres son las que conforman la mayor parte de la PNEA, con cifras superiores al 72% (a excepción de la localidad Paso del Río), lo que sugiere, *agrosso modo*, que un número importante de la población femenina sólo se dedica a las actividades en el hogar; sin embargo, no debe descartarse que podrían ser estudiantes, pensionadas o personas con alguna discapacidad.

La concentración porcentual de la PEA y la PNEA dentro del área es mayor cantidad de población económicamente activa para las tres localidades con mayor aglomeración de población, en comparación a la PNEA. De igual modo, se calculó una tasa de desempleo de 2.40%, lo que supone un pequeño cociente en relación a las personas que están desocupadas y que pertenecen a la población en condiciones de trabajar.

Con base en los datos publicados por INEGI, la población ocupada total en el área de influencia indirecta para el año 2010 fue de 23,244 habitantes de los cuales 14,306 son hombres y 8,938 son mujeres.

La localidad con el mayor número de población ocupada es Papantla de Olarte con 13,824 hombres y 8,751 mujeres, para un total de 22,575 personas ocupadas, cifras que obedecen a la lógica de ser una cabecera municipal y uno de los centros urbanos más importantes a nivel regional.

La localidad con la menor cantidad de personas ocupadas es Paso del Río con un total de 11 habitantes, de las cuales 9 son hombres por 2 mujeres.

En contraparte al indicador anterior, para la población desocupada se contabilizaron un total de 572 personas desocupadas, de los cuales 438 son hombres y 134 mujeres, en total para el área de influencia indirecta; la cabecera municipal de Papantla de Olarte presentó el mayor número de personas desocupadas como en el indicador anterior (población ocupada), lo cual obedece a tener la población de mayor tamaño.

Por otra parte, la localidad de Totomoxtle no presentó ninguna persona desocupada, lo cual indica que en dicha localidad para el año 2010 no existía ninguna persona en edad de trabajar fuera del mercado laboral o buscando empleo.

Al respecto del índice de dependencia económica para cada una de las localidades del área de influencia indirecta, muestra que la localidad Ejido Soto y Gama presentó el mayor índice con un 75%, lo cual expresa que sólo el 25% de la población total debe sustentar las necesidades básicas de toda la población.

En contraste, la cabecera municipal de Papantla de Olarte es la localidad con el menor índice de dependencia económica, con un valor del 49.13% lo cual muestra que la población activa supera a la población dependiente.

Sobre los valores del índice de dependencia económica, existe una tendencia similar y la diferencia entre cada localidad no supera el 30%.

Respecto al Índice de Dependencia Económica Infantil-Juvenil se observa que la localidad Paso del Río tuvo el mayor índice de dependencia económica infantil-juvenil con un 54.84% y que la localidad Papantla de Olarte tuvo el menor índice con un 36.82%. A partir de lo anterior se puede identificar que en las localidades con una menor población la carga económica de la población infantil y juvenil es mayor.

En lo que se refiere a la carga económica que representa la población de adultos mayores en el área de influencia indirecta, la localidad de Ejido Soto y Gama registró el mayor índice de dependencia económica en adultos mayores en el área de influencia indirecta con un 25%.

Las localidades Paso del Río y Totomoxtle registraron los menores valores de dicho índice con un 9.68% y 11.28%, respectivamente. A partir de lo anterior se concluye que en el área de influencia indirecta la carga económica que representa la población de adultos mayores es mínima.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el área de influencia indirecta se concentran en el sector primario, donde como primer actividad destacan la Pesca y la Agricultura, sin embargo también existe registro de actividades no especificadas, relacionadas con el sector de la construcción y del comercio al por menor en la localidad Nuevo Renacimiento 2000. Para el caso de la cabecera municipal de Papantla de Olarte no existe información disponible a este respecto ya que su población sobrepasa los 5,000 habitantes.

A través de las siguientes tablas se muestra la información antes referida:

Tabla 33. Población total e índice de masculinidad de las tres áreas.

Localidad		Pob. Total	Pob. Masculina	%	Pob. Femenina	%	Índice de Masculinidad
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	774	379	48.97	395	51.03	95.95
	Gutiérrez Zamora	13651	6244	45.74	7407	54.26	84.30
Área de Influencia Directa	Tecolutla	4591	2207	48.07	2384	51.93	92.58
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	320	155	48.44	165	51.56	93.94
	Ezequiel Ordóñez	70	36	51.43	34	48.57	105.88
	La Guásima	1002	510	50.90	492	49.10	103.66
	Polutla	1152	560	48.61	592	51.39	94.59
	La Sabana	167	78	46.71	89	53.29	87.64
	La Concha	672	321	47.77	351	52.23	91.45

Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	51	26	50.98	25	49.02	104.00
	Ejido Soto y Gama	147	75	51.02	72	48.98	104.17
	Nuevo Renacimiento 2000	991	460	46.42	531	53.58	86.63
	Papantla de Olarte	53546	25274	47.20	28272	52.80	89.40
	Totomoxtle	638	305	47.81	333	52.19	91.59

Tabla 34. Distribución de la población por grupos de edad de las tres áreas.

Localidad		Pob. 0 a 14 años	%	Pob. 15 a 64 años	%	Pob. 65 y más	%
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	195	25.19	506	65.37	72	9.30
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	3455	25.31	8782	64.33	1406	10.30
	Tecolutla	1278	27.84	2965	64.58	346	7.54
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	90	28.13	200	62.50	30	9.38
	Ezequiel Ordóñez	27	38.57	39	55.71	4	5.71
	La Guásima	289	28.84	645	64.37	65	6.49
	Polutla	287	24.91	777	67.45	88	7.64
	La Sabana	35	20.96	114	68.26	15	8.98
	La Concha	240	35.71	390	58.04	42	6.25
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	17	33.33	31	60.78	3	5.88
	Ejido Soto y Gama	42	28.57	84	57.14	21	14.29
	Nuevo Renacimiento 2000	294	29.67	612	61.76	85	8.58
	Papantla de Olarte	12981	24.24	35260	65.85	4343	8.11
	Totomoxtle	191	29.94	399	62.54	45	7.05

Tabla 35. Tasa de juventud, de envejecimiento y promedio de hijos vivos de las tres áreas.

Localidad		Tasa de Juventud	Tasa de Envejecimiento	Promedio de hijos nacidos vivos
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	25.19	9.30	2.68
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	25.31	10.30	2.21
	Tecolutla	27.84	7.54	2.25
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	28.13	9.38	2.74
	Ezequiel Ordóñez	38.57	5.71	2.96
	La Guásima	28.84	6.49	2.88
	Polutla	24.91	7.64	2.76
	La Sabana	20.96	8.98	2.52
	La Concha	35.71	6.25	2.66
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	33.33	5.88	3
	Ejido Soto y Gama	28.57	14.29	3.14
	Nuevo Renacimiento 2000	29.67	8.58	2.59
	Papantla de Olarte	24.24	8.11	2.16
	Totomoxtle	29.94	7.05	2.93

Tabla 36. Población Económicamente Activa.

Localidad		PEA	%PEA	PEA Masculina	%PEA Masculina	PEA Femenina	%PEA Femenina
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	262	33.85	236	90.08	26	9.92
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	5758	42.18	3478	60.4	2280	39.6
	Tecolutla	2139	46.59	1315	61.48	824	38.52
	Plan de Villa Cuauhtémoc	117	36.56	90	76.92	27	23.08
	Ezequiel Ordóñez	18	25.71	18	100.00	0	0.00
	La Guásima	331	33.03	284	85.80	47	14.20

Área de Influencia Directa	Polutla	391	33.94	327	83.63	64	16.37
	La Sabana	72	43.11	56	77.78	16	22.22
	La Concha	246	36.61	187	76.02	59	23.98
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	15	29.41	13	86.67	2	13.33
	Ejido Soto y Gama	63	42.86	46	73.02	17	26.98
	Nuevo Renacimiento 2000	396	39.96	267	67.42	129	32.58
	Papantla de Olarte	23119	43.18	14240	61.59	8879	38.41
	Totomoxtle	223	34.95	178	79.82	45	20.18

Tabla 37. Población No Económicamente Activa.

Localidad		PNEA	%PNEA	PNEA Masculina	%PNEA Masculina	PNEA Femenina	%PNEA Femenina
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	354	45.74	66	18.64	288	81.36
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	5065	37.1	1320	26.06	3745	73.94
	Tecolutla	1455	31.69	397	27.29	1058	72.71
	Plan de Villa Cuauhtémoc	126	39.38	31	24.60	95	75.40
	Ezequiel Ordóñez	30	42.86	4	13.33	26	86.67
	La Guásima	456	45.51	113	24.78	343	75.22
	Polutla	534	46.35	109	20.41	425	79.59
	La Sabana	65	38.92	7	10.77	58	89.23
	La Concha	236	35.12	43	18.22	193	81.78
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	21	41.18	7	33.33	14	66.67
	Ejido Soto y Gama	54	36.73	15	27.78	39	72.22
	Nuevo Renacimiento 2000	362	36.53	82	22.65	280	77.35
	Papantla de Olarte	18888	35.27	5046	26.72	13842	73.28
	Totomoxtle	260	40.75	52	20.00	208	80.00

Tabla 38. Población Ocupada.

Localidad		Población Ocupada	Población Ocupada Masculina	%PO Masculina	Población Ocupada Femenina	%PO Femenina
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	250	225	90.00	25	10.00
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	5620	3374	60.04	2246	39.96
	Tecolutla	2113	1295	61.29	818	38.71
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	116	89	76.72	27	23.28
	Ezequiel Ordóñez	16	16	100.00	0	0.00
	La Guásima	325	280	86.15	45	13.85
	Polutla	383	320	83.55	63	16.45
	La Sabana	71	56	78.87	15	21.13
	La Concha	246	187	76.02	59	23.98
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	11	9	81.82	2	18.18
	Ejido Soto y Gama	60	43	71.67	17	28.33
	Nuevo Renacimiento 2000	375	252	67.20	123	32.80
	Papantla de Olarte	22575	13824	61.24	8751	38.76
	Totomoxtle	223	178	79.82	45	20.18

Tabla 39. Población Desocupada.

Localidad		Población Desocupada	Población Desocupada Masculina	%PD Masculina	Población Desocupada Femenina	%PD Femenina
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	12	11	91.67	1	8.33
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	138	104	75.36	34	24.64
	Tecolutla	26	20	76.92	6	23.08
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	1	1	100.00	0	0.00
	Ezequiel Ordóñez	2	2	100.00	0	0.00

Área de Influencia Directa	La Guásima	6	4	66.67	2	33.33
	Polutla	8	7	87.50	1	12.50
	La Sabana	1	0	0.00	1	100.00
	La Concha	0	0	0.00	0	0.00
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	4	4	100.00	0	0.00
	Ejido Soto y Gama	3	3	100.00	0	0.00
	Nuevo Renacimiento 2000	21	15	71.43	6	28.57
	Papantla de Olarte	544	416	76.47	128	23.53
	Totomoxtle	0	0	0.00	0	0.00

Tabla 40. Índice de Dependencia Económica.

Localidad		IDE	IDE Infantil-Juvenil	IDE en Adultos Mayores
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	52.77	38.54	14.23
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	55.35	39.34	16.01
	Tecolutla	54.77	43.10	11.67
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	60.00	45.00	15.00
	Ezequiel Ordóñez	79.49	69.23	10.26
	La Guásima	54.88	44.81	10.08
	Polutla	48.26	36.94	11.33
	La Sabana	43.86	30.70	13.16
	La Concha	72.31	61.54	10.77
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	64.52	54.84	9.68
	Ejido Soto y Gama	75.00	50.00	25.00
	Nuevo Renacimiento 2000	61.93	48.04	13.89
	Papantla de Olarte	49.13	36.82	12.32
	Totomoxtle	59.15	47.87	11.28

B- Factores socioculturales

Identificación y Caracterización de Pueblos y Comunidades Indígenas

De acuerdo al último censo del INEGI (2010), Veracruz tiene una presencia indígena de 1, 037,424 habitantes del total de la población indígena del país, correspondiente esta última a 7, 643,194. Según la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), las regiones indígenas que predominan en Veracruz son la Huasteca, Totonacapan, Tuxtlas y la región Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Municipios Área Contractual Tecolutla.

La CDI considera la clasificación con respecto a los municipios indígenas, de la siguiente manera:

- Municipios indígenas: 40% y más de población indígena
- Municipios con presencia de población indígena: menos del 40% de población indígena y más de 5,000 indígenas
- Municipios con población indígena dispersa: menos de 40% de población indígena

En este sentido, los municipios del Área Contractual Tecolutla correspondientes a Tecolutla, y Gutiérrez Zamora se consideran municipios con población indígena dispersa, ya que el número de la población indígena representa menos del 40%, mientras que el municipio de Papantla, se considera municipio indígena con más del 40% de población indígena (ver tabla 41).

Tabla 41. Tipo de municipio a partir de su población indígena en el Área Contractual Tecolutla

Municipio	Tipo de Población	Población Total	Población Indígena
Tecolutla	Población indígena dispersa	25,126	2,446
Gutiérrez Zamora	Población indígena dispersa	24,353	1,967
Papantla	Municipio Indígena	158,599	65,537

Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo de Localidades Indígenas 2010, CDI.

Localidades Área Contractual 24 Campo Tecolutla

Respecto a las localidades, la CDI considera la clasificación con respecto a los municipios indígenas, de la siguiente manera:

- Localidades indígenas: 40% y más de población indígena
- Localidades de interés: menos de 39.9% y más de 150 indígenas
- Localidades menores del 40%: menos de 39.9% y menos de 150 indígenas

Cabe precisar que debido a la delimitación del área de influencia directa e indirecta que se propuso para el Área Contractual Tecolutla, y en la que se contemplaron las actividades de transportación de crudo en pipas, que realizará el nuevo operador mediante una ruta que irá de los pozos ubicados en el Área Contractual hacia la comunidad Ezequiel Ordóñez, ubicada en el municipio de Papantla y donde se encuentra una estación de recolección de Pemex. Se contemplaron 6 localidades del municipio de Papantla (Ezequiel Ordóñez, La Guásima, Polutla, La Sabana, La Concha y Totomoxtle) y la cabecera municipal, las cuales, de acuerdo a los datos que se presentan a continuación indican la presencia de altos porcentajes de población indígena, sin embargo, estos resultados no ameritan una consulta previa ya que dichas comunidades no se encuentran en el área núcleo del Área.

Tabla 42. Tipo de localidades a partir de su población indígena dentro del Área Contractual Tecolutla

Localidad		Tipo de localidad	Población Total	Población Indígena
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	Loc. con menos de 40%	774	25
Área de Influencia Directa	Gutiérrez Zamora	Loc. de interés	13,651	784
	Tecolutla	Loc. de interés	4,591	198
	Plan de Villa Cuauhtémoc	Loc. con menos de 40%	320	15
	Ezequiel Ordóñez	Loc. de 40% y más	70	70
	La Guásima	Loc. de 40% y más	3	3
	Polutla	Loc. de 40% y más	1,152	910
	La Sabana	Loc. de 40% y más	5	5
	La Concha	Loc. de interés	672	227

Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	Loc. con menos de 40%	51	4
	Ejido Soto y Gama	Loc. con menos de 40%	147	7
	Nuevo Renacimiento 2000	Loc. con menos de 40%	991	113
	Papantla de Olarte	Loc. de interés	53,546	14,736
	Totomoxtle	Loc. de 40% y más	638	520
Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo de Localidades Indígenas 2010, CDI				

Como se puede observar en la tabla 4.2, de las 14 localidades que componen el Área Contractual Tecolutla, aparece únicamente la localidad de Cruz de los Esteros dentro del área núcleo (color rojo) con menos de 40% de población indígena con respecto al total de población.

Por su parte, dentro del área de influencia directa aparecen 3 localidades de interés que suman un total de 1,209 indígenas, donde cada localidad cuenta con más de 150 indígenas; dentro de estas localidades de interés sobresale Gutiérrez Zamora con 784 indígenas (cabecera municipal). Adicionalmente en la misma área de influencia directa, aparecen 4 localidades indígenas con 40% y más de población, que suman un total de 988 indígenas, donde sobresale Polutla; es decir, se considera que dentro del área de influencia directa existen aproximadamente 2,197 indígenas en total.

Finalmente, dentro del área de influencia indirecta existe una localidad de interés, correspondiente a Papantla de Olarte (cabecera municipal), con un total de 14,736 indígenas.

En síntesis, con la información proporcionada por la CDI, la población indígena, resulta importante sólo en las áreas de influencia directa e indirecta, ya que 4 de las 13 localidades que conforman estas dos áreas de influencia se encuentran dentro de la categoría de "localidad de interés" (Gutiérrez Zamora, Tecolutla, La Concha y Papantla de Olarte), por su parte 5 de las 13 localidades que conforman estas dos áreas se encuentran dentro de la categoría de "localidad indígena" con 40% y más habitantes (Ezequiel Ordóñez, La Guásima, Polutla, La Sabana y Totomoxtle). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, estos datos tienen su origen, con la incorporación de estas localidades en la ruta donde tendrá lugar la transportación del crudo que se produzca en los pozos del Área Contractual Tecolutla hacia la localidad Ezequiel Ordóñez.

Así mismo, se realiza una clasificación con base en información obtenida a través del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para identificar en cuáles localidades del área núcleo, de influencia directa, así como de influencia indirecta del Área Contractual Tecolutla, se habla lengua indígena.

Tabla 43. Población que habla lengua indígena en las localidades del Área Contractual Tecolutla, 2010

Localidad		Pob. de 3 años y más que habla una lengua indígena	Pob. masculina de 3 años y más que habla una lengua indígena	Pob. femenina de 3 años y más que habla una lengua indígena	Pob. de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Pob. masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Pob. femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Pob. en hogares censales indígenas
Área Núcleo	Cruz de los Esteros	9	6	3	0	0	0	25
	Área de Influencia Directa							
	Gutiérrez Zamora	278	142	136	1	0	1	658
	Tecolutla	78	45	33	0	0	0	187
	Plan de Villa Cuauhtémoc (El Negro)	5	4	1	0	0	0	15
	Ezequiel Ordóñez	32	15	17	0	0	0	70
	La Guásima	381	174	207	8	0	8	765
	Polutla	447	214	233	2	0	2	903
	La Sabana	81	37	44	2	0	2	114
	La Concha	77	39	38	0	0	0	215
Área de Influencia Indirecta	Paso del Río	1	1	0	0	0	0	4
	Ejido Soto y Gama	1	0	1	0	0	0	7
	Nuevo Renacimiento 2000	28	15	13	0	0	0	109
	Papantla de Olarte	5798	2609	3189	54	7	47	13747
	Totomoxtle	231	110	121	3	1	2	520
Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010, INEGI								

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El Área Contractual 24 se ubica en los municipios de Gutiérrez Zamora y Tecolutla en el estado de Veracruz y abarca una superficie de 7 km² e incluye al Campo Tecolutla.

En el área contractual se localizan siete pozos petroleros, ya que en décadas pasadas se realizaron trabajos de exploración, prospección, perforación y hasta la fecha se realizan actividades de explotación, por tanto, en la zona es visible la transformación del territorio y por ende del paisaje, sumado a las actividades ganaderas y agrícolas que se desarrollan en la zona.

El área de la obra corresponde a una llanura litoral, donde se encuentran caminos y obras del sector petrolero, las comunidades vegetales primarias (selva mediana perennifolia y manglar) que tendrían su distribución natural en el sistema ambiental han sido disminuidas principalmente por actividades agrícolas y ganaderas, ocupando su lugar pastizales inducidos, acahuales, cultivos de cítricos y plátano.

Dentro de las especies indicadoras de disturbio se encuentran *Ageratumhoustonianum*, *Echinochloapyramidalis*, *Hamelia patens*, *Melampodium divaricatum* y *Mimosa pudica*. Cabe mencionar que *Gliricidia sepium* a pesar de ser una especie nativa de México, su capacidad de adaptación la ha llevado a ser una de las primeras especies en ocupar zonas perturbadas en esta región. Tomando en cuenta los valores de VIR que presenta dentro del sistema ambiental podría sugerir cierto grado de perturbación dentro de las comunidades vegetales del sistema ambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos el 12.04 % de la flora de sistema ambiental se encuentra constituido por malezas. Sin embargo, en el sistema ambiental se registró la presencia de manglar y remanentes de bosque de encino los cuales no fueron reportados dentro del área del proyecto. Tanto *Lagunculariaracemosa* (mangle blanco) y *Quercusoleoides* resultaron ser las especies con mayores valores de importancia (VIR) dentro del sistema ambiental. Esto sugiere que las comunidades donde se desarrollan (vegetación primaria) aún juega un papel ecológico importante para el sistema ambiental.

Dentro de la riqueza florística se identificaron dos especies enlistadas que corresponde al 2.4% como especies endémicas para México y se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponden a *Fagacea cynometra oaxacana* y *Condalia mirandana*, en el sistema ambiental,

por lo que se sugiere dar seguimiento durante y después de la ejecución de los trabajos con el propósito de garantizar su permanencia.

En la zona de estudio se encontraron 86 especies, registrando 21 especies incluidas en alguna categoría de riesgo y/o protección de las normas y convenciones nacionales e internacionales. Con base en estos resultados, el porcentaje de especies en alguna categoría de protección corresponde al 25.3 % del total de riqueza de especies encontradas y 2.4% endemismo. Presenta un considerable grado de perturbación derivado principalmente de actividades agrícolas y ganaderas, ocasionado principalmente al reemplazo de la selva mediana perennifolia y el bosque de encino por pastizales inducidos, cultivos de naranja y plátano. No obstante, existen comunidades vegetales primarias (manglares e “islas” de bosque de encino), las cuales deben ser consideradas para su conservación ya que albergan especies de orquídeas y mangles protegidos por las NOM-059-SEMARNAT-2010 Asimismo, estas comunidades primarias funcionan como centros de refugio y riqueza para la flora, y seguramente para la fauna, a nivel local, además de la evidente importancia no sólo ecológica sino para el hombre que representa este tipo de vegetación. Razón por la cual deben ser recomendados resguardar estos parches de manglar para asegurar tanto servicios ambientales como la diversidad biológica remanente de la región.

Para el caso de fauna los análisis de diversidad demostraron que los humedales (Manglar y Tular) son sitios importantes para la protección y conservación de un número considerable de especies. Por lo tanto un área a considerar como importante para la biodiversidad del SA son los manglares que se localizan a la orilla de los esteros El negro, Larios y Cruz de esteros, ubicados alrededor del área del proyecto.

Para el caso de la herpetofauna en general es importante tomar en cuenta ciertas implicaciones que derivan del uso de suelo y los diferentes tipos de hábitats y vegetación que influyen directamente en estos grupos, por lo que se destaca el delimitar de una manera adecuada las regiones con las condiciones ecológicas para cada una de las especies (Peterson y Soberón, 2012; Lobo *et al.*, 2008),

Con respecto a las aves registradas en este estudio son especies que pueden persistir a lo largo de gradientes de disturbio mientras que otras son más específicas en cuanto al hábitat (Bryce *et al.* 2002, Gallardo del Ángel *et al.* 2004). Estas perturbaciones, pueden afectar de

manera diferencial la riqueza y abundancia de las especies en forma directa o indirecta; como es el caso de *Quiscalus mexicanus*, el cual presenta la mayor abundancia relativa; se trata de una especie que se ve favorecida con la modificación del hábitat siendo gregaria y puede alcanzar grandes densidades en un espacio relativamente reducido (Howell & Webb, 1995; Olmo-Linares, 2009), a diferencia de *Psarocolius montezuma* la cual es una especie que requiere de zonas con vegetación original y en buen estado de conservación, otra especie específicas en cuanto su hábitat es *Cairina moschata* la cual también requiere también zonas de vegetación en buen estado donde puedan encontrar grandes árboles donde puedan anidar (Chablé-Santos, 2005); estos requerimientos ecológicos hacen que las aves también, al igual que otros vertebrados, actúen como bioindicadores de la situación ambiental del área de estudio (Chablé-Santos, 2005; Sánchez-Bon, 2010; Bojorges-baños, 2011).

Es importante resaltar que el área norte del proyecto es importante para la conservación de las aves la cual de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente capítulo, mantiene un índice de diversidad alto, tan solo debajo de áreas con manglar conservado, lo cual es indicativo de la importancia que esta área representa para las aves migratorias y nativas.

En relación a los mamíferos pequeños durante el muestreo no se hubo registro, sin avistamiento de excretas de roedor.

Se ha reportado que los roedores pueden mostrar una preferencia por asociaciones vegetales con dominancia de gramíneas (caña, maíz y potrero) derivada de la sustitución de la vegetación nativa, esta particular asociación es común en ambientes tropicales (Cervantes y Hortelano, 1991); el área de muestreo presenta las características ideales para la presencia de musarañas y ratones tlacuaches, como lo han reportado en selvas tropicales (Ceballos y Miranda, 1986).

Respecto a los carnívoros son estos son más sensibles a la alteración antropogénica del ambiente, dentro de los registros de este grupo se encuentra el ocelote (*L.pardalis*) y al Jaguarundi (*H.yagoarundi*), presentan baja abundancia, son especies que se asocian a la vegetación tropical con cobertura densa, y particularmente el ocelote evita espacios abiertos o acahuals jóvenes (Pérez y Santos, 2010); es importante destacar que ambas especies se encuentran en NOM-059-SEMARNAT (2010), la primera en el estatus en peligro de extinción y la segunda como amenazada. Ambas especies se encuentran en los apéndices I y II respectivamente, en la CITES.

Aspectos socioeconómicos

En relación a lo socioeconómico, dentro del sistema ambiental SA, no se encuentran comunidades asentadas, el poblado más cercano al Proyecto es Cruz de Esteros Cruz de los Esteros y Plan de Villa Cuauhtémoc, pertenecientes al municipio de Tecolutla, con una población aproximada de 1500 personas. Las condiciones de vida de estas comunidades están orientadas hacia el poder adquisitivo de que les permite el salario mínimo.

Su actividad económica está dirigida a la agricultura extensiva es la actividad principal de las comunidades principalmente al cultivo de cítricos (naranja y mandarina) y ganadería extensiva

Algunas de las personas de la población tienen empleos en la ciudad de Poza Rica, Veracruz. Algunos de ellos cuentan con trabajos en la zona turística de Costa Esmeralda.

Es importante señalar que el Proyecto no influirá significativamente en el comportamiento dinámico de estas poblaciones, ya que la ejecución del Proyecto se solicitará al contratista, emplee mano de obra no calificada de la Comunidad, con la finalidad de hacer tangible la derrama económica de la zona.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

V.1. Metodología para Identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar los impactos que pudiera ocasionar la incorporación de la actividad del proyecto, se revisaron diversos métodos en la materia, entre los más utilizados se mencionan los siguientes: procedimientos pragmáticos, listados, matrices, redes, modelos, sobre-posiciones y procedimiento adaptativo.

Los métodos empleados para la identificación de impactos consistieron tanto en la lista de chequeo de los impactos, como en la aplicación de una Matriz de Leopold modificada, con la cual se identifican y evalúan los distintos impactos causados por las actividades en cada etapa del desarrollo del proyecto y se evaluaron considerando dos factores principales (indicadores) siendo estos factores bióticos y abióticos:

V.1.2 Lista indicativa de Indicadores de Impacto

Aire: Generación de emisiones de gases de CO₂, NO₂ y CH₄ y ruido por la utilización de maquinaria equipos y combustibles que se generarán en las diferentes etapas del proyecto, preparación de sitio, perforación, operación.

Suelo: La modificación del relieve, el remover o eliminar la vegetación en la instalación de tubería y para la perforación del pozo Tec-10, y los pozos horizontales del Tec. 2 norte y sur, así como la compactación del suelo para la preparación del sitio, estos impactos serán locales, e influirán en las especies que habitan en este sitio, además del impacto que generaran el agua de los fluidos que pueden verterse al suelo.

Agua: El agua producto de las actividades de perforación del pozo principalmente de separación de los sedimentos de fluido de perforación y durante la preparación de los mismos, generación de residuos peligrosos por las sustancias químicas que contiene los lodos durante el proceso de perforación.

Paisaje: Este se verá afectado principalmente en la calidad del paisaje, por el flujo de personal de la empresa constructora, el traslado de maquinaria y equipo al sitio del Proyecto.

Ruido: La generación e intensidad de ruido dependerá de la actividad y etapa de ejecución del Proyecto, así como de las obras asociadas, de la utilización y tipo de maquinaria y equipo

Flora: Pérdida de árboles, arbustos y herbáceas. Este componente se verá afectado por la remoción de especies, teniendo una influencia espacial y puntual en todas especies que cohabitan en el sitio.

Fauna: Por el despalme se perderán hábitats y con la presencia de maquinaria habrá la dispersión de fauna durante la duración del proyecto. En cada una de las etapas del proyecto se contemplan impactos en la flora y fauna del lugar, al liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables, existiendo un posible riesgo en cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

Aspectos Socioeconómicos: La utilización de mano de obra no calificada donde se integrará al personal de las comunidades cercanas, para realizar trabajos de despalme, desmonte y limpieza del área.

V.1.3 Criterios y Metodología de Evaluación

Toda actividad realizada en la ejecución de un proyecto tiene el potencial para generar impactos sobre el ambiente, con el cual se puede modificar la composición, cantidad o naturaleza de los diferentes elementos que lo integran. El objetivo principal del análisis de impacto ambiental es analizar, predecir y prevenir los daños que una determinada actividad pueda causar en la salud, en el ambiente y en las instalaciones, además permite establecer prioridades ambientales.

Estos impactos pueden ser de distinto carácter, los hay adversos (negativos) para el ambiente, esto ocurre si la actividad genera desechos que rebasen la capacidad de asimilación del entorno o si se producen daños al suelo, agua, a la atmósfera, a la flora y faunas silvestre o al paisaje; benéficos (positivos), si las acciones propician la generación de empleos, impulso en el desarrollo económico y regional, otorgamiento de algún tipo de servicio público o privado que demande la comunidad; cuando la actividad no afecta al ambiente (ni a favor, ni en contra), incluso ni a los factores socioeconómicos de manera significativa, se considera neutral.

V.1.3.1 Criterios

Los criterios considerados para esta evaluación de impacto ambiental son los siguientes:

Carácter del impacto: Indica si alguna actividad del proyecto deteriora o mejora las características del atributo (condición o naturaleza) ambiental, es decir, si es benéfico o adverso; esta característica se denota por los signos (+) positivo o (-) negativo.

• **Impacto positivo.** Aquél admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

· **Impacto negativo.** Es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor o en aumento de los perjuicios derivados, de la contaminación, estético - cultural, paisajístico, de productividad ecológica y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Así definido, en esta matriz de Leopold se identifican impactos benéficos y adversos (+ en color verde y – en color rojo); adicionalmente se identificaron impactos en varias fases temporales de la actividad, estimando tanto los positivos, como los negativos o los que por su baja significancia podrían considerarse como **neutros** (identificados con color amarillo), producto de esta actividad. También se pudieron asignar niveles de magnitud e importancia: así como la duración o alcance de los mismos, con la finalidad de tomar las medidas adecuadas para prevenir, mitigar o compensar los efectos dañinos.

Evaluación de los impactos: Siendo un proyecto puntual se asignaron algunos niveles de magnitud (si es puntual =1; local=2 y regional=3) y su importancia (baja=1, media es =2 y alta=3), así como la duración o alcance de los mismos (temporal, esporádicos y permanente), en la Matriz de Leopold modificada, con la finalidad de tomar medidas adecuadas para prevenir, mitigar o compensar los efectos dañinos o impactos negativos (Tabla 44).

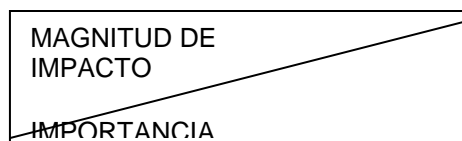
Tabla 44. Matriz de identificación de impactos positivos, negativos y neutros

Componente y Aspecto Ambiental			Valoración de los impactos						
Componente - Aspectos		Posibles Impactos ambientales identificados	Etapa de preparación del sitio y perforación	Etapa de perforación y Operación	Etapa de Mantenimiento	Etapa de Abandono del Sitio	Total impactos		
Atmosférico	Calidad del aire	Emisión de partículas por la perforación, despilme, uso combustibles y equipos					0	2	2
		Emisión de gases/ fluidos					0	1	3
		Emisión de ruido					0	2	2
Suelo	Perfil de Suelo	Generación de residuos sólidos					0	0	4
		Contaminación del suelo, por aguas residuales y derrames					0	0	4
Hídrico	Agua residual por actividades o por la explotación de pozos	Descargas a ecosistemas					0	2	2
	Ecosistemas Acuáticos/marinos y dulceacuícolas	Aporte de sustancias tóxicas al ecosistema					0	2	2
Biótico	Fauna y Vegetación	Afectación a especies					0	2	2
Socio-Económico	Beneficios	Beneficios a la población por rehabilitación de caminos					2	2	0
Total de impactos por actividad			Positivo	1	1	0	0	2	
			Neutro	0	0	6	7	13	
			Negativo	8	8	3	2	21	

Tabla 45. Matriz Según su Impacto e Importancia

Componente y Aspecto Ambiental			Etapas del proyecto			
Componente - Aspectos		Posibles Impactos ambientales identificados	Preparación del sitio y perforación	Perforación y Operación	Mantenimiento	Abandono del Sitio
	Calidad del aire	Emisión de partículas por la perforación y uso de maquinaria y equipos para la perforación	-3/2	-3/2	-2/2	-1/1
		Emisión de gases/ fluidos	-3/2	-3/2	-3/3	-1/1
		Emisión de ruido por maquinaria y equipo	-3/2	-3/2	-2/2	0
SUELO	Perfil de Suelo	Generación de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos	-3/3	-3/3	-1/1	0
		Contaminación del suelo	-3/3	-3/3	-1/1	-2/2
HÍDRICO	Agua residual por actividades o por la explotación de pozos	Algunos derrames de fluidos y aguas congénitas con grandes aportes de sustancias químicas.	-3/3	-3/3	-1/1	-2/2
	Ecosistemas Acuáticos/marinos y dulceacuícolas	Aporte de sustancias tóxicas al ecosistema	-3/3	-3/3	-2/2	-2/2
BIÓTICO	Fauna y Vegetación	Afectación a especies, hábitat y nicho ecológico	-3/3	-3/3	-2/2	-2/2
SOCIO-ECONÓMICO	Beneficios	Beneficios a la población por la apertura de caminos	-2/2	-1/1	-1/1	0

SIMBOLOGÍA



	NEGATIVO	POSITIVO
BAJO	-1	1
MEDIO	-2	2
ALTO	-3	3

El principal objetivo de la aplicación de esta metodología es el identificar:

- Riesgos
- Efectos: incidentes y accidentes
- Causas: orígenes o fuentes de los riesgos

Algunos de ellos establecen estructura lógica secuencial, causas/riesgos/efectos que, además de identificar, sirven de base para análisis semicuantitativos o cuantitativos posteriores.

Las desviaciones son establecidas de manera sistemática recurriendo a una lista de palabras guía (Ausencia, mayor, menor, más cualitativo, menos cualitativo, otro, etc.), que cualifican el tipo de desviación. Para cada desviación se reseña la siguiente información:

DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ETAPAS DEL PROYECTO

I.-Etapa de Preparación del sitio, construcción y perforación.

En el área del proyecto se localiza vegetación representada por pastizal, vegetación secundaria con especies xerófilas y en algunos espacios del área de proyecto se localiza vegetación de selva mediana perennifolia sitio, entre las que destacan *Bursera simaruba*, *Quercus oleoides*, *Roystonea regia*, entre otras de acuerdo a la información identificada. En el sitio se instalarán obras provisionales (almacenes, talleres, oficinas, etc.) que servirán de apoyo para la preparación del sitio (limpieza, selección del sitio para el campamento, instalación de una planta de eléctrica de luz para realizar actividades, mantenimiento del equipo en general, transporte de personal, transporte de equipo portátil, desmonte, despilme, nivelación con uso de maquinaria pesada, construcción de caminos de acceso, transporte e equipo de infraestructura, transporte de material pétreo para la construcción entre otros).

En esta etapa será la de mayor impacto al ambiente, como:

Aire. La calidad de aire en la preparación de sitio se verá afectada por el uso de maquinaria pesada para el despilme, retiro y triturado de vegetación., nivelación y compactación de las diferentes áreas a intervenir área norte y sur del Pozo Tec-2, área de Tec- 6 donde efectuará la

preparación de la plataforma para la perforación de un nuevo del Pozo Tec-10, ampliación de caminos de acceso el tendido tubería del pozo tec.2 al Tec-6. Las emisiones durante las actividades de soldadura serán por periodos de tiempo de que realicen la unión de tubería para la perforación. Con la que se tendrán la generación de gases generación y residuos peligrosos

Suelo: Al momento de retirar la cobertura vegetal y arbórea en la etapa de preparación del sitio, en el suelo iniciara un proceso de degradación por intemperismo del material terrígeno y pluvial. Este también se dará para el tendido y conexión de la tubería del pozo Tec-2 al Te-10

Ruido: El impacto de ruido será de diferente intensidad durante todo el proceso del Proyecto principalmente por lo que se genere durante la habilitación del espacio y la colocación de la tubería y el uso de maquinaria pesada

Residuos: para este factor la presencia de polvo y acarreo de residuos de materiales por la habilitación de conexiones y perforación de los pozos; así como residuos de cemento, cortes de tubería y algunos residuos peligrosos del manejo de sustancias químicas.

Agua: para este factor, el consumo de agua será actividades de limpieza, consumo humano y sanitarios y riego en las áreas demás requerimientos de esta actividad, en la etapa de preparación de sitio no se prevé algún impacto en el área del proyecto, si en la etapa de construcción.

Biótico: La flora es el componente que mayor impacto tendrá de los sitios a intervenir, en la etapa de preparación del sitio, se efectuara la remoción del área totalmente la vegetación del área donde se realizara la ampliación, el tendido y conexión de la tubería, y el área de perforación del pozo, cabe mencionar que en el sitio se localizan dos especies enlistadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010, siendo estas la palma real *Roystonea regia*, especie sujeta a protección especial y un arbusto *Condalia miranda*, se considera una especie endémica de México. En el caso de la palma y el arbusto los organismos que se puedan trasplantar se trasladaran a otra área con características similares del Sistema Ambiental del proyecto para su desarrollo y puedan continuar con su crecimiento. En la etapa de construcción la vegetación no tendrá el mismo impacto.

Al realizar el despalme se estima afectar aproximadamente 3150 individuos en su mayoría de especies xerofilas como *Acacia farnesiana*, *Mimosa púdica*, *Acaica cornígera* presentes en la zona norte y sur del pozo TEc-2, en la zona con más humedad se localizan especies características de selva mediana perennifolia como *Bursera simaruba*, individuos jóvenes de palma real *Roystonea regia*, *Quercus oleiodes*, limitando la zona de tular con abundancia de la especie *Acrostichum aureum*, en una superficie de 7000 m²

Fauna: En esta etapa del proyecto la fauna del lugar se verá impactada directamente, debido a que algunas especies perderán su hábitat como es el caso del conejo para la fauna terrestre, existe una gran variedad de animales silvestres, 65 especies de mamíferos, 185 especies de aves, 52 especies de anfibios y reptiles, donde sobresalen principalmente los conejos, ardillas, debido a la ampliación de la pera del Tec-6, del camino de emergencia y la construcción del cabezal, ampliación del Tec.2 se requiere la remoción de la vegetación de tal manera que la fauna que se encuentre en las zonas se verán desplazadas a otras áreas por pérdida de su hábitat.

Suelo: en la zona de perforación se utilizará preparación de lechadas de cemento, por lo que se generarán residuos de varios tipos de corte de perforación desechos de fluidos, residuos de combustibles y lubricantes, residuos sólidos que generaran los trabajadores.

Socioeconómico: no existe generación de empleos directos e indirectos ya que sólo se emplearán seis personas en el sitio y como beneficio a los pobladores será la apertura de caminos y rehabilitación d caminos.

II.- Etapa de Perforación - Operación - Mantenimiento

Una vez seleccionado el sitio, se requiere el acondicionamiento y adecuación del terreno y finalmente la instalación de la torre de perforación y equipos necesarios, así como de los requerimientos de agua, energía y combustible para llevar a cabo estas actividades.

En esta etapa se instalarán laboratorio para la toma de muestras y su análisis, laboratorio de telecomunicaciones y cómputo, el armado y el uso de barrena, entre otros.

Durante esta etapa se realizará el proceso de perforación de los pozos para la penetración de tubos de diferentes diámetros necesarios en el sitio, para la rehabilitación de dichas estructuras y el posterior mantenimiento, para considerar impactos al ambiente, los impactos serán a los siguientes factores:

Aire: Los impactos en esta etapa se referirán a la presencia de emisiones de gases efecto invernadero como CO₂, NO₂ y CH₄ por consumo de grandes cantidades de diferentes combustibles que se utilizarán para el funcionamiento de los diferentes equipos y maquinaria a utilizar durante el proceso de perforación, polvos por la perforación e instalación y tendido de tuberías y conexiones, residuos peligrosos derivados del uso de combustibles y lubricantes y los generados en el proceso de perforación de corte y lodos.

Ruido: Principalmente por lo que se genere durante la perforación en el día y noche para la extracción del petróleo y la colocación de las tuberías. Anomalías de alta o baja presión.

Residuos: para este factor la presencia de materiales ya utilizados por la apertura de un pozo o cambiados por la rehabilitación de los pozos (cementación en cuatro etapas que generará residuos por materiales utilizados) con la subsecuente presencia de polvo y acarreo de residuos de materiales por la habilitación de conexiones y perforación de los pozos; así como residuos de cemento, cortes de tubería y residuos sólidos urbanos.

Biótico: En este punto se afectará la estadía en la zona de fauna tanto terrestre como de los que se encuentran en el suelo, por la presencia de personal y el ruido

Suelo: en la zona de perforación se prepararán las lechadas para la cementación del pozo, por lo que se generarán residuos de manejo especial.

Socioeconómico: la derrama económica de empleos directos es muy baja el impacto no será significativo.

Agua: Se utilizará un gran consumo de agua para la preparación de fluidos o lodos que se requieren en el proceso de perforación, la demanda diaria de este recurso será de 10 m³, de limpieza, consumo humano y sanitario.

III.- Etapa de Mantenimiento

Se realizará el mantenimiento de las instalaciones, el tipo de servicios que se brindarán a las instalaciones, sus tecnologías en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos), el tipo de reparaciones a sistemas y equipos, y el control de malezas, fauna nociva o que se quiera establecer en el sitio.

Descripción de los Impactos Ambientales

Con base a la información analizada dentro de las actividades a desarrollar en el Proyecto del Área Contractual 24 Campo Tecolutla, el cual contempla los siguientes alcances: a) Ampliación del pozo 6 para en una superficie de 13,200 m² para la construcción de una plataforma para la perforación de un pozo vertical nuevo, b) Ampliar el Pozo Tec-2 en la zona norte para la perforación de un pozo horizontal nuevo en una superficie de 7000 m², c) expandir en pozo Tec-2 en la parte sur para perforar un pozo horizontal en una superficie de 4900m² y el tendido de 2 tuberías del pozo Tec.2 al Tec.10 para transporte de crudo, gas natural y agua de la plataforma Tec-2 a la plataforma del Tec.10 y facilitar el proceso, la superficie afectada será de 5000 m²

Procedimiento constructivo de la ampliación de la Pera o plataforma del Pozo existente Tec-6 y perforación del Tec-10

El despampe es la remoción de la vegetación existente en el área de ampliación, con el propósito de eliminar la presencia de material vegetal dentro de una área comprendida de 13,200 m², el desmonte comprende la remoción de 97 individuos de 7 especies, dentro de las cuales se encuentran *Quercus oleoides*, *Bursera simaruba*, *Acacia cornígera*, *Roystonea regia*, *Cynometra oaxacana*, *Condalia mirandana*, *Acrostichum aureum*, estas especies se encuentran distribuidas en el Sistema Ambiental, sin embargo cabe señalar que dos de las especies se encuentran enlistadas en la NOM_059- SEMARNAT-2010. Con respecto a la fauna silvestre del lugar, esta tenderá a dispersarse a otros espacios del Sistema Ambiental por el impacto generado en la vegetación y la presencia del ser humano, el ruido generado por la maquinaria y equipo, sin embargo, una vez concluidas estas, se prevé que la fauna regrese.

Se generaran un promedio de residuos 0.78 m³ /día de residuos sólidos que producirá el personal en sus diferentes etapas del proyecto, se estima emitir a la atmosfera por el uso de combustible de diesel 267.600 kg/ año de CO₂, 240 kg de NO₂ y 0.0624 kg/año de CH₄ y por el consumo de Gas Natural las emisiones a la atmosfera de gases invernadero CO₂ 3,153 .600 kg/año, NO₂ 2628 kg/año y 60.44 kg/año de CH₄.

Proceso constructivo de ampliación de la plataforma del Pozo Tec- 2 ya que esta no es suficiente para perforar el pozo horizontal, por lo que se ampliara hacia el sur del pozo TEc-2, para este efecto se realizara la remoción de vegetación en una área 0.251 HA, el desarrollo de esta actividad conlleva el retiro de 372 individuos de 7 especies principalmente de árboles de las siguientes especies *Quercus oleoides*, *Bursera simaruba*, *Acacia farnesiana*, *Ormosia monosperma*, *Roystonea regia*, *Capparris sp*, *Ficus americana*, de las cuales una especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Proceso constructivo de ampliación de la plataforma del Pozo Tec- 2 ya que esta no es suficiente para perforar el pozo horizontal, por lo que se ampliara hacia el norte del pozo Tec-2, para este efecto se realizara la remoción de vegetación en una superficie de 7000 m², el desarrollo de esta actividad conlleva el retiro de 3150 individuos de 10 especies principalmente de especies xerofilas de las siguientes especies *Acacia farnesiana*, *Acacia cornígera*, *Caliandra*, *Adelia barbineris* *Psychotria sp*, *Tabernaemontana alba*, *Eugenia capulí*, *Cococlaba uvifera*, *Capparis sp*, *Osmonea monoperma*, asi mismo cabe señalar que ninguna de las especies no se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Proceso constructivo del tendido de dos tubería del pozo Tec-2 al pozo Tec-10, sobre el derecho de paso de 10 m de ancho y 850 de longitud con el propósito de trasportar la producción de petróleo, gas y agua de la plataforma Tec- 2, para realizar esta actividad se requerirá de la remoción de la vegetación que se encuentra en ambos lado del camino por lo que se retiraran 239 individuos de las especies *Quercus oleoides*, *Acacia farnesiana*, *Acacia cornegina*, *Cocolaba uvifera*, *Eugenia Capuli*, *Cyanometra oaxacana*, *Bursera simaruba*, y *Roystonea regia*, de las cuales dos especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 46. Programa de Mejoramiento Ambiental

Etapa de preparación del sitio		Etapa de perforación y operación	Etapa de mantenimiento	Etapa de abandono del sitio
Acciones de prevención	<ol style="list-style-type: none"> Uso de materiales de alta calidad en las conexiones de electricidad y las conexiones de los pozos que extraerán gas o hidrocarburos. Dispositivos de seguridad y ahorro. Servicio de una Unidad Verificadora que certifique que las actividades están bien realizadas. 	<ol style="list-style-type: none"> Inspección del equipo Medidas de seguridad del personal y de las instalaciones Mantenimiento del equipo y vehículos para minimizar las emisiones de gases a la atmosfera. Monitoreo y cumplimiento de normatividad Aplicación de condiciones de seguridad e higiene, para los trabajadores y población cercana. Contar con las hojas de seguridad en el sitio de las sustancias químicas que se utilizaran en el proceso de perforación. Uso de equipo de protección por parte de los trabajadores. Elaboración de un plan de contingencia ambiental en ecosistemas cercanos a los pozos. 	<ol style="list-style-type: none"> Tener en un lugar visible y accesible el Programa de Mantenimiento del equipo, vehículos e instalaciones, para cumplirlo en tiempo y forma. Contar con las medidas equipos de seguridad que permitan atender de manera inmediata alguna emergencia. 	<ol style="list-style-type: none"> Contemplar el tiempo de vida útil de los pozos. Contemplar el retiro de la infraestructura y cierre – sellado de los pozos al terminar su vida útil. Monitoreo de los diferentes factores ambientales afectados, principalmente suelo y vegetación.

Acciones de Mitigación	<p>1. Evitar riegos de cualquier índole en el sitio donde se encuentran los pozos conforme a la normatividad aplicable y vigente.</p> <p>2. Dejar libres los accesos por seguridad y evitar accidentes.</p>	<p>1. Plan de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. El cual contempla la separación de los residuos sólidos con los tipos de contenedores rotulados.</p> <p>2. Contenedor especial para depositar residuos de manejo especial y peligroso.</p> <p>3. Mantenimiento oportuno del equipo, vehículos y maquinaria y monitoreo de diversos contaminantes.</p> <p>4. La adecuada operación del equipo, y maquinaria garantiza la minimización de emisiones.</p> <p>5. Consumo racional de energía, gas y agua, promoviendo una cultura ambiental.</p> <p>6. Chequeo rutinario de los pozos válvulas de cierre manual, reguladores etc.</p>	<p>1. Programa de Mantenimiento de rutina para disminuir riesgos y emisiones; lo anterior es esencial para la operación segura y confiable del equipo.</p> <p>2. Tener un calendario de monitoreo en instalaciones y en zonas cercanos.</p> <p>3. Mantener el área de operación libre de restos para evitar riesgos.</p>	<p>1. recuperación y rehabilitación del suelo donde se encuentran los pozos.</p> <p>2. Incorporación de especies vegetales que fueron retiradas en el despalme y las cuales no sobrevivieron en la compensación.</p>
-------------------------------	---	---	--	--

Acciones de compensación	<p>En lo posible evitar derrames en los diversos ecosistemas y realizar plantación de especies arbóreas importantes cercanas al sitio de los pozos.</p>	<p>1. Evitar efectos desfavorables en la población circundante y al ambiente.</p> <p>3.- Reintegrar a los suelos de las zonas aledañas el material triturado, para mejoramiento de suelo</p> <p>2. Promover cultura de protección civil, con los trabajadores y población cercana; aspectos de prevención, seguridad, y/o programas para cualquier eventualidad.</p> <p>3.- Desarrollar acciones de desarrollo de la comunidad cercana</p>		
---------------------------------	---	--	--	--

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Tabla 47. Medidas a aplicar durante las actividades del proyecto de acuerdo a rubro o materia a impactar (Aire, suelo, vegetación, fauna, agua)

Medidas a Implementar en el Proyecto		Etapas
I. Vegetación	<p>En la etapa de preparación del sitio del proyecto la remoción de vegetación se realizará manualmente y con el fin de triturar el material y reincorporarlo al suelo nuevamente.</p> <p>Las actividades de despalme se deberán efectuar de forma secuencial para reducir los riesgos de erosión.</p> <p>Trasplantar los ejemplares de palma real <i>Roystonea regia</i> y <i>Condalia mirandana</i> a efecto de garantizar su permanencia y desarrollo, ya que se encuentran en el área de proyecto.</p> <p>Durante la etapa de construcción del proyecto los árboles que obstruyan las actividades y requieran ser podados, este proceso lo harán con cuidado de no lastimar otras especies y al propio árbol o arbusto.</p>	Etapa de preparación de sitio
		Etapa de construcción
		Etapa de operación

II. Residuos	<p>Dentro del sitio, deberá contar con un espacio para el almacén y contenedores de los diferentes residuos que se generaran en el proceso de construcción de los pozo, siendo estos residuos sólidos producidos por el personal que laborara en el proyecto, residuos de manejo especial derivados de la construcción de la plataforma y residuos peligrosos generados de los fluidos de emulsión y lubricantes y combustibles los cuales deberán contar con un contenedor de derrames como medida de seguridad, estos últimos evitando que se mezclen entre sí para posteriormente canalizarlos a los sitios de disposición final a través de una empresa autorizada que haya en la localidad, con lo que se evitará la disposición de los residuos en cualquier otro sitio no autorizado para evitar afectar la fauna presente en el área del proyecto. NOM-115-SEMARNAT-2003</p>	Etapa de construcción
	<p>Se colocarán tambos de 200L con tapa, para que los trabajadores depositen los residuos sólidos que generen, debidamente separados y clasificados</p>	Etapa de construcción
	<p>Se contará con 2 sanitario portátil, para que el personal no defeque al aire libre y proteger el área de vegetación y a la fauna presente.</p>	Etapa de construcción
	<p>Los residuos generados durante el proceso de construcción de la plataforma principalmente los que se refieren a los fluidos, serán llevados para destrucción, valorización o disposición final a un tiro autorizado dentro del área de influencia del proyecto y deberá contar con su manifiesto de recolección y disposición</p>	Etapa de construcción
	<p>Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la construcción del proyecto, serán almacenados dentro del predio por no más de 5 meses -hasta obtener un volumen cuantificable- para ser posteriormente dispuestos por empresa especializada en el manejo de tales residuos conforme a lo señalado en la NOM-052-SEMARNAT-2005, la cual establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	Etapa de construcción
	<p>Se destinará un sitio para el almacenamiento temporal de los Residuos Sólidos Urbanos en contenedores cerrados que generarán los trabajadores durante el desarrollo del proyecto los cuales se deben retirar semanalmente una empresa autorizada, a fin de afectar a la fauna del sitio.</p>	Etapa de operación
IV. Ruido	<p>.Durante la etapa de operación del proyecto, se prevé se dará cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos en la Norma NOM-081-SEMARNAT-1994, los cuales son de 68dB (A) para un horario de 06:00 a 22:00 horas y de 65dB (A) de 22:00 a 06:00 horas, tanto de maquinaria pesada como de equipos para los trabajos a realizar.</p>	Etapa de construcción
		Etapa de operación

V. Aire	Durante el desarrollo de las actividades de construcción del proyecto se evitará la quema de cualquier residuo que se generen, ya que cada uno de los residuos será enviado a los sitios de disposición final correspondientes.	Etapa de construcción
	Se indicará a los operadores de los camiones transportistas del traslado de materiales y equipos utilizar lonas en buen estado para cubrir las cajas de los camiones con o sin material. A su vez se solicitará a proveedores que para su distribución al predio cubran los materiales.	Etapa de construcción
	Se realizarán riegos con agua tratada en las actividades en donde se tenga mayor presencia de partículas de polvo.	Etapa de construcción
	Cuando se entreguen materiales tales como grava, arena, agregados, la descarga serán dentro del predio en donde se evitarán caídos superiores a los 1.5m y será un vaciado lento; así mismo se contará con una barrera perimetral en el sitio.	Etapa de construcción
	Los vehículos cumplirán con verificación vehicular. Además de cumplir con las normas NOM-041-SEMARNAT-2015 , que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos; NOM-045-SEMARNAT-2006 , que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente de los escapes de este tipo de vehículo.	Etapa de construcción
	Los vehículos transportistas y proveedores permanecerán apagados durante su estancia en el predio y durante las maniobras de carga y descarga., para evitar emisiones a la atmosfera.	Etapa de construcción
	Durante la etapa de operación se prevé que se realice riego con agua pluvial en patios exteriores durante las actividades de limpieza, esto, para minimizar la emisión de polvos y partículas durante dichas actividades.	Etapa de operación
VI. Suelo	Se llevará un control del mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, con el propósito de garantizar el óptimo funcionamiento y minimizar la generación de gases y ruido.	Etapa de construcción
	Contar con un área destinada para el resguardo de sustancias químicas, pinturas y recubrimientos a utilizarse y evitar contaminar el suelo.	Etapa de construcción
VII. Agua	En el proceso de tendido y rehabilitación de caminos no se deben dejar bordos que puedan interrumpir el flujo libre de agua.	Etapa de construcción
	La empresa contratada para prestar el servicio de sanitarios portátiles deberá retirar diariamente los residuos y aguas residuales generadas, queda estrictamente prohibido verterlas al suelo o agua.	Etapa de operación
	Mantener las medidas de seguridad para evitar derrames al cuerpo de agua cercano al sitio de perforación.	Etapa de operación
en	Se habilitarán dentro del sitio del proyecto, un área para comer y almacenes	Etapa de construcción

temporales, los cuales se irán desmantelando de acuerdo a los requerimientos de la obra, canalizando los residuos generados a sitios de disposición final autorizados.	
Se indicará a los transportistas que no deberán estacionar los camiones de carga o materiales, en el sitio de la obra.	Etapa de <u>construcción</u>
Dentro del predio se ubicarán temporalmente los materiales y residuos y se delimitarán los espacios para el acopio de cada uno de ellos, colocando letreros de identificación.	Etapa de <u>construcción</u>
	Etapa de <u>construcción</u>
Se contará con un área destinada para el almacén de los gases para soldadura, misma que se habilitará en una zona segura, y con las medidas de seguridad correspondiente, tales como letrero distintivo, techado y bien ventilado.	Etapa de <u>construcción</u>
El sitio de intervención siempre debe estar bien señalado	Etapa de <u>operación</u>

Evaluación del riesgo

El principal objetivo de aplicación de las metodologías es el identificar:

- Riesgos
- Efectos: incidentes y accidentes cuando se materializan los riesgos
- Causas: orígenes o fuentes de los riesgos
- Medidas correctivas para minimizar los riesgos identificados.

Emplean diferentes herramientas lógicas y auxiliares. Algunos de ellos establecen estructura lógica secuencial, causas/riesgos/efectos que, además de identificar, sirven de base para análisis semicuantitativos o cuantitativos posteriores.

Dado que los análisis cualitativos sirven, muchas veces, como base para otros semicuantitativos o cuantitativos, es importante la calidad de los primeros.

Análisis de operabilidad HAZOP.

Este método permite analizar con mucho detalle el proceso y las actividades llevadas a cabo. Es un método ideal para situaciones de operación en continuo, altamente sistemático y exhaustivo lo que permite analizar todas las situaciones de riesgo posibles.

Un HazOp involucra un examen metódico y sistemático de los documentos de diseño que describen las instalaciones, por un grupo multidisciplinario que identifica los problemas de riesgo en el proceso que pueden causar un accidente. Las desviaciones del valor de diseño o los parámetros clave son estudiados usando palabras guía, esto supone que los valores de diseño de los flujos, temperaturas, presiones, concentraciones y otros procesos variables son inherentemente seguros y operables.

La aplicación de este método es completa, no siendo necesario combinarlo con otros, que no aportarían información adicional a la obtenida.

Esta técnica de identificación de riesgos inductiva se basa en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso, con respecto de los parámetros normales de operación. La característica principal del método es que es realizado por un grupo multidisciplinario de trabajo y que encuentra su utilidad principalmente en instalaciones

de proceso de relativa complejidad o en áreas de almacenamiento con equipos de regulación o diversidad de tipos de trasiego.

Descripción de la metodología

La metodología consiste en dividir las unidades de proceso en subsistemas que contengan una funcionalidad propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.).

Las desviaciones son establecidas de manera sistemática recurriendo a una lista de palabras guía (Ausencia, mayor, menor, más cualitativo, menos cualitativo, otro, etc.), que cualifican el tipo de desviación. Para cada desviación se reseña la siguiente información:

- La lista de las posibles causas que la provocan.
- La lista de las consecuencias factibles que se pueden producir.
- La respuesta del sistema ante la desviación estudiada.
- Acciones que se podrían tomar para evitar las causas o limitar las consecuencias.
- Comentarios: cualquier tipo de anotación para completar o aclarar alguno de los puntos anteriores.

Tabla 48. diagramas para la elaboración del Análisis HazOp.

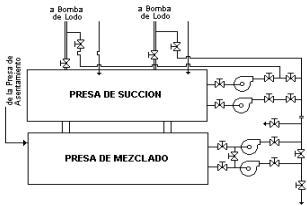
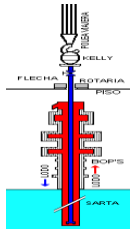
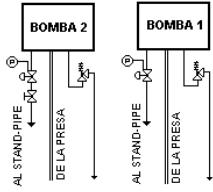
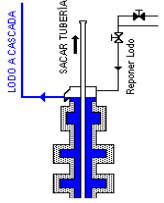
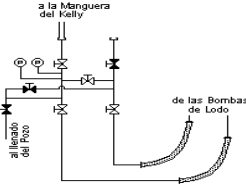
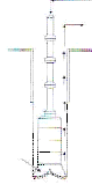
<p>1. Presas de Lodo</p> 	<p>2. sarta de perforación</p> 
<p>3. Bombas de lodos.</p> 	<p>4. línea de flote</p> 
<p>1. Línea de standpipe</p> 	<p>2. Barrena de perforación.</p> 

Tabla 49. Riesgos comunes en la perforación de pozos.

No.	Riesgo
1	Brote de crudo durante la perforación
2	Fuga de crudo por presas
3	Fuga de crudo por piso de perforación
4	Fuga de gas amargo por espacio anular
5	Explosión de TNT por mala manipulación
6	Fuga de lodo en línea de salida de presas
7	Fuga de lodo en bomba de lodo
8	Fuga de diesel por sobrellenado de tanque
9	Fuga de diesel en tubería de descarga
10	Paro de labores por falta de reactivos (en particular diesel)
11	Caída de componentes por mala operación del perforador
12	Ruptura de cable y caída de componentes

Tabla 50. Consecuencias.

Consecuencias esperadas	Descripción de las posibles consecuencias	Valor numérico
Apenas grave	Lesión tratada con primeros auxilios y/o daños materiales por un monto de 100 a 1 000 dólares.	1.0
Importante	Incapacidad temporal y/o daños materiales hasta por un monto de 1 000 a 10 000 dólares.	3.0
Seria	Incapacidad permanente parcial/ incapacidad permanente total y/o daños materiales por un monto de 10 000 a 1 000 000 de dólares.	7.0
Muy seria	Una defunción y/o daños materiales por un monto de 100 000 a 1 000 000 de dólares.	15.0
Desastre	De una a cinco defunciones y/o daños materiales por un monto de 1 000 000 a 10 000 000 dólares.	40.0
Catástrofe	Más de cinco defunciones y /o daños materiales por un monto mayor de 10 000 000 dólares.	100.0

De esta forma Tonalli, ha adoptado los siguientes criterios para el desarrollo de este análisis, a través del cual se señala que todos aquellos riesgos identificados que se encuentren en el

rango de clasificación 1-3 de su magnitud son susceptibles a un seguimiento más detallado por lo cual estos eventos serán considerados para la evaluación de sus consecuencias a través del modelo matemático de simulación PHAST 7.11, también se realizara el análisis de sus consecuencias, de tal manera que aquellos que se encuentren entre las clasificaciones 4-5 no son susceptibles a mediciones; asimismo en la matriz de Jerarquización de riesgos se señalan con colores como a continuación se indican en la tabla 51.

Tabla 51. Criterios Considerados.

Clasificación	MR	Condiciones del Riesgo	
1	Más de 400	Riesgo muy alto; por lo cual se debe considerar la interrupción de la operación.	Red
2	200 a 400	Riesgo alto, requiere corrección inmediata.	
3	70 a 199	Riesgo sustancial, necesita corrección.	Amarillo
4	20 a 69	Riesgo posible, requiere atención.	Verde
5	Menor de 20	Riesgo tolerable.	

El criterio de jerarquización de los escenarios posibles se fundamentó en la aplicación de las metodologías de identificación de riesgo, listas de verificación y la visita de campo llevada a cabo.

De esta manera dicho resultado sería la consecuencia final de una serie de eventos o sucesos que nos llevaría al riesgo sobre las personas, personal operativo o las instalaciones, un ejemplo representativo de este es el mostrado a continuación:

Por lo cual la jerarquización de los riesgos identificados se enfocó en el desarrollo de los escenarios más críticos, debido al resultado que se obtendría para el cálculo de la magnitud del riesgo, resultante de la interacción de las variables como: la probabilidad, la frecuencia de exposición y la consecuencia.

Tabla 52. Clasificación por Categorías de Consecuencias.

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [Millones USD]	Daños a la instalación [Millones USD]
6	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000
5	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de un día hasta 1 semana.	>50'000,000 a 500'000,000	>50'000,000 a 500'000,000
4	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización	Se presentan fugas y/o derrames con efecto fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000
3	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que puedan generar una incapacidad.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evaluación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [Millones USD]	Daños a la instalación [Millones USD]
2	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruido, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación	Fugas, y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan lesiones o impactos físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos	>50,000	>50,000

Referencia: Guías Operativas para realizar análisis de riesgos de procesos GO-SS-TC-0002-2015.

Una vez llevada a cabo la ponderación de los escenarios, se determina el nivel de riesgo mediante la categoría de frecuencia por las categorías de consecuencia. Con lo cual, se identifican los escenarios que poseen una mayor importancia en función del riesgo que representan

Tabla 53. Clasificación por Categorías de Frecuencias.

Categoría de frecuencia	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
F6	Muy frecuente	Puede Ocurrir una o más veces por año.
F5	Frecuente	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.
F4	Poco Frecuente	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.
F3	Raro	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro.

Referencia: Guías Operativas para realizar análisis de riesgos de procesos GO-SS-TC-0002-2015.

		Consecuencia					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Frecuencia / año	F6	C	B	A	A	A	A
	F5	C	C	B	B	A	A
	F4	D	C	C	B	B	A
	F3	D	C	C	C	B	A
	F2	D	D	C	C	C	B
	F1	D	D	D	D	C	C

En la Tabla 54 se describe cada uno de los índices de riesgo que contiene la matriz de riesgo anterior.

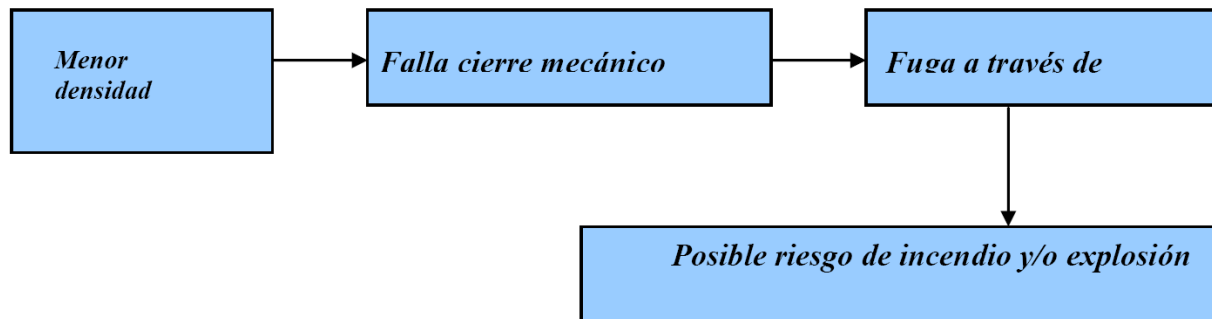
Tabla 54. Índices de Riesgo.

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
A	Riesgo No tolerable (Región Roja)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Se debe realizar una administración de riesgo temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a tipo C y en el mejor de los casos, hasta riesgo tipo "D".
B	Riesgo indeseable (Región Naranja).	El riesgo se requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a tipo "C" y en el mejor de los casos hasta riesgo tipo "D"
C	Riesgo ALARP (Tan bajo como sea razonablemente posible)	El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo tipo C representa una situación de riesgo aceptable siempre y cuando se establezcan controles permanentes. La administración de un riesgo tipo "C" deberá enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de protección. La prioridad de su atención para reducirlos a riesgos tipo D, debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para administrar los Riesgos identificados.

Tabla 54. Índices de Riesgo.

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
D	Riesgo Tolerable (Región verde)	El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo tipo D representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

Referencia: Guías operativas para realizar Análisis de Riesgo de Proceso clave GO-SS-TC-0002-2015.



Para la simulación con el programa PHAST se tomaron las consideraciones adicionales siguientes:

- El orificio formado por corrosión en las bridas, sellos de las válvulas y en las líneas analizadas es de forma regular, de un diámetro determinado. Se consideró de 1" el diámetro equivalente del orificio de fuga.
- Las características físicas y químicas de los fluidos permanecen constantes respecto al tiempo.
- Para establecer las condiciones ambientales básicas se consideró un promedio.
- Se consideró una temperatura ambiental media del área de 26,0 °C y una humedad relativa promedio de 82 %
- El software PHAST 7.11 cuenta con un modelo para determinar la velocidad de descarga y el flujo fugado, en caso de fugas por orificio, lo cual requiere alimentar inventarios grandes con el fin de mantener las condiciones de presión y temperatura constantes durante el tiempo de la fuga.

Valores Umbral

Los valores umbral constituyen aquellos niveles de las variables que ocasionan el daño (radiación térmica, sobrepresión y concentración toxica en caso de que exista alguna sustancia toxica) cuyos alcances se determinan específicamente durante la aplicación de los modelos de cálculos por los efectos que originan sobre bienes y personas potencialmente expuestas.

Las variables asociadas a los efectos físicos estudiados en el análisis de riesgo son aquellos que generan daños sobre las personas y equipos son los indicados en la Tabla VI.2-9.

Tabla 55. Variables asociadas a los efectos físicos.

Escenario	Efecto	Unidades
Explosión no confinada	Sobrepresión	Psia
Deflagración nube inflamable (UCVE)	Sobrepresión	Psia
Dardo de fuego (Jer FIRE)	Radiación térmica	Kw/m ²
Llamarada (Flash FIRE)	Radiación térmica	Kw/m ²
Incendio de charco (Pool FIRE)	Radiación térmica	Kw/m ²

Es necesario señalar que de los diversos escenarios descritos anteriormente su formación está directamente relacionada con los siguientes parámetros, diámetro del orificio de fuga, el caudal de fuga y el tiempo de duración de la misma, cuanto mayor sea la magnitud de estos mayores será la probabilidad de la aparición de eventos no deseados.

A continuación, en la tabla 56, se muestran los valores umbrales que se tomaran como referencia para dar seguimiento a las consecuencias que se puedan generar de los eventos identificados.

Tabla 56. Valores Umbrales para una Radiación Térmica

Intensidad de Radiación kW/m ²	Descripción
12,5	➤ Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición.
37,5	➤ Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

* Fuente: Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química, MAPFRE.

AICHE, Series Today.

La Tabla 57 nos muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado “Flash Fire”.

Tabla 57. Efectos del Flash Fire

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos. ➤ La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14,0 % de la población sometida a esta radiación con un 20,0% como mínimo de quemaduras importantes. ➤ En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20,0 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7,0 %; manos 5,0 % y los brazos 8,0 %). ➤ En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

* Fuente: Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química, MAPFRE.

AICHE, Series Today.

La Tabla 58, muestra los valores umbrales de referencia adoptados para una sobrepresión sobre instalaciones y sobre personal que reciba el impacto de la sobrepresión.

Tabla 58. Valores Umbrales para una Radiación Térmica

Intensidad de Radiación kW/m ²	Descripción
12,5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición.
37,5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

* Fuente: Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química, MAPFRE.

AICHE, Series Today.

La Tabla 59, nos muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado “Flash Fire”.

Tabla 59. Efectos del Flash Fire

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	➤ Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos. ➤ La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14,0 % de la población sometida a esta radiación con un 20,0% como mínimo de quemaduras importantes. ➤ En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20,0 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7,0 %; manos 5,0 % y los brazos 8,0 %). ➤ En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

* Fuente: Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química, MAPFRE. AICHE, Series Today.

La Tabla 60, muestra los valores umbrales de referencia adoptados para una sobrepresión sobre instalaciones y sobre personal que reciba el impacto de la sobrepresión.

El primer alcance delimita la zona de alto riesgo, definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.

El segundo alcance delimita la zona de amortiguamiento, redefinida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican el alto riesgo.

Para los productos tóxicos que podrían estar presentes en las instalaciones, los valores umbrales que se tomaran serán al IDLH, cabe destacar que, por su propia definición, éste corresponde a una duración de la exposición de 30 minutos.

Los accidentes considerados en las instalaciones objeto de este estudio hacen considerar los siguientes valores umbral, mostrados en la tabla 60.

Tabla 60. Valores umbral considerados para los equipos de perforación.

Efecto	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
Radiación térmica (incendio charco)	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Sobrepresión (UVCE)	1.0 lb/plg ² 68mbar	0.5 lb/plg ² 34 mbar
Llamarada nube inflamable (flash fire)	LEL	10% LEL
Toxicidad (nube tóxica)	IDLH	TLV ₈

Se considera que en caso de incendio de la nube inflamable (flash FIRE o llamarada), toda la zona dentro del LEL es zona de alto riesgo (letalidad superior al 1%). Para el gas ácido sulfhídrico el IDLH es de 100 ppm y el TLV8 es de 10 ppm.

Consecuencias del Análisis de Riesgo

Para este análisis de riesgo no se presentan resultados por toxicidad. En el Anexo I se pueden observar los reportes del simulador PHAST 7.11.

Tabla 61. Resultados de Consecuencias de Radiación Térmica

Perforaciones en Pozos de Tecolutla					
Zonas de protección	Radiación Térmica Unidades Kw/m ²		Alcance en metros (Condiciones del sitio 1.5 m/s, F)	Alcance en metros (Condiciones del sitio 4.2 m/s, D)	Alcance en metros (Condiciones del sitio 5 m/s, D)
Zona de amortiguamiento	HIP 1	1.4	217.065	220.829	220.935
	HIP 2		254.64	258.54	258.64
	HIP 3		1.15	0.81	0.75
	HIP 4		24.01	21.76	11.89
Zona de alto riesgo	HIP 1	5	87.0142	116.986	119.686
	HIP 2		105.88	137.81	140.74
	HIP 3		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
	HIP 4		17.43	15.29	14.96
Zona de fundición de conductos de plástico	HIP 1	10	No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
	HIP 2		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
	HIP 3		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
	HIP 4				
Zona de daño a equipos	HIP 1	37.5	No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
	HIP 2		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
	HIP 3		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado

Tabla 61. Resultados de Consecuencias de Radiación Térmica

Perforaciones en Pozos de Tecolutla				
Zonas de protección	Radiación Térmica Unidades Kw/m ²	Alcance en metros (Condiciones del sitio 1.5 m/s, F)	Alcance en metros (Condiciones del sitio 4.2 m/s, D)	Alcance en metros (Condiciones del sitio 5 m/s, D)
	HIP 4	11.89	10.16	9.88

Los resultados mostrados refieren al rango de radiación emitido para las condiciones de estabilidad y velocidad de los vientos reportados.

Tabla 62. Resultados de consecuencias por explosión

Perforaciones en Pozos de Tecolutla				
Condiciones del sitio		Sobrepresión (bar)		
		0.5	1.0	2.99
HIP 1	1.5 m/s, Estabilidad F	.151.61	90.37	No alcanzado
HIP 2		232.55	160.77	No alcanzado
HIP 3		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
HIP 4		39.22	24.44	No alcanzado
HIP 1	3.45 m/s, Estabilidad B	139.65	84.43	No alcanzado
HIP 2		159.03	94.05	No alcanzado
HIP 3		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
HIP 4		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
HIP 1	10.7 m/s, Estabilidad D	136.4	82.82	No alcanzado
HIP 2		155.83	92.47	No alcanzado
HIP 3		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado
HIP 4		No alcanzado	No alcanzado	No alcanzado

VI.2 Impactos Residuales

Respecto a los impactos residuales de las actividades que se realizarán en el proyecto correspondiente a la construcción de un pozo nuevo, el espacio de preparación, almacenamiento y limpieza y separación de residuos de recorte y tratamiento de lodos de fluido, ampliación de la pera del pozo Tec-2 y Tec-6, construcción del tendido de tubería para el transporte de agua y petróleo al pozo Tec-6, ampliación de caminos y construcción del cabezal, afectación de especies que aún permanecen como vestigios de selva mediana perennifolia.

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas

VII.1 Pronóstico del escenario

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

Las actividades desarrolladas por el ser humano, producen diferentes efectos al ambiente, la mayoría de las veces sin prestar atención al riesgo en los individuos que se localizan en los sitios afectados y en ocasiones llega a ver afectación a terceros.

En este sentido, se considera que la aplicación de medidas de prevención y mitigación propuestas evitarán las modificaciones en el sistema ambiental por los impactos potenciales significativos identificados

Con la finalidad de dar seguimiento a la implementación y evaluación de las medidas sugeridas, se propone realizar visitas de verificación de especialistas en la materia, antes, durante y después de la ejecución del proyecto, así como la aplicación de muestreos a fauna y flora de un programa de recuperación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la reubicación de especies ya sea en otra zona del Sistema Ambiental o en viveros autorizados.

Este programa de seguimiento permitirá interpretar el comportamiento de las modificaciones del Sistema Ambiental durante el desarrollo del proyecto de obra, lo anterior para contribuir en la toma de decisiones para la implementación de estrategias que permitan modificar los aspectos que están influyendo en el mismo.

También se debe incorporar un programa de seguimiento de términos y condicionantes que permita identificar el grado de cumplimiento del resolutivo en materia de impacto y riesgo ambiental, lo anterior con el fin de reducir significativamente los impactos potenciales del desarrollo del proyecto.

Es fundamental que la empresa cumpla eficientemente con calidad los procedimientos con la finalidad de reducir sustancialmente los eventos no deseados, cumpliendo con los estándares de calidad contemplados en el diseño conceptual de la obra, para garantizar la seguridad del

Sistema Ambiental, instalaciones realizadas y del personal que participara en el desarrollo del mismo.

Es fundamental dar seguimiento a las medidas de prevención y mitigación del proyecto en apego a la NOM-115- SEMARNAT-2003, contando para ello con una lista de verificación de las medidas consideradas antes, durante y después de haber concluido la obra.

1.-Una semana antes de iniciar y durante la obra realizar una visita para detectar las especies vulnerables y de ser el caso implementar un programa de rescate de fauna, para su reubicación, una vez concluida la obra se deberá realizar un monitoreo de las condiciones del lugar.

2.-Antes de iniciar la obra proporcionar platicas de sensibilización al personal que laborara para evitar el saqueo de fauna y flora del sitio, durante la obra realizar visitas de verificación de que haya indicios de mortandad de la vegetación que se trasplanto y mortandad de fauna.

3.- Antes de iniciar la obra se deberán colocar señalamientos donde se prohíba la caza, captura y tráfico de especies, durante y al término de del proyecto verificar las condiciones del sitio.

4.- Durante la preparación del sitio supervisar y verificar que se realice el despalme de la manera indicada y no exista saqueo de especies sujetas a protección y conservación.

VII.3 Conclusiones

Si el proyecto se realiza conforme a las medidas de seguridad, protección y verificación de que se realicen las actividades contempladas a desarrollar de acuerdo a la Normatividad aplicable, el proyecto desde el punto de vista de Impacto ambiental se considera viable y se realicen las medidas de mitigación y compensación.

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Planos definitivos

VIII.1.2 Fotografías

1. Anexo 1. Sitios de muestreo
2. Anexo 2. Especies vegetales registradas
3. Anexo 3. Organismos observados durante el muestreo

VIII.1.3 Listas de flora y fauna

1. Anexo 4. Listado potencial de vertebrados terrestres
2. Anexo 5. Listado de especies observadas

VIII.2 Otros anexos

Anexo 6. Mapa de ubicación del Proyecto (Pozo Tecolutla-10)

Anexo 7. Acta de entrega-recepción del área contractual A24, Tecolutla, relativa al contrato para la extracción de hidrocarburos número CNH-R01-L03-A24/2016

Anexo 8. Acta Constitutiva de Tonalli Energía, S.A.P.I. de C.V.

Anexo 9. Copia certificada del poder otorgado a Enrique Jorge Breton de Zamacona

Anexo 10. Plano de ubicación pozo Tec-10

Anexo 11. Plano de ubicación del pozo Tec-11 (expansión sur del Tec-2)

Anexo 12. Plano de ubicación del pozo Tec-12 (expansión norte del Tec-2)

Anexo 13. Plano Batería de recolección

Anexo 14. Programa calendarizado de trabajo

Anexo 15. Programa de perforación pozo Tec-10

Anexo 16. Programa de terminación pozo TEC-10

Anexo 17. Programa de instalación de equipo pozo Tec-10

Anexo 18. Pozo Tec-10 Batería de Pozos Múltiple

Anexo 19. Programa de instalación de Equipo Pozo Tec-10

Anexo 20. Programa Línea de Descarga

Anexo 21. Lista florística de la vegetación del sistema ambiental

Anexo 22. Lista de especies bajo protección

Anexo 23. Lista de malezas

Anexo 24. Lista de plantas con algún uso

Anexo 25. Lista de composición taxonómica de las especies de aves con distribución reportada bibliográficamente

Anexo 26. Lista de Composición taxonómica de las especies de aves registradas durante los muestreos en el AP, el SA y el AICA

Anexo 27. Lista de especies de aves registradas durante los muestreos tanto en el SA, AICA como en el AP