INFORME DETALLADO DE LA

LÍNEA BASE AMBIENTAL
CAMPO CUICHAPA PONIENTE
CONTRATO: CNH-R01-L03-A7/2015

CLÁUSULAS 3.3 INCISO D Y 13.4

CONTENIDO.

1. TÍTULO. 1
2. RESUMEN EJECUTIVO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL. 2
3. INTRODUCCIÓN. 21
3.1 Descripción del Área Contractual. 21
4. ALCANCE. 26
5. OBJETIVOS. 27
6. PERSONAL Y EQUIPO. 29
6.1 Personal que elabora la Línea Base Ambiental. 29
6.2 Equipo empleado para el desarrollo de la Línea Base Ambiental. 32
7. METODOLOGÍAS. 37
7.1 Identificación de infraestructura existente. 37
7.1.1 Infraestructura asociada a actividades petroleras. 40
7.1.1.1 Pozos petroleros e instalaciones de producción. 40
7.1.1.1.1 Condiciones físicas, operativas y presencia de contaminación de pozos e instalaciones. 40
7.1.1.2 Ductos. 41
7.1.1.3 Infraestructura de apoyo y/o asociada a pozos e instalaciones petroleras. 41
7.1.2 Infraestructura no asociada a la industria petrolera. 42
7.2 Delimitación del área de estudio. 42
7.3 Contexto regional y local. 42
7.4 Geología y geomorfología. 43
7.5 Edafología. 44
7.6 Clima y meteorología. 44
7.7 Hidrología superficial y subterránea. 46
7.8 Calidad del aire. 49
7.9 Erosión. 51
7.10 Infiltración. 66
7.11 Biota terrestre. 71
7.11.1 Flora. 71
7.11.2 Fauna. 83
7.12 Socioeconómico. 88
7.13 Áreas sensibles. 89
7.14 Paisaje. 91
7.15 Patrimonio arqueológico. 97
7.16 Registro de daños ambientales. 98

7.16.1 Identificación del daño ambiental. 98
7.16.2 Valoración del daño ambiental. 99
7.16.2.1 Determinación del índice de incidencia. 101
7.16.2.2 Determinación de la magnitud. 102
7.16.3 Descripción de los daños ambientales. 103
7.16.4 Diagnóstico ambiental. 103
7.17 Registro de daños preexistentes. 103
7.17.1 Fase I. Investigación histórica. 104
7.17.1.1 Análisis documental. 105
7.17.1.2 Recorrido para recepción de activos. 107
7.17.1.3 Imagen satelital. 108
7.17.1.4 Encuestas y/o entrevistas. 121
7.17.2 Fase II. Evaluación preliminar del sitio. 123
7.17.2.1 Recorridos de campo para verificación de sitios potencialmente contaminados. 123
7.17.2.2 Análisis de criticidad de sitios potencialmente contaminados. 125
7.17.2.3 Métodos indirectos para la detección preliminar de sitios potencialmente contaminados. 129
7.17.2.3.1 Toma de muestras. 130
7.17.2.3.2 Preparación de la muestra para su análisis con Petroflag. 131
7.17.2.3.3 Resultados de análisis Petroflag. 131
7.17.2.3.4 Interpretación de resultados sistema Petroflag. 132
7.17.2.3.5 Identificación y registro de sitios potencialmente contaminados con otro tipo de contaminantes. 133
7.17.2.3.6 Resultados de la evaluación preliminar del sitio. 134
7.17.3 Fase III. Estudio de caracterización de suelo. 136
7.17.3.1 Tipo de contaminante. 136
7.17.3.2 Plan de muestreo. 137
7.17.3.3 Metodología pruebas de campo o laboratorio. 138
7.17.3.4 Descripción de las condiciones geológicas, geo-hidrológicas e hidrológicas específicas de los sitios. 139
7.17.3.5 Resultados de las determinaciones analíticas. 140
7.17.3.6 Comparación de los resultados obtenidos versus los límites máximos permisibles establecido en la normatividad nacional. 140
7.17.3.7 Condiciones climáticas y físicas que afectan el comportamiento de los contaminantes. 141
7.17.3.8 Determinación de la distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y en los acuíferos. 142
7.17.3.9 Área y volumen del suelo. 157
7.17.3.10 Memoria fotográfica de los trabajos. 161
7.17.4 Evaluación de resultados. 162

8. RESULTADOS. 163
8.1 Descripción detallada por cada uno de los temas aplicables al proyecto. 163
8.1.1 Generalidades. 163
8.1.2 Identificación de infraestructura existente. 165
8.1.2.1 Infraestructura asociada a actividades petroleras. 168
8.1.2.1.1 Pozos petroleros. 168
8.1.2.1.2 Instalaciones de producción. 181
8.1.2.1.3 Ductos. 192
8.1.2.1.4 Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras. 198
8.1.2.2 Infraestructura no asociada a la industria petrolera. 199
8.1.2.3 Análisis e interpretación de resultados obtenidos. 202
8.1.2.3.1 Identificación de la infraestructura existente. 202
8.1.2.3.2 Pozos petroleros. 203
8.1.2.3.3 Instalaciones de producción. 204
8.1.2.3.4 Ductos. 205
8.1.2.3.5 Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras. 206
8.1.2.3.6 Infraestructura no asociada a instalaciones petroleras. 206
8.1.3 Delimitación del área de estudio. 207
8.1.4 Medio Abiótico. 207
8.1.4.1 Geología y geomorfología. 207
8.1.4.1.1 Características geomorfológicas más importantes del área de estudio. 207
8.1.4.1.2 Características del relieve. 208
8.1.4.1.3 Descripción geológica centrada en el área de estudio. 210
8.1.4.1.4 Presencia de fallas y fracturamientos en el área de estudio. 220
8.1.4.1.5 Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica. 222
8.1.4.1.6 Análisis e interpretación de resultados obtenidos. 227
8.1.4.2 Edafología. 228
8.1.4.2.1 Análisis e interpretación de resultados obtenidos. 240
8.1.4.3 Clima y meteorología. 240
8.1.4.3.1 Temperatura media. 244
8.1.4.3.2 Precipitación media mensual. 245
8.1.4.3.3 Evaporación. 248
8.1.4.3.4 Nubosidad. 248
8.1.4.3.5 Eventos extremos (Ciclones, huracanes, tormentas y depresiones tropicales, etc.). 249
8.1.4.3.6 Vientos dominantes (velocidad y dirección). 254
8.1.4.3.7 Presión atmosférica y humedad relativa. 255

8.1.4.3.8 Análisis e interpretación de resultados obtenidos. 256
8.1.4.4 Hidrología superficial y subterránea. 257
8.1.4.4.1 Hidrología superficial. 257
8.1.4.4.2 Hidrología subterránea. 270
8.1.4.5 Calidad del aire. 277
8.1.4.5.1 Generalidades. 277
8.1.4.5.2 Dispersión de contaminantes. 278
8.1.4.5.3 Fuentes de emisión de contaminación. 279
8.1.4.5.4 Sistemas de monitoreo de la calidad del aire. 281
8.1.4.6 Erosión. 283
8.1.4.6.1 Erosión hídrica del suelo. 284
8.1.4.6.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 289
8.1.4.7 Infiltración. 289
8.1.4.7.1 Recarga potencial al acuífero. 291
8.1.4.7.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 294
8.1.5 Medio Biótico. 294
8.1.5.1 Flora. 294
8.1.5.1.1 Uso de suelo y vegetación. 296
8.1.5.1.2 Distribución y abundancia de las comunidades vegetales. 299
8.1.5.1.3 Diversidad y riqueza de especies por tipo de vegetación. 310
8.1.5.1.4 Categorías de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN y CITES. 311
8.1.5.1.5 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 312
8.1.5.2 Fauna. 315
8.1.5.2.1 Identificación de fauna. 322
8.1.5.2.2 Ubicación de fauna 322
8.1.5.2.3 Distribución de fauna 325
8.1.5.2.4 Diversidad faunística. 326
8.1.5.2.5 Abundancia de fauna. 336
8.1.5.2.6 Categorías de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN y CITES. 343
8.1.5.2.7 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 345
8.1.6 Medio Socioeconómico. 347
8.1.6.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 355
8.1.7 Áreas sensibles. 355
8.1.7.1 Regiones prioritarias para la conservación. 355
8.1.7.2 Sitios ambientalmente sensibles. 371
8.1.7.3 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. 386

8.1.8 Paisaje. ... 387
8.1.8.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. ... 423
8.1.9 Patrimonio arqueológico. ... 423
8.1.9.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. ... 426
8.2 Análisis e interpretación de los resultados de los estudios realizados. ... 426
8.2.1 Hidrología superficial y subterránea. ... 426
8.2.2 Calidad del aire. ... 455
8.3 Registro y descripción de daños ambientales. ... 462
8.3.1 Identificación de interacciones obra/actividad-entorno. ... 463
8.3.2 Resumen de las interacciones (factores e impactos ambientales). ... 466
8.3.3 Valoración del daño ambiental. ... 467
8.3.3.1 Determinación del índice de incidencia. ... 467
8.3.3.2 Determinación de la magnitud. ... 475
8.3.4 Descripción de los daños ambientales. ... 475
8.3.4.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. ... 517
8.3.5 Diagnóstico ambiental. ... 519
8.4 Registro y descripción pasivos ambientales (daños preexistentes). ... 525
8.4.1 Fase I. Investigación histórica. ... 525
8.4.2 Fase II. Evaluación preliminar del sitio. ... 554
8.4.2.1 Recorridos de campo para verificación de sitios potencialmente contaminados. ... 556
8.4.2.2 Aplicación de la matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados. ... 556
8.4.2.3 Recorridos de campo para verificación de sitios potencialmente contaminados. ... 563
8.4.2.4 Métodos indirectos para la detección preliminar de sitios potencialmente contaminados. ... 567
Preparación de la muestra para su análisis con Petroflag. ... 567
Procedimiento de análisis. ... 568
8.4.2.4.1 Interpretación de resultados sistema Petroflag. ... 568
8.4.2.5 Identificación y registro de sitios potencialmente contaminados con otro tipo de contaminantes. ... 577
8.4.2.6 Resultados de la evaluación preliminar del sitio. ... 577
8.4.3 Fase III. Caracterización. ... 580
9. CONCLUSIONES. ... 584
10. REFERENCIAS. ... 597
11. APÉNDICES. ... 632
12. LISTA DE TABLAS. ... 656
13. LISTA DE FIGURAS. ... 662
14. LISTA DE FOTOGRAFÍAS. ... 667
15. LISTA DE ANEXOS. ... 671

1. TÍTULO.

LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL CAMPO CUICHAPA PONIENTE.

2. RESUMEN EJECUTIVO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL.

Servicios de Extracción Petrolera Lifting de México, S.A. de C.V. obtiene adjudicación mediante Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015 para el Área Contractual 7 Campo Cuichapa Poniente.

El Campo Cuichapa Poniente (CCP) se ubica aproximadamente a 35 kilómetros al Sureste de la ciudad de Minatitlán, Veracruz en el municipio de Moloacán; fisiográficamente se localiza en la Planicie Costera del Golfo de México, en la porción central de la Cuenca Salina del Istmo perteneciente a la Provincia Geológica de las Cuencas Terciarias del Sureste.

Cuenta con una superficie aproximada de 41.464 km^2 conforme el Anexo 1 Coordenadas y Especificaciones del Área Contractual del Contrato, No. CNH-R01-L03-A7/2015.

Dentro de las obligaciones ambientales, referidas en las cláusulas 3.3 inciso (d) y 13.4 del Contrato, se indica que el contratista deberá elaborar el estudio de la Línea Base Ambiental (LBA), de acuerdo a los requerimientos de la Agencia de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), con la finalidad de establecer las condiciones ambientales existentes en el Área Contractual, incluyendo los daños preexistentes previo al inicio de las actividades petroleras.

Grupo Bio Nature, Asesoría y Servicios, S. de R. L. de C. V. (GBN-AS) ha desarrollado el presente Estudio de Línea Base Ambiental para el CCP dando cumplimiento a lo establecido en la legislación ambiental vigente nacional, e internacional en su caso, aplicable al proyecto, lo indicado en el resolutivo ASEA/UGI/DGGEERC/0669/2016 emitido por ASEA, lo establecido en la Guía para definir la línea base ambiental previo al inicio de las actividades petroleras terrestres (GLBA), aplicando las mejores prácticas internacionales, complementado con la experiencia del personal de GBN-AS.

Para el desarrollo de cada uno de los apartados se tomaron en cuenta las metodologías propuestas para la aprobación, llevando a cabo análisis documental de diferentes fuentes oficiales, páginas web, imagen satelital adquirida para el estudio, toda la investigación y trabajo de gabinete se realizó previo a los recorridos de campo. Durante la elaboración de la LBA se desarrollaron los siguientes temas:

Identificación de infraestructura existente.

La identificación de la infraestructura existente se llevó a cabo mediante la consulta, revisión y análisis de información procedente de fuentes oficiales e interpretación

cartográfica y de imagen satelital, complementándose con los datos de campo obtenidos durante los recorridos efectuados por GBN-AS en el CCP.

Durante la identificación de la infraestructura existente en el CCP, se consideró tanto la relacionada con la actividad petrolera (pozos, instalaciones de producción, ductos e instalaciones de apoyo y/o servicios), así como también aquella referente de otras actividades industriales y de servicios no asociadas a la industria petrolera que se localizaron tanto en el ámbito regional como local de la poligonal.

Los resultados obtenidos relativos a la infraestructura existente en el CCP, bajo los conceptos de revisión y corroboración de información, así como del análisis cartográfico, se presentan a continuación.

Los recorridos de campo realizados en el CCP, del total de 263 pozos considerados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) en el Anexo 5. Inventario de Activos, se visitaron un total de 258 localizaciones, debido a que 6 pozos fueron excluidos por encontrarse duplicados en la relación de pozos (Anexo 5 CNH) y durante los recorridos de campo se localizó el pozo Cuichapa 131, el cual no se encontraba enlistado en dicho anexo y que se incluyó dentro del listado de pozos, de los cuales 121 correspondieron a pozos taponados, 100 a pozos cerrados, 18 a pozos en operación y 19 a pozos no localizados, de los cuales la mayoría no se encuentran delimitados por cercado perimetral, presentan crecimiento de maleza y el 65% cuenta con presa de terracería.

En el área territorial del CCP se encuentran 6 instalaciones de producción, 3 de ellas en operación:

- Batería de Separación Cuichapa 2
- Estación Compresoras Cuichapa
- Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa

Y tres fuera de operación

- Batería de Separación Cuichapa 1
- Batería de Separación Cuichapa 3
- Batería Acalapa

Siendo esta ultima la que presenta mayores problemas de contaminación. Las tres instalaciones en operación cuentan con cercado perimetral y caminos de acceso en buenas condiciones, pero carecen de sistema contra incendios en buen estado y cono de vientos.

Dentro del área territorial del CCP se contemplaron 533 registros de ductos (inventario_ac7_103), de los cuales se descartaron 4 (3 identificados fuera del CCP y sin interacción con éste, además de 1 ducto sin evidencia en campo de su existencia

en el CCP), quedando un total de 529 ductos. De acuerdo al estatus operativo establecido en la información de referencia, del total de 529 registros se tienen 28 ductos operativos, 8 fuera de operación temporal, 488 fuera de operación definitiva y 5 sin información.

Asimismo, con la finalidad de corroborar la existencia, localización y estatus de los ductos a nivel local identificados en gabinete, se llevaron a cabo recorridos de campo por parte de GBN-AS, durante los meses de agosto a noviembre de 2016.

De acuerdo con la información documental de referencia y la obtenida durante los recorridos de campo, se tiene que, del total de 529 ductos registrados por la CNH, se visitaron los 28 ductos con estatus de operación y los 8 en estatus de fuera de operación, así también se hizo recorrido con los operadores de la empresa Servicios de Extracción Petrolera Lifting de México, S.A. de C.V. o por las diferentes instalaciones de producción para verificar los ductos que salen y llegan a las diversas estaciones, esto con el fin de recorrer los ductos existentes en el CCP, determinando 73 ductos, de los cuales 10 corresponden a gasoductos, 2 a oleoductos, 16 a salinoductos, 22 a líneas de bombeo neumático y 23 líneas de descarga. Durante los recorridos se observó que 17 ductos ya se encuentran desmantelados, quedando 56 ductos existentes en el CCP, de los cuales 17 la CNH no tiene registro. Cabe mencionar que en el año 2011 PEMEX contrató a una compañía para retirar la tubería de los ductos fuera de operación definitiva, es por ello la diferencia de los ductos registrados por la CNH y los recorridos por GBN-AS.

En los recorridos de campo se determinó la existencia de un gasoducto extra, el cual va de la Estación de Compresoras Cuichapa a las Estaciones de Bombeo Neumático 8 y 11, pero en dichos recorridos no se logró ubicar su trayecto, debido a que no se encuentra señalado su derecho de vía (DDV) y el personal operador de las instalaciones argumentó desconocer su trayectoria, lo cual no nos permitió ubicarlo y recorrerlo. Cabe señalar que dicho ducto no se encuentra en las bases de datos, kmz o archivos dwg proporcionados por la CNH.

Se identificaron 20 instalaciones de infraestructura asociada a instalaciones petroleras, mismas que fueron verificadas durante los recorridos de campo realizados por GBN-AS; dentro de estas estructuras se tiene las siguientes: 8 trampas de diablos, 2 estaciones de bombeo neumático, 2 estaciones de inyección de agua, 4 pozos de captación de agua, 1 ex patio de tuberías y bodega de productos químicos, 1 Quemador de la estación compresoras Cuichapa, 1 Válvula de seccionamiento y una sub estación eléctrica.

Dentro de esta infraestructura, también se ubicó la unidad administrativa denominada “La Factoría Cuichapa” de Petróleos Mexicanos.

Como resultado del análisis y consulta de información de fuentes oficiales y registros de actividades económicas, se observó que dentro de la región se encuentran instaladas 40 industrias, cuyos ramos varían entre los de la industria química, petróleo

y petroquímica, alimenticia y/o de consumo humano, metalúrgica (incluyendo la siderúrgica), servicios de salud y asistencia y otros.

En este sentido en cuanto a la infraestructura no asociada a la industria petrolera, en la región se identificaron 20, la ciudad con mayor número de industrias es Coatzacoalcos con 10 industrias, el resto están distribuidas en Minatitlán, Cosoleacaque, Agua Dulce, Ixhuatlán del Sureste, Jaltipan y Nanchital.

Dentro de la infraestructura no asociada a la industria petrolera en el ámbito local, se reportan 43 instalaciones que fueron categorizadas de acuerdo a la naturaleza de las funciones, uso o servicio que proporcionan a la comunidad, tales como: administrativas, de servicios públicos, de servicios médicos, comerciales, instituciones educativas y áreas recreativas, entre otras.

De acuerdo con la relación presentada, del total de 43 instalaciones no asociadas a la industria petrolera se encuentran las siguientes: 10 instituciones educativas, 6 instalaciones administrativas, 6 instalaciones para suministro de agua, 3 instalaciones de servicios públicos, 3 instalaciones de usos diversos, 2 instalaciones de servicios médicos, 1 mercado municipal, 1 cuartel militar, 2 de suministro de combustible, 1 de comunicación, 1 suministro de energía eléctrica, 1 de transporte, 1 religiosa, 2 recreativas, 2 deportivas y 1 banco de materiales, aunque este último pertenece al Ejido San Martín y sólo una pequeña porción se encuentra en la parte SW del CCP.

Geología y geomorfología.

El sitio de estudio está ubicado dentro de la Llanura Costera Aluvial de la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, Provincia Llanura Costera del Golfo Sur; como parte de la llanura aluvial costera inundable, bien caracterizada por ser áreas adyacentes a corrientes de agua, en las cuales se deposita material no consolidado de sedimentos transportados por dichas corrientes; y como parte de los sistemas de Lomeríos del Oeste que se expresan morfológicamente en pequeños montículos y planicies en el CCP.

El CCP pertenece a la Cuenca Salina del Istmo, donde se reconoce la presencia de 7 formaciones geológicas, siendo las subyacentes la de Paraje Solo y Cedral, que dan evidencia de su presencia con conglomerados, areniscas y lutitas, todas estas rocas son de tipo sedimentario. La parte norte del CCP se encuentra distribuida sobre la formación Paraje Solo (areniscas – lutitas) y la sur por la formación Cedral (areniscas – conglomerados).

Asimismo, se localiza dentro la provincia Salina del Istmo perteneciente a las Cuencas del Sureste, por su origen asociado a la carga de sedimentos y evacuación de sal. Esta provincia petrolera que incluye una porción terrestre y otra marina, es la más prolífica en aceite y gas en el país.

El riesgo por sismo en la zona es de probabilidad media, siendo el evento más cercano a Cuichapa un sismo registrado el 13 de mayo de 2001 dentro del municipio de Moloacán con una magnitud de 1.3 en la escala Richter. La presencia de fallas o fracturamientos, así como de zona de vulcanismo se localiza alejada del CCP, concentrándose hacia el noroeste en la zona de los Tuxtlas y hacia el sur dentro del estado de Chiapas.

Por otro lado, se deben tener en consideración riesgos por deslizamientos, ya que, aunque la mayor parte del CCP tiene riesgo bajo, las abundantes lluvias que caen en temporada, causan deterioro en la composición de lomeríos de formación sedimentaria (areniscas, lutitas y conglomerados), provocando inestabilidad en laderas, sobre todo en la parte norte y central de nuestra área de estudio, clasificados como riesgo alto.

La abundante lluvia provoca, además, riesgo por inundación pluvial y fluvial en el área de estudio, generando encharcamientos de agua e inundaciones, sobre todo, en terrenos aledaños a los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata.

Edafología.

El CCP está dominado por suelos arcillosos y de textura media, a excepción de las zonas inundables que poseen una textura fina.

En más de la mitad de su superficie se presentan Cambisoles, en cuyas arcillas se intercalan acumulaciones de carbonato de calcio, fierro o manganeso. Abarca gran parte del área central del campo.

El 27.81% de la superficie presenta suelos de tipo Luvisol, cuyas arcillas tienen coloración roja o amarillenta e incluso tonalidades pardas, tienen buen rendimiento para la actividad ganadera y están localizados en la parte norte y sur del CCP.

Los Gleysoles se presentan en las áreas contiguas a los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, son pantanosos debido a los serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación, acumulan salitre y se les puede observar en coloraciones grises, azulosos o verdosos.

El suelo de tipo Acrisol se presenta en una mínima parte del CCP en su esquina sureste, son suelos ácidos típicos de las zonas tropicales o lluviosas, de coloración roja o amarilla, buen rendimiento en la actividad agropecuaria

Clima y meteorología.

En el estado de Veracruz existe una amplia variedad de climas, esto se debe a la diferencia de altitud de las regiones en la que se encuentra comprendido, misma que va desde el nivel del mar hasta la máxima altura del país, siendo esta la del volcán Pico de Orizaba con una altitud de 5,610 msnm.

La temperatura media anual estatal suele ser de 23 °C, mientras que la temperatura máxima promedio se presenta en los meses de abril con 32 °C y la mínima promedio es de 13 °C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media es de 1 500 mm, las lluvias se presentan en verano durante los meses de junio a octubre; en la región sur del estado de Veracruz colindante a Tabasco se presentan todo el año (INEGI).

La región se localiza en la zona de dominio de los vientos alisios del noreste, los cuales tienen su origen en el borde sur de la celda Bermuda-Azores que al atravesar el océano recogen humedad y llegan a chocar con la Sierra Madre Oriental provocando abundantes lluvias. En esta región existen dos tipos de masas de aire que se alteran en el dominio de la zona, a veces llegan en forma de tormenta; el aire tropical en el semestre centrado al verano y las masas polares centradas al periodo de invierno. En estas etapas de transición suele dominar el borde poniente del anticiclón de las Bermudas, cuya presión barométrica alta impide la formación de nubes y propicia los cielos despejados (Florescano, E. & Ortiz E., 2010).

Siendo que el CCP se caracteriza por un clima cálido húmedo, el análisis de las estaciones más cercanas, permitió conocer que las condiciones climáticas que presenta la región han permanecido constantes, en donde se observa que los meses más calurosos son mayo y junio, mientras que el más notorio en cuanto a su descenso en temperaturas es enero. Los vientos que favorecen a la zona provienen del noreste con variaciones del noroeste. Asimismo, el área es influenciada por tormentas tropicales y huracanes que afectan, principalmente, el lugar por las precipitaciones que acaecen en la zona, en septiembre y octubre. Prever las condiciones y eventos climáticos del sitio permite una mejor planeación y programación de las actividades diarias dentro del campo.

Hidrología superficial y subterránea.

Por sus características hidrológicas y en función de los límites de cuencas hidrológicas establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en la costa veracruzana se delimitan cuatro regiones hidrológicas: Pánuco, Norte de Veracruz o Tuxpan-Nautla, Papaloapan y Coatzacoalcos (D. Pereyra Díaz 2008), por lo que esta región es una de las zonas mejor dotadas de recursos hidrológicos del país. Hacia la costa el sistema culmina con la formación de las mayores lagunas del Golfo de México como la Laguna del Carmen, Laguna Pajonal y Laguna Machona.

El CCP se ubica dentro de la Región Hidrológica RH29 Coatzacoalcos, y pertenece a la cuenca río Coatzacoalcos, subcuenca río Uxpanapa. Dentro del área de estudio se localizaron el río Francia, y los arroyos Tacalaxmacayas, Nexmegata y Mosta, estos dos últimos identificados como cuerpos receptores de aguas residuales generadas en la localidad de Villa Cuichapa.

Un problema constante se presenta en la temporada de lluvias con la formación de encharcamientos e inundaciones generadas por saturación pluvial en las zonas bajas, además, el desbordamiento de los arroyos provoca problemas en algunos caminos de

acceso a las principales localidades y zonas cercanas a infraestructura petrolera. Las zonas detectadas con problemas de encharcamiento y/o inundación se localizan en las márgenes de los arroyos Tacalaxmacayas, Nexmegata y Mosta.

Para evaluar la calidad del agua dentro del CCP se llevaron a cabo toma de muestras, los resultados, mostraron un gran problema de contaminación por coliformes fecales y coliformes totales, los cuales excedieron el límite máximo permisible en 8 de los 9 puntos muestreados. Todas las muestras presentaron además cierta característica de turbiedad la cual resta transparencia y genera opacidad al agua. La presencia de detergentes y el bajo contenido de oxígeno disuelto en los arroyos Mosta y Nexmegata confirman el grado de contaminación causado por las descargas de aguas residuales en estas corrientes de agua. Por el contrario, en el CCP no se presentaron problemas de contaminación generada por el uso de plaguicidas o herbicidas, ya que la principal actividad realizada en la zona es de tipo ganadera.

El CCP se localiza dentro del acuífero costera de Coatzacoalcos, cuyo uso principal es el abastecimiento de agua potable en la zona. Las concentraciones de los pozos de extracción de agua en el CCP se localizan principalmente en la localidad de Villa Cuichapa. La profundidad del nivel estático varía dependiendo de las características del terreno y, aunque, de acuerdo a los registros de CONAGUA, esta puede ir desde 1 m hasta 80 m, durante los recorridos de campo se pudo observar la poca profundidad en la que se encuentra el nivel estático. Pese a que actualmente el acuífero no se encuentra sobre explotado, este problema se ha presentado con anterioridad en la región, por lo que no se descarta la posibilidad de reincidir en un futuro.

Los resultados de los análisis para evaluar la calidad del agua subterránea arrojaron un alto grado de contaminación por coliformes fecales y totales, microorganismos que deben estar ausentes en el agua para consumo humano. La presencia de estos microorganismos sugiere una fuente muy importante de contaminación, por lo que, factores identificados como la pendiente del terreno y la cercanía de los pozos de extracción a fosas sépticas y letrinas se consideran como los principales causantes del deterioro en la calidad del agua subterránea.

Es importante hacer notar que el grave problema de contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas se debe, principalmente, a las actividades antropogénicas que se realizan en la región, descartándose por el momento un impacto negativo causado por actividades petroleras realizadas en la zona de estudio.

Calidad del aire.

El transporte y la dispersión de los contaminantes en el aire se encuentran influenciados por diferentes factores como eventos meteorológicos, fuentes de emisión y características geográficas. En una escala global las variaciones del clima influyen sobre el movimiento de los contaminantes, mientras que a nivel local los principales factores del transporte y dispersión son el viento y la estabilidad atmosférica.

La velocidad del viento puede afectar en gran medida la concentración de contaminantes en un área, mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes (Inche, Jorge L, 2004).

Los vientos dominantes en la región comprendida entre Coatzacoalcos y Minatitlán provienen del noreste con variantes del noroeste, aumentando su velocidad en época de invierno, y cambiando de dirección de abril a septiembre, con vientos dominantes que provienen del este y sureste.

Debido a su localización geográfica, cercanía y dirección de los vientos, el CCP podría estar influenciado por los contaminantes generados en las zonas industriales localizadas en Coatzacoalcos y Minatitlán, ya que los contaminantes emitidos en esas zonas pueden ser transportados por la acción de los vientos hasta la zona de estudio.

La calidad del aire en el CCP es satisfactoria de acuerdo a los resultados de los monitoreos realizados en los 5 puntos de interés, ya que los parámetros se encontraron dentro de los límites establecidos en las normas de salud aplicables. Los sitios seleccionados correspondieron a instalaciones de infraestructura petrolera como la Batería de Separación, la Estación de Compresoras incluyendo el área del quemador, la Planta de Inyección de Agua Congénita, y como fuente de emisión antropogénica, el basurero municipal. Los parámetros analizados correspondieron a los establecidos en la GLBA, aun y cuando en el caso de las PST la norma en materia de salud se encuentra ya derogada. Con respecto a SO_2, CO, NO_2, y O_3, todos registraron valores muy por debajo de lo establecido en la legislación ambiental mexicana en materia de salud.

Cabe mencionar que no todos los parámetros analizados cuentan con una norma mexicana que establezca las concentraciones permisibles en el aire para evitar un daño a la salud; como lo es el caso de los hidrocarburos totales del petróleo, y los hidrocarburos policíclicos aromáticos, por lo que, para contar con una referencia en cuanto a los límites de exposición de estos contaminantes se recurrió a lo establecido en agencias internacionales como la ATSDR y OSHA. Los resultados obtenidos de los 5 puntos de monitoreo no rebasaron los límites de exposición en cuanto a estos contaminantes, por el contrario, los hidrocarburos policíclicos aromáticos registraron el mínimo valor detectable por el equipo de laboratorio, confirmando la escasa presencia de estos contaminantes en el área de estudio.

Las bajas concentraciones de los compuestos analizados indican que en el CCP no se tienen problemas relacionados con una mala calidad del aire que pudiera afectar o poner en peligro la salud de la población, infiriendo que la inmisión de contaminantes en la atmósfera, generada por las instalaciones referidas, es rápidamente dispersada y diluida en la zona, ya que se ve favorecida por la presencia de vientos dominantes procedentes del noreste y noroeste.

Erosión hídrica.

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua. Por acción de éstas se puede deformar el terreno y originar cavernas y cárcavas (SEMARNAT, 2013).

Los principales agentes causantes de la erosión hídrica son la energía cinética de las precipitaciones y el agua que circula por la superficie, que con una cierta velocidad crítica desprende y pone en movimiento a las partículas del suelo.

La evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre elaborada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Colegio de Posgraduados (2003), es el estudio más reciente de degradación de suelos en México, y el que se ha realizado con mayor nivel de resolución. En él se consideraron cuatro procesos de degradación: la erosión hídrica y eólica y la degradación física y química.

La degradación de los suelos por erosión hídrica es uno de los procesos más importantes en la pérdida de la capacidad productiva de la tierra. En la estimación de este proceso degradativo (perdida de suelo), se han desarrollado y diseñado una serie de procedimientos y modelos

Un modelo paramétrico que pretende interpretar los mecanismos erosivos por causas y efectos, de mayor aceptación y más amplia aplicación es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). La incorporación de los sistemas de información geográfica (SIG) a este tipo de estudios permite con técnicas modernas un mejor análisis y representación de la información georreferenciada.

En el presente trabajo se estimaron las tasas de erosión hídrica actual y potencial del CCP, ubicada en el municipio de Moloacán, Veracruz, México, utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), modelo matemático de tipo paramétrico.

Cada factor de la ecuación EUPS que determinan la erosión hídrica se obtuvo en formato raster. Una vez obtenido todas las capas raster de la ecuación EUPS se procedió a calcular la erosión potencial y actual. Los valores que se obtuvieron de erosión se clasificaron de acuerdo al cuadro valores de erosión hídrica e intervalos de clases propuestas por Wischmeier y Smith.

La pérdida actual de suelo se distribuye de la siguiente manera: 67.77% de la superficie total del CCP se encuentra dentro de la categoría de incipiente (inferior a 5 ton/ha/año), 29.65% tiene una pérdida de 10 a 50 ton/ha/año, el 2.02% presenta una pérdida de 5 a 10 ton/ha/año. El 0.55% y el 0.01% presentan pérdidas que van de 50 a 200 ton/ha/año y superior a 200 ton/ha/año, respectivamente.

La pérdida potencial de suelo se distribuye de la siguiente manera: 70.65% de la superficie total del CCP se encuentra dentro de la categoría de muy severa (>200

ton/ha/año), el 17.89% tiene una pérdida de 10-50 ton/ha/año y el 11.46% de <5 ton/ha/año.

Infiltración.

La recarga de un acuífero proviene de diferentes fuentes, principalmente por precipitación como recarga vertical y en forma horizontal debido al flujo horizontal subterráneo (Peña & Arcos 2004). La recarga vertical puede ser natural o inducida, la primera es generalmente debida a una parte que logra infiltrarse de la precipitación total que se presenta en el área donde se localiza el acuífero, y la inducida es debida a acciones humanas directas e indirectas como el riego agrícola, sistemas de distribución de agua potable y drenaje, presas, diques, bordos, etc. (Peña & Arcos 2004; Cruz-Falcón 2007). En este trabajo, se considera solamente la recarga potencial debida a la infiltración de agua producto de las lluvias.

Un sistema de cualquier cuenca hidrológica puede ser descrito mediante un balance en el que se consideran entradas y salidas. Para la elaboración del presente estudio se consideró como única entrada la recarga vertical por lluvias, y como salidas se tomaron en cuenta la evapotranspiración (Et) y los escurrimientos (Es). Por lo consiguiente para calcular la infiltración o recarga se utilizó la ecuación de balance en su forma reducida (Castany 1971).

$$I = P - Et - Es$$

Dentro del contexto regional el CCP forma parte del acuífero costera de Coatzacoalcos (3012), el área del acuífero cubre aproximadamente una superficie de 12,213.59 km^2 y se ubica en el extremo sureste de Veracruz. La recarga media anual que recibe el acuífero está cuantificada en 172.2 millones de metros cúbicos anuales (D.O.F., 2016).

En el presente trabajo se estimó la recarga potencial por lluvias en una superficie de 4,151.32 ha (área del CCP), ubicada en el municipio de Moloacán, Veracruz, México, mediante la ecuación general de balance hidrológico en su forma reducida (Castany 1971) y utilizando herramientas de SIG.

Cada componente del balance que determina la precipitación que infiltra, se obtuvo en formato raster, estimando las áreas ocupadas por cada uno de los componentes naturales. Una vez generado todas las capas raster o modelos se procedió a calcular la recarga anual al acuífero.

A partir de los valores infiltración se estimó la recarga total al acuífero en el CCP de 6,818,149.00 m^3. El 70.363% de la superficie total presenta una recarga anual de 1,500 m^3/ha/año, aportando una recarga total anual de 4,381,500.00 m^3. Las zonas con mayor recarga anual ocupan 12.303% y 2.810% de la superficie total, con valores de 4,200 y 2,500 m^3/ha/año, respectivamente.

Flora.

El área de estudio forma parte de la Provincia Costa del Golfo de México, la cual corresponde a la región Caribea y al reino Neotropical. La región Caribea corresponde en general a áreas con clima cálido y húmedo a semihúmedo, que en conjunto constituyen la "tierra caliente". Presenta una flora variada y rica, sobre todo en especies arbóreas y arbustivas, que son las que dominan en la mayor parte de su territorio. Entre otras, las siguientes familias tienen en México su distribución restringida a esta región: *Connaraceae, Hippocrateaceae, Julianiaceae, Lacistemaceae, Myristicaceae, Trigoniaceae, Vochysiaceae* (Rzedowski, 2006).

La flora reportada para las comunidades vegetales primarias y secundarias del CCP está integrado por un total de 158 plantas vasculares, las cuales se encuentran agrupadas en 55 familias, siendo las más representativas las familias Fabaceae (28), Malvaceae (11) y Moraceae (10).

El área de estudio se ubica en la región Olmeca donde las actividades agropecuarias han cubierto la región, impactando fuertemente la superficie de vegetación natural. El sistema productivo dominante es la ganadería de bovinos, que se practica de forma extensiva. Con respecto a la actividad agrícola de la región, se distribuye en los cultivos de maíz, frijol, arroz, chile verde, sandía, sorgo, jitomate y tabaco, aunque también existen cultivos perennes, principalmente café, hule, limón, mango, naranja y papaya. La vegetación conservada de la región se remite a la selva alta de la zona de Los Tuxtlas y Uxpanapa. Estos sitios han disminuido fuertemente su superficie debido a la actividad ganadera, sin embargo, aún persisten entre las selvas más extensas de Veracruz. (Ellis y Martínez, 2010).

La flora reportada para las comunidades vegetales del CCP está integrado por un total de 158 plantas vasculares. Las especies están agrupadas en 55 familias, de las cuales las que presentan mayor número de especies en la mayoría de los casos, son Fabaceae (28), Malvaceae (11), Moraceae (10), Apocynaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, y Rubiaceae (6). En el anexo "Listado florístico" se presenta una relación de especies vegetales para el área de estudio, la cual aparece ordenada por familia; el listado proviene de las especies colectadas en campo producto de los muestreos de vegetación, así como de las observadas durante los recorridos de campo y de la revisión bibliográfica.

Es evidente la inobjetable transformación, no sólo paisajística sino la reducción acelerada de los fragmentos y relictos de selvas producto de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria principalmente, asentamientos humanos y en general la expansión de nuevos usos del suelo dentro y fuera del CCP. Así, las comunidades vegetales primarias se han reducido a relictos aislados generando una alarmante preocupación para las especies que ahí albergan.

De manera general los usos de suelo del CCP y, por extrapolación, de la región en la que se ubica el campo son: pastizal, el cual registro el 72.53% (3,010.80 ha) de la

superficie total, las manchas urbanas ocupan una superficie de 199.54 ha (4.81%), las plantaciones forestales de árbol del hule (*Hevea brasiliensis*) 63.34 ha (1.52%), las instalaciones petroleras 53.44 ha (1.129%), las vías de comunicación 38.21 ha (0.92%). De la misma forma se identificaron presas de desechos que en su momento se ocuparon para el desarrollo de las actividades petroleras de la región, ocupando una superficie de 21.23 ha (0.51%). Los cuerpos de agua ocupan 4.01 ha (0.10%), las instalaciones industriales 1.63 ha (0.04%) y las áreas sin vegetación aparente 1.19 ha (0.03%). Por otra parte, en el área de estudio se distribuyen remanentes de selva alta perennifolia y selva alta perennifolia con vegetación secundaria, ocupando una superficie 106.71 ha (2.57%) y 452.49 ha (10.90%), respectivamente. De la misma forma se identificó la presencia de vegetación secundaria de selva con 165.02 ha (3.97%). La vegetación de galería en 28.86 ha y el popal en 4.85 ha, estos últimos ocupan una superficie que representa un porcentaje de solo 0.81% con respecto del total.

La selva alta perennifolia con vegetación secundaria es la comunidad vegetal con mayor superficie de distribución y de acuerdo al análisis de diversidad, el estrato arbóreo de dicha comunidad vegetal ocupa la mayor riqueza de especies siendo esta de 27 y el mayor índice de diversidad de 3.159 nats.

En el presente estudio se reportan nueve especies con categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como la palmilla (*Zamia loddigesii*), el bari o leche amarilla (*Calophyllum brasiliense*), conacaste (*Enterolobium schomburgkii*), especies con Categoría de Amenazada y el palo de collar (*Ormosia isthmensis*), con categoría de Peligro de Extinción, todas registradas en las unidades o sitios de muestreo. De igual forma, durante los recorridos de campo, se pudieron identificar el urucusillo (*Sloanea terniflora*) y el cedro (*Cedrela odorata*), especies que se encuentran en la categoría de Sujeta a Protección Especial. Por otra parte, mediante la revisión bibliográfica, se identificaron tres especies con categoría de riesgo y su distribución potencial abarca el CCP, tal es el caso del gateado (*Astronium graveolens*) y el palo de zopo (*Guatteria anomala*), ambas con Categoría de Amenazada y el tinco (*Vatairea lundellii*), especie con categoría de Peligro de Extinción.

Fauna.

Desde una perspectiva biogeográfica y sintética, en México se reconocen 3 componentes bióticos principales; el componente Neártico (región Neártica) que incluye las áreas áridas subtropicales del norte del país; el componente Transicional (Zona de Transición Mexicana) de las áreas básicamente montañosas del centro del país; y, por último, el componente Neotropical (región Neotropical) que incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del sur de México (Morrone, 2005).

Con base en la regionalización biogeográfica de México establecida por la Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), el CCP se encuentra en la región Neotropical, específicamente dentro de la Provincia del Golfo de México, la cual se ubica en la costa del Golfo de México, en el este de México,

Belice y el norte de Guatemala, cuya fauna regional tiene distribución amplia en las selvas perennifolias.

Según los antecedentes bibliográficos consultados, la región bajo estudio cuenta con 1,016 registros de especies faunísticas representativas, reunidas en 4 grupos de vertebrados: mamíferos, aves, reptiles y anfibios. En orden de representatividad se encuentra el grupo de las aves con 635 especies reconocidas, seguida de los mamíferos con 194, los reptiles con 133 y por último los anfibios con 54.

Con la finalidad de identificar la fauna exclusivamente presente en la superficie del CCP y determinar su distribución, se ubicaron sitios de muestreo dentro del polígono, en los que se aplicaron métodos directos e indirectos, registrando y geo referenciando la observación de ejemplares.

A nivel local, conforme a la aplicación de métodos directos e indirectos de observación en campo, dentro del polígono del CCP se identificaron un total de 484 individuos pertenecientes a 77 especies, agrupados en 4 clases; el mejor representado es el grupo de las aves con 413 individuos de 52 especies, seguido por los mamíferos, con 38 ejemplares pertenecientes a 10 especies; en lo que respecta a los reptiles, se observaron 24 individuos de 10 especies; por último, únicamente con 9 individuos avistados, de 5 especies, se encuentra el grupo de los anfibios.

La distribución, abundancia y, por lo tanto, la diversidad de especies en el CCP, se encuentran intrínsecamente asociadas a los componentes agua y vegetación, pues al analizar los “mapas de distribución local de especies faunísticas”, resultados de los muestreos en campo, se observó que la distribución de la fauna es relativamente dispersa y uniforme.

El cruce de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata dentro del polígono del campo, crean ambientes propicios para las aves distintivas de zonas bajas inundables y de vegetación de galería. Asimismo, dentro de las comunidades vegetales primarias y secundarias, definidas como selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal y vegetación secundaria de selva se pueden observar especies características de la zona.

Referente a especies bajo alguna categoría de conservación, de las 1,016 especies registradas a nivel regional se tiene que, 324 de ellas se encuentran bajo alguna categoría de conservación, mientras que, de la fauna local identificada, 22 de las 77 especies reportadas se encuentran sujetas bajo alguna categoría de conservación, siendo éstas, 1 anfibio, 5 reptiles, 13 aves y 3 mamíferos.

Entre la fauna local se distinguen 14 especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2 en Peligro de extinción, 5 Amenazadas y 7 bajo Protección Especial); 2 catalogadas como casi amenazadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) que a su vez se encuentran normadas en México; y, por

último, 14 incluidas en los Apéndices de Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), considerándose 1 en el Apéndice I, 11 en el Apéndice II y 2 en el Apéndice III, 8 de las cuales no son reguladas en México.

Socioeconómico.

Aun cuando la cabecera municipal de Moloacán sea otra localidad, Cuichapa (o Villa Cuichapa) es la que cuenta con la mayor concentración de población en el municipio. Esta localidad está integrada en nuestra área de estudio, junto con otras 25, de las que sobresalen además de Cuichapa: San Lorenzo Mezcalapa, Acalapa Tres y Parcela Industrial de las Viudas, sumando un total de 8,113 habitantes.

Esta concentración de personas obliga a la satisfacción de las necesidades básicas de salud y bienestar de la población, por lo que se ha convertido en centro proveedor de servicios educativos (cuenta desde preescolar hasta bachillerato), de salud a través de clínicas públicas y privadas, de abastecimiento y servicios como hoteles, restaurantes, comercios y mercados, además de los servicios públicos municipales (agua, luz, drenaje).

Estos esfuerzos no han sido suficientes pues existe un amplio margen de la población que no cuenta con electricidad (12.2% de las viviendas), o que no poseen agua en su vivienda (11.4%). El equipamiento también es insuficiente pues muy pocas viviendas tienen computadora, internet, radio, teléfono, televisor, refrigerador, lavadora o automóvil propio.

El progreso de Cuichapa se relaciona a la actividad petrolera desarrollada en la zona, misma que ha crecido junto con la actividad agropecuaria, que ha generado en la zona una tasa de desempleo del 1.4%.

Áreas sensibles.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas (CONANP, 2014).

De acuerdo a las fuentes consultadas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, el portal Sitios de Patrimonio Natural y Cultural de Veracruz (SINACVER) y la Red Nacional de Sistemas Estatales de Áreas Naturales Protegidas, se observó que en el área del CCP no se encuentran las ANP de competencia federal, estatal y municipal.

Dentro del campo se presentan áreas sensibles definidas por cuatro componentes ambientales. El componente geomorfológico permitió observar que dentro del polígono

ocurren deslizamientos de laderas, siendo que las zonas con mayor susceptibilidad a deslizamientos se encuentran cercanas hacia el área más urbanizada donde es evidente el severo desprendimiento del suelo y otras donde no son perceptibles dentro de la misma ya que se encuentran asentamientos humanos. El componente edafológico del campo brindó información relevante en cuanto a que algunos tipos de suelo son desfavorables para la realización de actividades como lo es el Gleysol por su pobre drenaje, y algunos otros son mejores para la construcción de ductos como lo son el Acrisol y Luvisol. El componente hidrológico presenta una alta sensibilidad ocasionada por inundaciones que se concentra en los márgenes de los arroyos, así como las zonas bajas dentro del CCP, siendo la principal causa el drenaje deficiente que se presenta por el tipo de suelo. La sensibilidad en la vegetación es alta en especies primarias que no han sido perturbadas; sin embargo, la mayor parte del campo es un área considerada de baja sensibilidad por concentrar grandes espacios agropecuarios.

Paisaje.

Una visión integral del CCP, permite observar un área de estudio que está asentada en llanura aluviales y lomeríos menores, de la época del mioceno, con suelos de areniscas y conglomerados. La topografía irregular con elevaciones que no superan los 180 msnm y pocas pendientes mayores de 45°, presenta en estos puntos riesgo por inestabilidad de laderas sobre todo en época de lluvias, lo que puede modificar las condiciones del paisaje de un mes a otro.

De clima cálido húmedo y una precipitación de 2000 mm, enmarcan tonalidades de verdes intensos, sobre todo, en los meses más lluviosos de septiembre y octubre.

Con árboles de gran altura y de hoja perennifolia, reductos de selva alta perennifolia, dentro del CCP se encuentra una especie catalogada como Amenazada y se halla con frecuencia dentro del área y se conoce como palmilla (*Zamia loddigesii*). Los suelos de Gleysol en las zonas pantanosas son cubiertos por herbáceas, popal, platanillos y algunos pastos. Las zonas inundables corresponden a los lechos de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, cuyas márgenes crean ambientes propicios para las aves que se alimentan de la vegetación de galería.

Siendo esta la visión integral del CCP, se procedió a la subdivisión por cuencas paisajísticas para su mejor análisis, considerando los parteaguas topográficos con los que se conformaron 5 unidades paisajísticas (UP), las cuales fueron calificadas de manera integral mediante los métodos indirecto y directo. La aplicación de ambos métodos genero un análisis imparcial, corroborando la información de las fuentes oficiales y restando el sesgo de observaciones subjetivas. Dichos métodos arrojaron las siguientes valoraciones.

La UP1 obtuvo una valoración de 26, es decir “BAJO” estéticamente no posee rasgos que denoten belleza singular notoria, aun cuando a las márgenes del arroyo Tacalaxmacayas se presente vegetación de galería y se conserve en sus zonas altas

vegetación de selva alta perennifolia (en donde se puede encontrar *Zamia*), ambientalmente se trata de una zona impactada (17.8% de instalaciones petroleras), socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes (residen aquí 69 personas) y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

La UP2 obtuvo una valoración "MEDIA", ya que posee rasgos que expresan belleza como el lugar donde nace el arroyo Nexmegata, esta impactada por el 28.8% de las instalaciones petroleras, es una zona con variedad de vegetación que aun cuando posee cierto grado de impacto, se puede encontrar flora (*Zamia*) con categoría de protección, no posee elementos sobresalientes para sus 77 habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

La UP3 obtuvo una calificación "BAJA", ya que no posee rasgos atractivos, pues aun cuando le atraviesa el arroyo Nexmegata, sus aguas ya están deterioradas. Se trata de una zona impactada (36.8% de las instalaciones se encuentran asentadas en esta unidad), pues a pesar de la existencia de una plantación forestal, los pastizales han ido desplazando la selva alta perennifolia y el popal. El hecho de que en la localidad de La Hulera se localice un matrimonio que habla una lengua autóctona de otro estado, no genera cambios sustantivos en la calificación pues para sus 262 habitantes no existen rasgos que sean notorios. Territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

La UP4 obtuvo una valoración de "BAJO", siendo la más impactada por la actividad humana, ya que corresponde al asentamiento de Villa Cuichapa, localidad que se ha formado por las necesidades de la actividad petrolera desarrollada en la zona, concentrando aquí los servicios públicos y privados de educación, médicos y de consumo para sus 7,697 habitantes, por lo que ambientalmente se trata de una zona muy impactada por la actividad antropogénica, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

De las 5 unidades paisajísticas, la UP5 es la de mayor puntaje, aun cuando se ha valorado como "MEDIA". Presenta algunos rasgos que revelan atractivo visual en su topografía, ofrece variedad de vegetación, aunque con cierto grado de impacto, en su área hay espacios dedicados al cultivo forestal. Socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus escasos 8 habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

En conclusión, las zonas mejor conservadas se localizan al sureste del CCP, presentando una topografía de suaves lomeríos, por lo que no es muy atractiva para los asentamientos poblacionales, para las actividades agropecuarias y permitiendo una mejor conservación de su vegetación nativa, por tanto, es hábitat para un mayor número de especies de fauna.

Patrimonio arqueológico.

La red de zonas arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), señala que en el estado de Veracruz se ubican diez zonas arqueológicas; siendo estas, Castillo de Teayo, Cempoala, Cuajilote, Cuyuxquihui, El Tajín, Las Higueras, Quiahuiztlán, San Lorenzo Tenochtitlán, Tres Zapotes y Vega de la Peña; de las cuales ninguna de ellas se localiza dentro del CCP o en los municipios aledaños, aunque el municipio de Moloacán se encuentra inmerso en la zona nuclear de la civilización olmeca, considerándose el sur de Veracruz como una región olmeca. (INAH, 2016).

Dentro del área de estudio no se presentan sitios arqueológicos catalogados por el INAH; sin embargo, en años recientes en el municipio de Moloacán y municipios aledaños a este, se han descubierto vestigios arqueológicos que se encuentran siendo investigados por el INAH, por lo que no se descartan hallazgos de objetos prehispánicos dentro del CCP.

Daños ambientales.

Al valorar los daños ambientales en términos de incidencia y magnitud, se identificaron 73 interacciones negativas entre acciones de 10 obras/actividades y 7 componentes que caracterizan al entorno del CCP; 31 correspondieron a impactos relevantes, 19 a moderadamente relevantes y 23 a no relevantes.

Los relevantes, generalmente definidos por sus efectos directos, acumulables, de manifestación a corto plazo, permanentes, irreversibles, irrecuperables y/o con modo de acción continuo sobre los componentes (al incluir el factor tiempo), se encontraron en el suelo, el agua, y, en mayor concentración, sobre la flora y la fauna. Las acciones derivan sobre todo de la ganadería, de las obras petroleras (destacando las instalaciones de producción), de la mina de arena sílica, de los asentamientos humanos, manejo de residuos y manejo de aguas residuales.

Entre los impactos relevantes se puede mencionar la erosión del suelo provocada por la mina de arena sílica al removerlo del sitio y al determinarse la pérdida de suelo en su polígono de grado “severa”; la actividad potencialmente impactante en la calidad del suelo es la petrolera al detectarse contaminación por hidrocarburo producto de fugas y derrames en algunos pozos, instalaciones de producción y ductos; la calidad del agua superficial y subterránea es afectada por la ganadería, asentamientos humanos, manejo de residuos y manejo de aguas residuales, esto con base en los análisis realizados en los que se encontraron altas concentraciones de coliformes fecales, coliformes totales, detergentes y baja concetración de oxígeno disuelto; por último, al afectar algunos de los factores del componente flora se impacta también, de forma indirecta, a la fauna en un grado relevante.

Por su persistencia temporal, con posibilidad de que el factor retorne a sus condiciones iniciales en un corto o mediano plazo, de recuperación fácil o media, pudiendo ser de

acción discontinua e irregular, fueron identificados los impactos moderadamente relevantes en la *cantidad de suelos* y en los componentes flora y fauna), provocados principalmente por la agricultura y los pozos con su infraestructura de apoyo.

Los impactos no relevantes con efectos temporales, reversibles, de fácil o media recuperabilidad y de modo de acción continua o discontinua, de periodicidad regular o intermitente en el tiempo, provienen mayormente de la plantación de *Hevea brasiliensis* y de los ductos, ubicados sobre todo en la flora y la fauna.

De la valoración cualitativa y cuantitativa de los daños, así como de la frecuencia en que son afectados los factores, es posible determinar que las actividades generadoras del mayor número de impactos relevantes en el área de estudio derivan sobre todo de la ganadería, de la mina de arena sílica y de los asentamientos humanos, destacando también las instalaciones de producción del sector petrolero; concentrados principalmente sobre la flora y la fauna.

Los temas anteriores permitieron establecer el diagnóstico de las condiciones ambientales presentes en el área del CCP, incluyendo la determinación de daños preexistentes e identificación, descripción y valoración de daños ambientales; mediante la caracterización o descripción en los ámbitos demográfico, económico y ambiental.

Daños preexistentes.

La metodología de daños preexistentes buscó identificar cualquier afectación al ambiente derivada de la presencia de hidrocarburos u otro tipo de contaminante, sustancias o residuos peligrosos dispuestos en el suelo o cuerpos de agua, que represente un riesgo para el medio ambiente y la población.

Los resultados de la investigación histórica y de los métodos indirectos nos proporcionaron aproximaciones de los SPC existentes dentro del CCP, sin embargo, estos de ninguna manera se consideran concluyentes, debido a las condiciones que se presentaron durante el desarrollo del estudio de la LBA.

Reiteramos que ningún resultado, mediante método indirecto, es concluyente para la LBA del CCP, ya que como hemos mencionado anteriormente para que un SPC se considere un sitio contaminado se debe determinar mediante la toma de muestras y aplicación de los métodos analíticos llevados a cabo por un laboratorio acreditado ante la EMA en cumplimiento de las normativas correspondientes.

No obstante, las limitantes ampliamente mencionadas, como resultado final de los métodos anteriormente descritos fueron confirmados, por investigación histórica y métodos indirectos, 166 sitios con potencial contaminación. De estos sitios se estableció un plan de caracterización inmediato considerando los 55 que dieron un

resultado positivo para el análisis Petroflag fuera de los límites establecidos, aclarando que no se descartan para su caracterización los 111 sitios restantes.

Por otro lado, tomando como referencia antecedente de antiguas prácticas en las actividades petroleras, en las que se excavaba un sitio o varios aledaños a los pozos en proceso de perforación, para ser utilizado como presa de desecho y disponer en estas los lodos residuales de perforación. Entrevistas realizadas a los lugareños confirmaron este antecedente indicando que, en su momento, se cubrían los residuos en estas presas con tierra limpia, de tal forma que actualmente muchas de estas son utilizadas como abrevadero para el ganado. Los resultados obtenidos en algunas presas de desecho que se identificaron durante los recorridos confirman este antecedente. En este sentido, fueron identificadas 60 presas, que, por su localización, se infiere que en su momento fueron utilizadas para disposición de desechos de perforación, por lo que deben ser consideradas también como sitios con potencial contaminación.

El total de sitios identificados con presencia de hidrocarburo u otro contaminante en suelo dentro del CCP, fue de 226.

Es importante enfatizar que no existen métodos infalibles para la detección de daños preexistentes de origen petrolero o no petrolero, ya que las metodologías más actualizadas solo señalaron los sitios que pudieron ser detectados físicamente y que por lo reducido de los tiempos de realización del estudio, no permiten una revisión más exhaustiva.

Siempre existirá la posibilidad de que los derrames de hidrocarburos, generados en el pasado, se encuentren totalmente cubiertos por suelo alóctono, vegetación, asentamientos humanos u otros factores similares que pueden estar en este momento ocultos y que hacen materialmente imposible su identificación o localización bajo cualquier método que no sea netamente el invasivo o el conocimiento de su existencia en un punto dado. Resulta entonces obvio señalar que, realizar la tarea de revisar palmo a palmo la totalidad del CCP mediante métodos invasivos no solo es absurdamente costoso sino ambientalmente inviable y podría implicar un mayor daño ambiental que el que presuntamente exista a la fecha.

3. INTRODUCCIÓN.

El 12 de mayo de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Convocatoria No. CNH-R01-C03/2015 para la licitación pública internacional de un Contrato para la Extracción bajo la Modalidad de Licencia, para 25 áreas contractuales, dentro de las cuales se encontraba el Campo Cuichapa Poniente.

La empresa Servicios de Extracción Petrolera Lifting de México, S.A. de C.V. participo en dicha licitación, resultando adjudicada el 24 de diciembre de 2015, mediante Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015 para el Área Contractual 7 Campo Cuichapa Poniente.

3.1 Descripción del Área Contractual.

De acuerdo a lo señalado en el Resumen Ejecutivo AR-0437 preparado por la CNH, el CCP se ubica aproximadamente a 35 kilómetros al Sureste de la ciudad de Minatitlán, Veracruz en el municipio de Moloacán; fisiográficamente se localiza en la Planicie Costera del Golfo de México, en la porción central de la Cuenca Salina del Istmo perteneciente a la Provincia Geológica de las Cuencas Terciarias del Sureste.

Asimismo, el Resumen indica en el punto *viii. Condiciones socio-ambientales, que el CCP se encuentra ambientalmente autorizado dentro del resolutivo S.G.P.A. DGIRA/DG/2288/07 para el Proyecto, "Desarrollo de Actividades Petroleras del Proyecto Ogarrio Magallanes", (DAPPOM), para la construcción de obras de toda la cadena de valor con vigencia de 2007 a 2026*, al momento de la firma del contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015.

Existe una modificación al resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DG/0151/09 de fecha 15 de enero de 2009, en el cual se identificaron, caracterizaron y delimitaron los humedales que se encuentran dentro de la unidad hidrológica asociada a las comunidades de manglar, siendo las superficies que integran a esta unidad hidrológica restringidas a toda obra o actividad del proyecto.

El Proyecto DAPPOM, fue autorizado en materia de impacto y riesgo ambiental a favor de Pemex Exploración y Producción con el objetivo de explorar y explotar los yacimientos de hidrocarburos que pudieran encontrarse dentro de la zona de estudio la cual comprende un área de aproximadamente 645,593.31 ha, que abarca los Municipios de Huimanguillo y Cárdenas, en el estado de Tabasco y los Municipios de Las Chonas, Agua Dulce, Coatzacoalcos, Ixhuatlán y Moloacán, en el estado de Veracruz.

En este sentido el CCP se encuentra inmerso dentro del polígono del Proyecto DAPPOM con una superficie aproximada de 41.464 km^2 conforme el Anexo 1 Coordenadas y Especificaciones del Área Contractual del Contrato, No. CNH-R01-

L03-A7/2015 en el cual refieren las coordenadas geográficas que a continuación se presentan.

Tabla 1. Coordenadas para el Área Contractual 7 Campo Cuichapa Poniente. Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015.

Área Contractual	Campo / Polígono	Vértice	Longitud	Latitud
7	Cuichapa Poniente	1	-94° 16' 30"	17° 58' 00"
		2	-94° 15' 00"	17° 58' 00"
		3	-94° 15' 00"	17° 56' 30"
		4	-94° 15' 30"	17° 56' 30"
		5	-94° 15' 30"	17° 55' 30"
		6	-94° 16' 00"	17° 55' 30"
		7	-94° 16' 00"	17° 54' 00"
		8	-94° 17' 30"	17° 54' 00"
		9	-94° 17' 30"	17° 54' 30"
		10	-94° 18' 00"	17° 54' 30"
		11	-94° 18' 00"	17° 55' 00"
		12	-94° 18' 30"	17° 55' 00"
		13	-94° 18' 30"	17° 55' 30"
		14	-94° 19' 00"	17° 55' 30"
		15	-94° 19' 00"	17° 56' 00"
		16	-94° 18' 30"	17° 56' 00"
		17	-94° 18' 30"	17° 58' 00"
		18	-94° 18' 00"	17° 58' 00"
		19	-94° 18' 00"	17° 58' 30"
		20	-94° 17' 30"	17° 58' 30"
		21	-94° 17' 30"	17° 59' 00"
		22	-94° 16' 30"	17° 59' 00"

Se hace mención que la superficie total a referir en adelante para el CCP será de 4,151.32 ha (41.513 km^2) conforme se justifica en el Apartado 8.1.3 Delimitación del área de estudio.

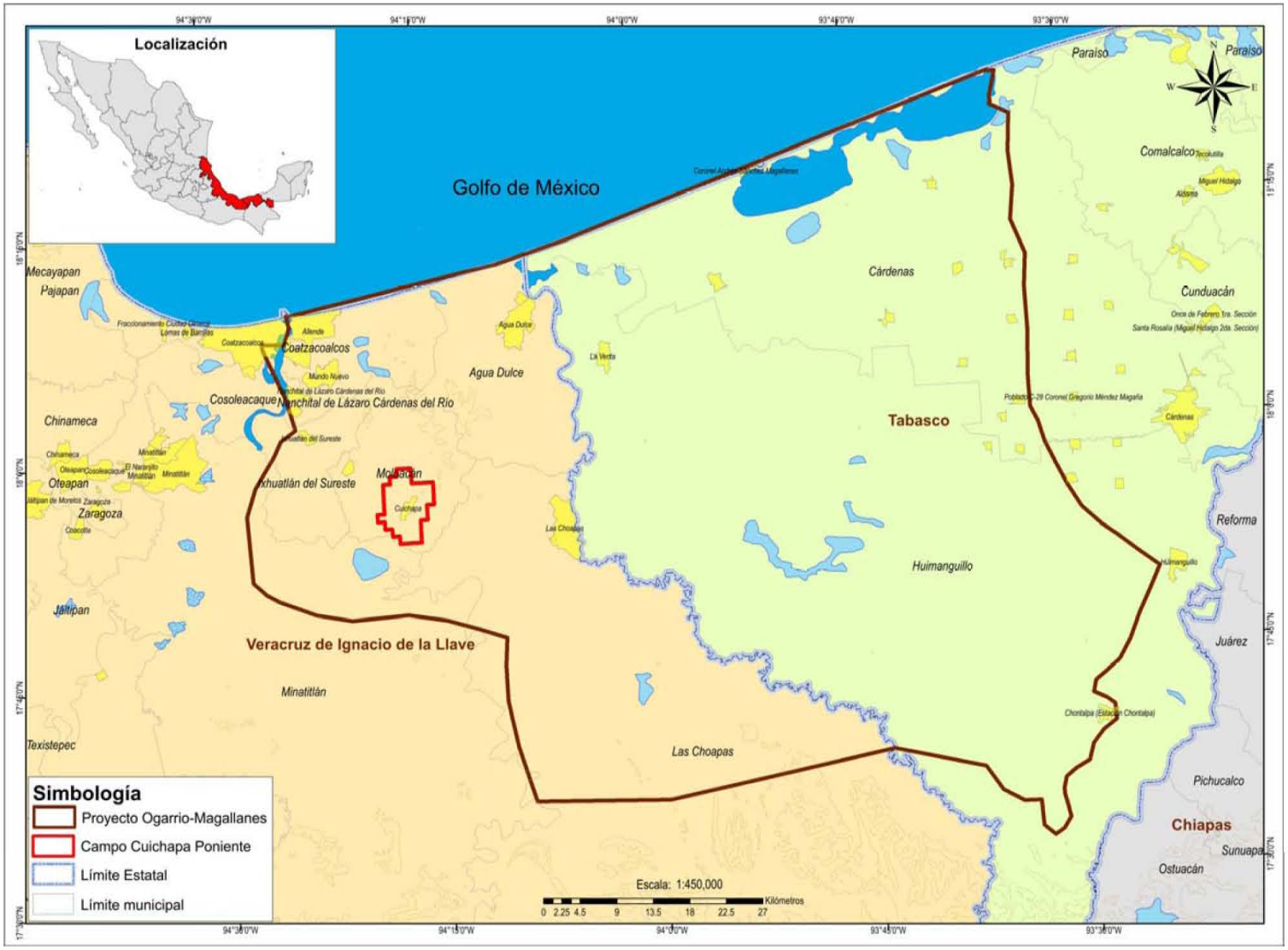


Figura 1. Delimitación del Campo Cuichapa Poniente en el Proyecto Ogarrio – Magallanes.

Ambientalmente refiere el resumen, que la situación actual del CCP es un escenario alterado debido a la sustitución de la vegetación original por actividades productivas antropogénicas, llevadas a cabo durante los últimos años.

Predomina la vegetación secundaria de pastizales y cultivos agrícolas para autoconsumo. La actividad productiva predominante en la zona es de tipo pecuario, razón por la cual el suelo presenta, en forma generalizada, cierto grado de degradación físico-biótica, existiendo pocas comunidades representativas de la flora y fauna nativa, debido principalmente al desplazamiento y destrucción de hábitat naturales en el pasado reciente, provocado por las diversas actividades del hombre.

3.2 Obligaciones ambientales en la etapa de transición de arranque.

Como parte de las obligaciones ambientales, referidas en las cláusulas 3.3 inciso (d) y 13.4 del Contrato, se indica que el contratista deberá elaborar el estudio de la LBA, de acuerdo a los requerimientos de la ASEA, con la finalidad de establecer las condiciones ambientales existentes en el Área Contractual, incluyendo los daños preexistentes previo al inicio de las actividades petroleras.

El contrato en mención establece cláusulas a las que el contratista debe dar cumplimiento previo al inicio de las actividades petroleras, por lo que a manera de resumen en el Apéndice 1 se enuncian algunas definiciones establecidas en la Cláusula 1, asimismo se enlistan otras disposiciones de importancia para comprender el alcance del presente estudio.

Apéndice 1. Definiciones y cláusulas del Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015 para el Área Contractual 7 Campo Cuichapa Poniente.

En este orden de ideas la ASEA establece los requerimientos para la elaboración de la Línea Base Ambiental en la *"Guía para definir la línea base ambiental, previo al inicio de las actividades petroleras terrestres (GLBA)"*.

Previo a la elaboración del informe de la LBA y como parte de los requerimientos de la Agencia, la contratista ingresó el día 23 de mayo "Propuesta de realización de la LBA para el contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015 CCP elaborada por GBN-AS.

Con oficio No. ASEA/UGI/DGGEERC/0669/2016 la Agencia resuelve dar por aceptada la "Propuesta de realización de la Línea Base Ambiental, para dar cumplimiento a las cláusulas 3.3 (d) y 13.4, asimismo manifiesta que la contratista, a través de la empresa GBN-AS, debe observar los requisitos y actividades referentes a la LBA para determinar las condiciones en las que se encuentra el CCP con respecto a las variables ambientales y el registro de daños preexistentes, conforme al numeral 1 de la GLBA.

Por todo lo anterior, la empresa Grupo Bio Nature, Asesoría y Servicios, S. de R.L. de C.V., fue contratada por el Regulado, para llevar a cabo los estudios correspondientes que permitan determinar las condiciones actuales que prevalecen en el CCP, partiendo de las directrices establecidas por la ASEA, tomando como referencia la guía establecida por la propia dependencia, para lo cual se aplicaron las mejores técnicas por el equipo multidisciplinario de profesionistas de la empresa, con experiencia en cada una de sus especialidades, en apego a las normas y regulaciones ambientales mexicanas y, en algunos casos la concordancia de las mismas con normativas internacionales aplicables al proyecto, para lo cual, de inicio, se analizaron múltiples documentos oficiales, técnicos y científicos, que permitieron al personal tener una aproximación "a priori" de las características específicas, tanto bióticas como abióticas del sitio donde se ubica el CCP, con lo que se estructuró el plan de acción que incluyó actividades de gabinete y trabajos de campo, que incluyeron múltiples recorridos en las distintas áreas del polígono que establece el contrato entre la CNH y el regulado, donde se obtuvieron datos de los componentes ambientales y sociales, mismos que, a través de la metodología aplicada, condujeron a obtener la información que se presenta en este documento, incluyendo los aspectos de mayor relevancia e interés para las partes, como la identificación de sitios con presencia de contaminantes y condiciones de criticidad con requerimientos de atención en el mediano y largo plazo.

4. ALCANCE.

El presente documento, se integró con el propósito de definir la Línea Base Ambiental que establece el contrato para la extracción de hidrocarburos bajo la modalidad compartida entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y los contratistas de la Tercera Convocatoria, Licitación CNH-R01-L03/2015, tendiente a determinar las condiciones en las que se encuentra el Campo Cuichapa Poniente con respecto a las variables ambientales del área de interés y el registro de los daños preexistentes, de acuerdo a la Guía de Línea Base Ambiental establecida por ASEA.

5. OBJETIVOS.

Objetivo General:

Establecer el diagnóstico de las condiciones ambientales presentes en el área del CCP, incluyendo la determinación de daños preexistentes e identificación, descripción y valoración de daños ambientales; mediante la caracterización o descripción en los ámbitos demográfico, económico y ambiental.

Objetivos Específicos:

- Identificar la infraestructura existente en el CCP, recopilar la información relacionada con la actividad petrolera (pozos, instalaciones, ductos y servicios de apoyo), así como también aquella referente de otras actividades industriales que se localizaron dentro de la poligonal delimitada para el CCP.
- Realizar la descripción geológica y geomorfológica del polígono, definiendo las geoformas del área.
- Describir la caracterización de al menos 11 condiciones meteorológicas con información de estaciones cercanas y/o dentro del área de estudio.
- Identificación y descripción de los embalses y cuerpos de aguas, así como de los pozos de abastecimiento existentes en el CCP.
- Evaluar la calidad del agua de cuerpos receptores superficiales mediante laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).
- Evaluar la calidad del agua subterránea mediante laboratorios acreditados por la EMA.
- Determinar la calidad del aire en cuanto a la presencia de gases atmosféricos contaminantes, relacionado fuentes de emisión y patrones de dispersión mediante laboratorios acreditados por la EMA.
- Determinar la erosión del CCP para conocer la cantidad de pérdida de suelo, expresada en toneladas por hectárea/año.
- Determinar la infiltración del CCP para conocer la cantidad de agua infiltrada para recarga de acuíferos, expresada en volumen en m^3 por hectárea/año.
- Determinar las áreas sensibles donde se pueda generar contingencias sobre la población, sus bienes y/o el ambiente.
- Describir y analizar la biota:
    - Identificar y describir la ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies faunísticas del área con su representación gráfica, enfatizando aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.
    - Describir la ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora, enfatizando aquellas que se encuentren en alguna categoría de conservación, definiendo además las unidades de vegetación del CCP.

- Determinar la categoría de valoración de paisaje, utilizando 4 elementos para evaluar 14 cualidades y expresarla cartográficamente de acuerdo a la calificación de baja, media y alta.
- Determinar los sitios con un valor arqueológico dentro del CCP y de las áreas cercanas al mismo; describiendo los recursos culturales con valor patrimonial relevante a monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico e histórico.
- Determinar el efecto sobre los ecosistemas para identificar la existencia o no de daños preexistentes.
- Describir el diagnóstico general sobre la escala (local, regional) afectada por los daños preexistentes y determinar si el deterioro del CCP se puede atribuir a las actividades históricas relacionadas con el sector hidrocarburo.
- Identificar el daño ambiental utilizando los factores de seis componentes ambientales (Edafología, Geomorfología, Hidrología Superficial, Hidrología Subterránea, Vegetación y Fauna), valorar el daño ambiental en términos de magnitud e incidencia de la alteración, para categorizar la significancia de los impactos ambientales evaluados.
- Establecer un diagnóstico ambiental del CCP, determinando el estado que guardan los ecosistemas y los servicios ambientales presentes, considerando de manera integral la evaluación los objetivos anteriores.

Eliminados nombres por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

6. PERSONAL Y EQUIPO.

6.1 Personal que elabora la Línea Base Ambiental.

Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma
Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma
Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma

Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma

Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma

Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma

Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma

Participante	Participante
[redacted]	
Firma	Firma

6.2 Equipo empleado para el desarrollo de la Línea Base Ambiental.

Tabla 2. Equipo empleado para el desarrollo de la Línea Base Ambiental del Campo Cuichapa Poniente.

Cantidad	Descripción	Número de serie
5	Cámara digital Canon HD Powershot ELPH 135. - Sensor de Imagen: CCD, 1/2.3", Aprox. 16.6 Megapixeles. - Procesador de Imagen DIGIC 4+ - Distancia Focal 5.0 mm (W) - 40.0 mm (T) ángulo de visión equivalente al del lente de 28-224 mm en formato de 35 mm. - Zoom óptico 8x Digital 4x, Combinado 32x. - Batería recargable de ion de Litio NB-11L.	722060001074 722060002504 902063034361 902063037701 902063037676
5	GPSMAP Garmin 64S. - Pantalla de 2,6" con 65.000 colores que puede leerse a la luz del sol. - Mapa base mundial con relieve sombreado. - Antena GPS y GLONASS con antena Quadrifilar Helix de alta sensibilidad para una recepción inmejorable. - 4 GB de memoria interna y ampliable con tarjeta Micro SD. - Gran autonomía, funciona a batería y a pilas AA. - 250.000 cachés preinstalados para geocaching. - Altímetro barométrico y brújula de tres ejes. - Conectividad mediante Bluetooth y ANT+.	3BP064999 3BP055602 3BP055605 3BP061058 3BP061059
1	Multifuncional Xerox WorkCentre 7120. - Velocidad de Copia/Impresión: Color: hasta 20 ppm. Negro: hasta 20 ppm. - Funciones estándar: Copia, Escaneo en red, Impresión, Escaneado para correo electrónico/carpeta. - Ciclo de operación: Hasta 50,000 imágenes/mes. - Capacidad máxima de papel: 1,090 hojas - Tamaño de papel: Bandeja (Bandeja de derivación): Tamaños personalizados: 89 x 98 mm to 297 x 432 mm. Bandeja 1: Tamaños personalizados: 140 x 182 mm to 297 x 432 mm. Bandeja 2: Tamaños personalizados: 140 x 182 mm to 297 x 432 mm.	XMK295519E
1	Impresora Xerox WorkCentre 6505. - Velocidad de Copia/Impresión: Color: hasta 23 ppm. Negro: hasta 23 ppm. - Funciones estándar: Copia, Escaneo en red, Impresión, Escaneado para correo electrónico/carpeta.	YTB127990
1	Impresora Xerox WorkCentre 3220DN. - Velocidad de Copia/Impresión: Negro: hasta 20 ppm. - Funciones estándar: Copia, Escaneo en red, Impresión, Escaneado para correo electrónico/carpeta.	UAK009776
11	Laptop Lenovo IdeaPad G480. - Procesador Intel Core i3-3110M (2.4 GHz) 3era Generación. - Memoria de 4 GB DDR3. - Disco Duro de 1 TB. - Pantalla LED de 14". - Video Intel HD Graphics 4000. - DVD±R/RW. - Red 802.11b/g/n	WB10471391 WB10471001 CB27130622 CB29230200 CB29232484 CB29321552 CB27130622 WB14686173 WB14686452 WB14686551 WB14686214

Cantidad	Descripción	Número de serie
2	Laptop Dell Inspiron 15-3521. - Procesador Intel 4ta Generación Core i3-4005U Dual-Core 1.7GHz CPU - Memoria 4 GB DDR3. - Disco duro 500GB. - DVD±RW. - Video Intel HD Graphics 4400 - Red Dell Wireless 1704 - Pantalla LED 15.6"	FCN5QX1 - 33417301573 78F5QX1 - 15747741253
1	Impresora HP DesignJet T1100. - Tamaño de papel 60 centímetros - Calidad de impresión: Hasta 2400 x 1200 dpi optimizado de 1200 x 1200 dpi de entrada con máximo detalle seleccionado. - Disco duro de almacenamiento: 40 GB. - Memoria: 256 MB	MYT551C041
2	Unidad Mitsubishi L-200 año 2014. - Transmisión manual 5 velocidades. - Motor a gasolina 4 cilindros. - Capacidad de carga: 1,065 kg. - Cabina: doble. - Seguridad: Roll Bar. - Monitoreo: GPS.	MMBMG45H0FD004936 MMBMG45H5FD000395
2	Cámara trampa Bushnell 119836C. - Resolución de fotografía 14 M píxeles. - Velocidad de disparo de 0,2 segundos - LED visión nocturna 36. - Grabación de video hasta de 1920 x 1080 HD. - Memoria interna: 32 MB. - Grabación de fecha y hora. - Fase de la luna. - GPS en cada imagen. - Ranura de expansión SD de hasta 32GB. - Alimentación: 4 pilas de litio AA.	B160102253 B160102256
1	Tableta Getac F110G2 para Georadar Quantum Imager Q4-300 - Pantalla: + 10.1" HD con visibilidad en luz natural. + Táctil múltiple de diez puntos con digitalizador (en Toughpad), + TFT LCD HD 10" (1366 x 68) 800 NITs. + LumiBond® 2.0 con pantalla LED con visibilidad en luz natural y tecnología táctil múltiple (en Getac). - Interfaz y expansión: Puertos USB 3.0, HDMI y Ethernet. Inalámbrico: Wi-Fi, Bluetooth ®.	RF739F0637
1	Georadar Quantum Imager Q4-300 - Computadora que controla el radar: Getac F110. - Pantalla: + 10.1" HD con visibilidad en luz natural. + Táctil múltiple de diez puntos con digitalizador (en Toughpad), + TFT LCD HD 11.6" (1366 x 68) 800 NITs. + LumiBond® 2.0 con pantalla LED con visibilidad en luz natural y tecnología táctil múltiple (en Getac). - Interfaz y expansión: Puertos USB 3.0, HDMI y Ethernet. - Inalámbrico: Wi-Fi, Bluetooth ®. - Modos de exploración: + Modos de disparo: Intervalo de ejecución, intervalo cronometrado, codificador de eje, PGS manual + Velocidad de muestreo máxima: 550-000.000 muestras por segundo + Ganancia: Hardware de 45 dB, software de 90 dB, ganancia plana de software de 60 dB.	425384

Cantidad	Descripción	Número de serie
	- Especificaciones ambientales: + Temperatura: -11 a 50°C + Seals: IP67 - Especificaciones de dirección electrónica: + Intervalo de muestreo: 10 ps – 6,4 ns. + Intervalo de ajuste de rango de tiempo: 10 ps. + Frecuencia de repetición de los impulsos Ajustable de 0.1 a 4 MHz. + Muestras por traza: Ajustable de 2 a 8192. + Ancho de banda efectivo (típ.): >4 GHz. + Apilado: Automático. - Transmisor: Frecuencia triple de banda ancha ultra escalonada.	
1	Analizador de hidrocarburos Dexsil para PetroFLAG - Análisis: Hidrocarburos de petróleo. - Matriz: Suelo - Método de detección: Desarrollo turbidimétrico. - Rango de medición: 10-10,000 ppm (rango lineal de analito dependiente. - Temperatura de operación: 4°C a 45 °C. - Precisión: Analito dependiente. Desde el límite mínimo de detección (MDL) de alcance máximo Lineal (MLR) +-10%+5 ppm. De alcance máximo lineal a rango máximo cuantificable (MQR) +-20%. - Monitor: 4 dígitos de ½" siete segmentos. - Alimentación:	3609
1	Balanza portátil Ohauns HH 120D para PetroFLAG - Capacidad de legibilidad: 0 a 60g x 0,1 g. 60 a 120g x 0,2g. - Linealidad: 0 a 60g: ± 0,1g 60 a 120g: ± 0,2g. - Unidad de pesada: g. - Rango de cero: Hasta capacidad de sustracción. - Calibración: Calibración externa. - Tiempo de estabilización: 3 segundos - Sobrecarga máxima: 150% de capacidad. - Indicación de sobrecarga: [E]. - Indicación de carga insuficiente: Valor negativo. - Desconexión automática: 5 minutos sin actividad. - Temperatura de operación óptima: 18° a 25°C. - Alimentación: 2 pilas alcalinas AAA.	---
1	Resistivímetro digital Geometer MPX-400 PONTI Electronics. - Corriente de salida: pulsante - Potencia máxima: 400 Watts. - Alimentación: 12 VCC - Compensación automática de potencial espontáneo. - <u>Transmisor:</u> + Corrientes de salida: intensidad constante con los siguientes valores: 8, 32, 64, 120, 240, 500 mA. + Máxima tensión de salida: ± 500V. + Potencia máxima disponible: 400W. + Frecuencia de la corriente pulsante: 2Hz. + Lapso de funcionamiento del transmisor por punto medido: 15 a 20 seg. + Precisión de los valores de escala de intensidad: 1%. + Características eléctricas de los pulsos de salida: onda rectangular, amplitud variable dependiendo la resistividad del terreno. + Rango de operación de temperatura ambiente: entre 0°C a 50°C. - <u>Receptor:</u> + Opera con resistividad. + Alimentación: batería de gel interna de 12VCC a Amph.	---

Cantidad	Descripción	Número de serie
	+ Visualización de datos: en milivoltajes, sobre un indicador de cristal líquido con 12.7 mm de altura. + Amplificador de entrada de señales de instrumentación: muy bajo nivel de ruido, con alto rechazo común. + Impedancia de entrada: 10 Mohm. + Protecciones de entrada: filtro de señal, protección de sobretensión. + Escalas de lectura: seleccionables para los siguientes valores: x 1.0, x 0.1, x 0.01 y 0.001. + Resolución máxima: 1 micro volt en la mayor ganancia. + Precisión de la lectura en las distancias escalas: 1%. + Rango de temperatura ambiente para la operación segura: 0°C a 50°C. + Visualización de los puntos totalizados: 3 ½ dígitos LCD. + Máxima cuenta acumulada: 1.999 Voltios. + Control de mandos: Tiempo totalizado entre 15 a 20 segundos.	
4	Electrodos de cobre (o revestidos en cobre) para M y N.	---
4	Electrodos de acero inoxidable para A y B.	---
2	Carreteles de cable para potencial (M y N) con pinzas.	---
2	Carretales de cable para corriente (A y B).	---
1	Batería de 12 VCC 65 Amph o mayor.	---
4	Pinzas con conector para estacas de corriente.	---
1	Estación total Ruide RTS-822A - Rango de Medición: 2.0 KM, 5.0 KM - Precisión de la medición de la distancia: +- (2+2PPM) - Tiempo de medición: Fina: 1.2 Seg.; tracking: 0.7 Seg.; Single 1.8 Seg. - Sistema de medición: Frecuencia básica: 60MHZ - <u>Medición de ángulos:</u> + Método de medición: Raster disk Absolute Encoding. + Lectura Mínima: 1"/5" (seleccionable). + Precisión: 2" o 5" + Método de detección: Horizontal: Dual Vertical: Dual. + Unidad de medición: 360° /400 GON/6400MIL (seleccionable). + Ángulo vertical 0° Zenith 0° / Horizontal 0° (seleccionable). - <u>Telescopio:</u> + Imagen: Derecha. + Longitud del telescopio: 152 mm. + Diámetro del objetivo: 45 mm (EDM: 47 mm). + Aumento: 30x. + Campo de visión: 1° 30´. + Distancia mínima de enfoque: 1.3 m.	---
1	Nivel automático Sokkia B40 - <u>General</u> + Mecanismos de movimiento horizontal: Perillas de doble lado sin fin y sin abrazaderas. + Resistencia al agua: IPX6 (IEC 60529:2001) + Temperatura de funcionamiento: -20 a +50° C (-4 a +122 °F) - <u>Tamaño</u> + Ancho: 130 mm (5,12") + Longitud: 215 mm (8,46") + Altura: 135 mm (5,31") + Peso: 1,7 kg (3,7 libras) - <u>Telescopio</u> + Longitud: 215 mm (8,46") + Aumento: 24X + Apertura del objetivo: 32 mm (1,26") + Poder de resolución: 4" + Campo de visión: 1°25' (2,5 m / 8,2 pies)	---

Cantidad	Descripción	Número de serie
	+ Distancia mínima de enfoque: 0,2 m (7,9") desde el extremo del telescopio 0,3 m (1 pie) desde el centro del instrumento. + Imagen: Montar + Patrón del retículo: Línea cruzada + Constante estadimétrica: 0 + Proporción estadimétrica: 100 + Perilla de enfoque: 1 velocidad + Visor: Mira telescópica - Precisión (desviación estándar para la nivelación de doble recorrido en 1 km) + Sin micrómetro: 2.0 mm (0.08) - Compensador + Tipo: De péndulo con sistema de amortiguación magnética. + Precisión de montaje: 0,5" + Rango de trabajo: ±15 pies - Nivel circular + Sensibilidad: 10' / 2 mm + Espejo: Plano - Circulo horizontal: + Diámetro: 103 mm (4,1") + Graduaciones: 1°/ 1 gon	
1	Binocular Bushnell Powerview. - Potencia x diámetro objetivo: 16 x 32. - Diámetro del objetivo: 32 mm. - Ampliación: 16x. - Campo de visión a 1000 m: 62 m. - Foco próximo: 6 m.	131632 C

7. METODOLOGÍAS.

7.1 Identificación de infraestructura existente.

La identificación de la infraestructura existente se llevó a cabo mediante la consulta, revisión y análisis de información procedente de fuentes oficiales e interpretación cartográfica y de imagen satelital, complementándose con los datos de campo obtenidos durante los recorridos efectuados por GBN-AS en el CCP.

El registro de infraestructura tomo en consideración el contexto regional y local conforme se señala.

En el ámbito regional la infraestructura asociada a actividades petroleras reconoció instalaciones de infraestructura de producción y ductos de diversas categorías, con interacción desde y hacia el CCP, mediante la revisión y análisis de la siguiente información:

- Anexo II Resumen Ejecutivo del Campo Cuichapa.
- Ductos_CNH_R01_L03_2015.kmz.
- Esquema General del Campo Cuichapa_dwg.

Para la identificación de la infraestructura asociada a actividades petroleras especificas del sitio, se realizó la revisión y análisis de fuentes cartográficas del INEGI E15C16 Las Choapas, escala 1:50,000, imagen satelital WorldView 2 del 11 de abril de 2016), así como de los archivos de información proporcionados por la CNH (bases de datos, planos y archivos kmz y CAD) relativos a pozos, instalaciones de producción, ductos e instalaciones de apoyo y/o servicios.

Entre la información documental analizada se encuentra la siguiente:

- Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015.
- Líneas de Descarga Inventario_ac7_103_R01_L03_2015.
- Cuichapa Censo_Ductos y LDD.
- Ductos_CNH_R01_L03_2015.kmz.
- Esquema General del Campo Cuichapa_dwg.
- Archivos de Trazo Geométrico y Levantamiento de Potencial de Ductos.

Del mismo modo, se integra la información obtenida durante los recorridos de campo realizados por personal de GBN-AS en el CCP.

La identificación de actividades y/o infraestructura industrial no asociada a actividades petroleras en su contexto regional, considero la región de la cuenca baja de los ríos

Coatzacoalcos y Tonalá, la cual abarca los municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Cosoleacaque, Nanchital e Ixhuatlán del Sureste.

Entre las fuentes de información tomadas en cuenta para su revisión y análisis se encuentran las siguientes:

- Archivos y planos de localización de infraestructura petrolera (Autocad).
- Páginas web de PEMEX, con información relativa a la infraestructura existente en la Región.
- Reporte de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) 2013 que emite la SEMARNAT, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire.
- Información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) publicado por INEGI.
- Asociación de Industriales del Estado de Veracruz (AIEVAC) región sur, entre otras cámaras de la región de Coatzacoalcos.

El reconocimiento de actividades y/o infraestructura industrial dentro del contexto local, incluyó el polígono territorial circunscrito al área contractual del CCP.

La identificación de la infraestructura no relacionada al sector petrolero se llevó a cabo durante el análisis cartográfico y de la imagen satelital, quedando incluida en el Mapa de Instalaciones.

Posteriormente se realizó la verificación de la localización de dicha infraestructura, a través de los recorridos de campo realizados por GBN-AS en el CCP, considerando el nombre de la infraestructura, su utilidad o servicio que brinda, sus coordenadas y localización.

Adicionalmente, durante dichos recorridos también se tomó en cuenta aquella infraestructura que por sus dimensiones o condiciones físicas no fue posible identificarla durante el análisis cartográfico y de la imagen satelital.

La identificación de la infraestructura existente en el CCP, se llevó a cabo mediante el desarrollo de tres actividades principales:

A) Revisión de la información bibliográfica proporcionada por la CNH, relativa a la infraestructura petrolera presente en el Campo Cuichapa Poniente.

Con la información establecida en el Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015, así como la contenida en el Anexo 5. Inventario de Activos del mismo y de la información existente en el inventario de pozos proveniente de la página oficial de la CNH, se generó una base de datos referente a los pozos e instalaciones petroleras que se ubican dentro del CCP.

Las coordenadas correspondientes, tanto a la poligonal envolvente del CCP así como a la localización de la infraestructura petrolera, proporcionadas por la CNH en el sistema de coordenadas geográficas WGS84, se transformaron en archivos shape (shp), con la finalidad de alinearlos a aspectos ambientales mediante la plataforma SIG, para proceder a su análisis; estos archivos también se exportaron a otros formatos, tales como kmz o kml para generar una imagen de representación cartográfica de tanto del límite territorial del CCP, como la ubicación de los pozos e instalaciones petroleras para su consulta y rápida visualización en Google Earth.

De igual manera, estas coordenadas fueron convertidas al sistema de coordenadas UTM WGS84 y se exportaron al formato gpx para su lectura en equipos de geoposicionamiento portátiles (GPS Garmin 62S) que se utilizaron como apoyo durante los recorridos de campo efectuados para la localización de la infraestructura petrolera dentro del límite territorial del CCP.

La integración de la base de datos de pozos e instalaciones petroleras se utilizó para realizar un análisis comparativo entre la información proporcionada por la CNH y la obtenida en campo por GBN-AS, con la finalidad de establecer el total de instalaciones presentes en el CCP y elaborar el Mapa de Infraestructura correspondiente.

B) Análisis de la Carta Topográfica Esc. 1: 50,000 e Imagen Satelital WorldView2 en falso color, para la identificación de infraestructura industrial y/o de servicios asociada y no asociada a la industria petrolera.

La identificación de la infraestructura industrial y/o de servicios asociada y no asociada al sector petrolero se llevó a cabo mediante la utilización de la carta topográfica de INEGI E15C16 Las Choapas, escala 1: 50,000, además de la imagen satelital WorldView 2 del 11 de abril de 2016, cuyo análisis de combinación de bandas multiespectrales, permitió la visualización de elementos que correspondieron a instalaciones no petroleras en tonalidades de verde claro–celeste.

Este análisis permitió identificar las estructuras sobresalientes en estas imágenes y posicionarlas en el Mapa de Infraestructura del CCP, con la finalidad de facilitar su localización en campo.

C) Corroboración de la Información obtenida del Inventario de Activos proporcionada por la CNH, del análisis de la Carta topográfica INEGI E15C16 Las Choapas, escala 1: 50,000 y de la Imagen Satelital WorldView 2 mediante recorridos de campo.

Con la finalidad de corroborar la información proporcionada por la CNH relativa a la localización de pozos e instalaciones petroleras, así como aquella infraestructura identificada mediante el análisis cartográfico y de imagen satelital referente a las instalaciones no asociadas a la industria petrolera, se llevaron a cabo recorridos de

campo para ubicar y determinar las condiciones en que se encontraban dichas instalaciones.

Para la localización de pozos e instalaciones petroleras se utilizaron equipos de geoposicionamiento global marca Garmin, Modelo GPSMAP 62S, tomando como referencia de ubicación las coordenadas proporcionadas por la CNH, además de registrar las coordenadas de campo de cada instalación para su georreferenciación y elaboración del Mapa de Infraestructura del CCP.

Durante los recorridos efectuados por GBN-AS, se utilizaron formatos de campo para obtener información relativa a las condiciones físicas, operativas y de presencia de contaminación en cada instalación, que forman parte del Sistema de Gestión Integral (SGI) de la empresa.

Los formatos utilizados se identificaron mediante la siguiente nomenclatura:

- F-SEA-003. Ficha de Campo para Pozos.
- F-SEA-004. Ficha de Campo para Instalaciones.

Con la información obtenida en campo se elaboró una base de datos de la infraestructura petrolera y sus condiciones observadas al momento de la visita, donde también se incluyeron ductos, instalaciones de apoyo y/o servicios, así como también la infraestructura no asociada a la industria petrolera, además de elaborar las Fichas Técnicas de los pozos e instalaciones existentes en el CCP.

7.1.1 Infraestructura asociada a actividades petroleras.
7.1.1.1 Pozos petroleros e instalaciones de producción.

Con base al análisis de la información proporcionada por la CNH y los resultados obtenidos en campo por GBN-AS, en este apartado se realizó la integración y el análisis comparativo entre ambas fuentes de información para determinar el estatus de cada localización visitada y establecer la totalidad de instalaciones petroleras existentes en el CCP, así como de aquellas instalaciones ubicadas regionalmente con algún grado de influencia desde y hacia el CCP.

7.1.1.1.1 Condiciones físicas, operativas y presencia de contaminación de pozos e instalaciones.

Bajo este apartado, durante los recorridos de campo realizados por GBN-AS se realizó el registro de información de las condiciones físicas, operativas y de presencia de contaminación, observadas en los pozos e instalaciones petroleras en operación y en abandono al momento de su visita, mediante la aplicación de los formatos F-SEA-003 Ficha de Campo para Instalaciones y F-SEA-004 Ficha de Campo para Pozos.

Dentro del registro de información, para el formato F-SEA-003 se contemplaron 31

rubros, los cuales están conformados de la siguiente manera: 23 rubros de condiciones físicas y operativas, además de 08 rubros de presencia de contaminación.

Por otra parte, para el formato F-SEA-004 se contemplaron 39 rubros, los cuales se estructuraron de la siguiente manera: 24 rubros de condiciones operativas y 15 rubros de presencia de contaminación.

Los resultados obtenidos de la calificación resultante para cada rubro, se presentan en forma de gráficas en el Apartado 8.1.2.1 Infraestructura asociada a actividades petroleras, considerando las condiciones físicas y operativas de pozos e instalaciones, así como condiciones de presencia de contaminación para pozos e instalaciones.

7.1.1.2 Ductos.

Al igual que en el caso de pozos e instalaciones, se realizó el análisis al contenido de los archivos CUICHAPA_CENSO_Ductos, LDD y líneas de descarga inventario_ac7_103, Ductos_CNH_R01_L03_2015.kmz y Esquema general del Campo Cuichapa_dwg, para identificar el número de ductos presentes en el CCP, determinando su tipo en base a las siguientes categorías: acueducto, gasoducto, oleoducto, saloducto, línea de descarga, línea de bombeo neumático, así como su estatus de operación.

Con base en dicho análisis, se determinaron los ductos considerados por la CNH como operativos y con el apoyo de la imagen satelital WorldView2, fue posible trazar su localización para programar los recorridos de campo y verificar la posible presencia de elementos contaminantes sobre los derechos de vía y áreas adyacentes.

La información recabada en campo fue incluida en la base de datos de instalaciones, indicando datos específicos de los ductos, tales como: nomenclatura, diámetro y longitud, coordenadas de origen y destino, así como su estatus operativo al momento de su visita en campo.

7.1.1.3 Infraestructura de apoyo y/o asociada a pozos e instalaciones petroleras.

La identificación de la infraestructura asociada a pozos e instalaciones petroleras se llevó a cabo mediante la utilización de la carta topográfica de INEGI E15C16 Las Choapas, escala 1: 50,000, además de la imagen satelital WorldView 2 del 11 de abril de 2016, cuyo análisis de combinación de bandas multiespectrales, permitió la visualización de estos elementos.

Una vez identificada la infraestructura asociada a pozos e instalaciones, se procedió a verificar sus condiciones en campo, tomando en consideración su nomenclatura, estatus de operación, coordenadas de localización, así como la instalación a la que se encuentra asociada, con la finalidad de integrarlas a la base de datos de instalaciones petroleras para el estudio LBA del CCP.

7.1.2 Infraestructura no asociada a la industria petrolera.

La identificación de la infraestructura no relacionada al sector petrolero se llevó a cabo durante el análisis cartográfico y de la imagen satelital, quedando incluida en el Mapa de Instalaciones. Posteriormente se realizó la verificación de la localización de dicha infraestructura, a través de los recorridos de campo realizados por GBN-AS en el CCP, considerando el nombre de la infraestructura, su utilidad o servicio que brinda, sus coordenadas y localización.

Adicionalmente, durante dichos recorridos también se tomó en cuenta aquella infraestructura que por sus dimensiones o condiciones físicas no fue posible identificarla durante el análisis cartográfico y de la imagen satelital.

7.2 Delimitación del área de estudio.

El polígono fue previamente delimitado y señalado en el Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015 para la Extracción de Hidrocarburos Bajo la Modalidad de Licencia para el Área Contractual 7, entre la CNH y Servicios de Extracción Petrolera Lifting de México, S. A. de C. V.

De acuerdo a lo anterior y conforme lo señalado en la GLBA, la delimitación del área de estudio se ajustó a la superficie del área contractual determinada en el contrato.

Las coordenadas de la poligonal envolvente del CCP proporcionadas por la CNH en el sistema de coordenadas geográficas WGS84, se transformaron en un archivo shape (shp), el cual fue alineado mediante la plataforma SIG para su análisis. Este archivo se exporto al formato kmz o kml para generar una imagen de representación cartográfica del límite territorial de visualización en Google Earth.

De igual manera, los datos fueron convertidos al sistema de coordenadas UTM WGS84 y exportados al formato gpx para su lectura en equipos de geoposicionamiento portátiles (GPS Garmin 62S), siendo utilizados durante los recorridos de campo para establecer el límite territorial del CCP.

7.3 Contexto regional y local.

Dentro del presente estudio, el desarrollo de los apartados se realizó a través de la descripción bajo un contexto regional y el contexto local.

Regionalmente se consultaron páginas electrónicas de instituciones oficiales de gobierno, instituciones académicas, organizaciones especializadas y organismos no gubernamentales, así como fuentes físicas de información que nos permitieron obtener datos relacionados con los aspectos regionales relativos a lo demográfico, económico y ambiental de la zona, y aquellos que nos aportaron información relevante durante la realización de los correspondientes apartados.

Los datos obtenidos se basaron principalmente en estudios, mapas y documentos que evidencian la realidad y la interrelación con la actividad desarrollada.

Para el contexto local, se delimitó el polígono del CCP con base en las coordenadas oficiales contenidas en el documento de asignación al regulado (señalado en el contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015), las cuales permitieron proceder al análisis de las condiciones demográficas, económicas y ambientales del sitio.

Las condiciones del área de estudio se determinaron a través del análisis de información obtenida mediante fuentes bibliográficas electrónicas y físicas, recorridos de campo, pruebas de laboratorio, información expedida por dependencias de gobierno, bases de datos y evidencias fotográficas, que permitieron caracterizar y describir el sitio en cuestión, definiendo principalmente los aspectos de mayor importancia.

Adicionalmente a la información bibliográfica de fuentes electrónicas y físicas, se obtuvieron datos históricos y bases de datos de algunas dependencias, los cuales se analizaron para obtener los debidos resultados relacionados al tema; en apartados específicos se realizaron análisis de laboratorio para conocer la concentración de contaminantes. Además de la información documental se realizaron recorridos de campo que nos mostraron los sitios dentro del CCP; mismos que fueron analizados mediante imagen satelital y que posteriormente se elaboraron mapas.

Siendo que la GLBA en su numeral 3.3 Contenido y 5.1 Identificación del daño ambiental, señala el término “área de influencia”, se menciona a modo de aclaración que para la LBA del CCP, el área de influencia se estableció en el desarrollo de cada tema como parte del contexto local.

7.4 Geología y geomorfología.

La descripción geológica y geomorfológica del polígono consistió en la consulta bibliográfica y análisis de mapas de instituciones tales como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del Servicio Geológico Mexicano (SGM), así como de recorridos de campo.

La consulta bibliográfica permitió describir las formaciones geológicas, así como los tipos de rocas, sus orígenes, clasificación, edad y de los suelos existentes dentro del área.

Los distintos tipos de fallas geológicas (fallas, fracturas, anticlinales, sinclinales), fueron ubicados dentro del polígono y en conjunto con la información y reportes de sismicidad del Servicio Sismológico Nacional (SSN), identificaron las posibles zonas de alto riesgo.

Adicionalmente, el análisis de los mapas fisiográficos proporcionó información para la descripción la provincia y subprovincia fisiográfica en la que se encuentra el área de estudio; localmente el mapa del sistema de topoformas de INEGI, facilitó detalles de las geoformas que guardan los 41 km^2 de superficie del CCP (montañas, mesetas o llanuras).

7.5 Edafología.

La determinación de los tipos de suelos presentes en el CCP, se realizó a través de la consulta de fuentes confiables como INEGI, Gobierno de Veracruz y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Regionalmente, se mencionó de manera general la edafología presente en Veracruz en base al Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz, que presenta el gobierno del estado de Veracruz 2010, esto permitió conocer los diferentes tipos de suelo que se encuentran en el estado. Asimismo, de manera complementaria se consultó la Síntesis Geográfica del Estado de Veracruz (INEGI, 1986) que hace un acercamiento a los distintos tipos de suelo en la zona.

De manera local, la identificación y descripción de los tipos de suelo dentro del CCP requirió del conjunto de datos vectoriales edafológicos de la zona E-15-7 Minatitlán en escala 1:250, 000 de la serie II del INEGI; mismos que se trabajaron en SIG para la generación del mapa cartográfico.

De acuerdo a los tipos de suelo presentes en el área de estudio, se procedió al análisis de información edafológica con el apoyo de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo de la FAO (IUSS Working Group WRB, 2015) y de la Guía para la interpretación de cartografía en el tema de Edafología con que cuenta el INEGI.

Con la información recabada se procedió a la descripción de los principales tipos de suelo, así como los grupos de calificadores agregados a la unidad principal.

Para dar soporte a dichas descripciones se empleó material fotográfico que fue tomado en campo durante los recorridos realizados y el cual sirvió para ilustrar los diferentes tipos de suelo presentes dentro del campo.

7.6 Clima y meteorología.

El clima del sitio se definió a través del sistema de clasificación climática de Köppen, el cual fue concebido para definir las grandes áreas climáticas del mundo; se basa en la relación entre la vegetación y el clima, siendo que los límites están establecidos por la distribución de la vegetación, además de considerar los parámetros temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, así como la estacionalidad de la precipitación.

El sistema de Köppen delimita latitudinalmente los climas del mundo en cinco grupos principales y sus subgrupos que en conjunto definen once tipos climáticos.

La clasificación de Köppen fue modificada y adaptada por Enriqueta García, de acuerdo a las condiciones de la República Mexicana, en la que los cambios del clima no son solo debido a la latitud, sino a las grandes variaciones de altitud que crean condiciones especiales en la distribución de los cambios climáticos.

La clasificación presentada por Enriqueta García, permitió identificar el tipo de clima en la zona, para posteriormente definirlo a través de fuentes bibliográficas como el diccionario de datos climáticos de INEGI y la publicación de las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen; asimismo se realizó un mapa con el tipo de clima y los porcentajes de las unidades climáticas presentes.

Para caracterizar las condiciones meteorológicas del CCP, se requirió conocer un conjunto de elementos climáticos como temperatura, precipitación, viento, evaporación, entre otros, en un periodo de tiempo suficientemente representativo.

Para ello, fue necesario ubicar las estaciones climáticas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) localizadas en el sitio de interés o cercanas a este. Se solicitaron los datos de los elementos climáticos disponibles de dichas estaciones vía oficio a la Dirección General del Organismo de Cuenca Golfo Centro de la CONAGUA, siendo este, el organismo encargado de la cuenca en la que se ubican las estaciones. Con el fin de contar con una fuente confiable de información, se solicitaron datos en un periodo mínimo de 30 años para una mayor precisión en los resultados.

Los datos históricos que se puntualizaron en la solicitud fueron: temperaturas (medias mensuales y anuales), precipitación (media mensual, anual y en 24 horas), humedad relativa, evaporación, nubosidad, eventos extremos, corrientes marinas, vientos dominantes, velocidad y dirección de los vientos y presión atmosférica.

De la anterior información, el organismo solo proporcionó datos históricos de temperaturas, precipitación, evaporación y eventos extremos como tormentas eléctricas y granizo; para tales registros la CONAGUA citó como fuente la Base de Datos Climatológica Nacional (Sistema CLICOM).

Para poder analizar los datos recibidos y realizar los cálculos correspondientes, se organizó por estación y por año. Para la obtención de los valores de temperatura media mensual, se calculó un promedio mensual de las temperaturas medias recibidas por la CONAGUA. Para los valores de temperatura anual, se determinó el promedio de los meses durante el año.

La precipitación y evaporación se calculó mediante el promedio mensual en cada una de las estaciones; la precipitación anual se obtuvo mediante el promedio anual de las precipitaciones.

Con los datos de temperaturas y precipitación se lograron elaborar los climogramas que muestran su comportamiento mensual a través de los años.

Para la determinación de los vientos dominantes se tomó en consideración la consulta de fuentes bibliográficas de los puertos a cargo de la Secretaría de Marina (SEMAR) donde describen la velocidad y dirección de los vientos; asimismo se consultó una página extraoficial llamada windsurf donde muestra la distribución de la velocidad del viento a través de la rosa de los vientos los que permitió confirmar la información consultada.

Para la presión atmosférica y humedad relativa los valores se obtuvieron a través de los promedios del 2015 y 2016 en las estaciones presentadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y de los datos mostrados en el mapa interactivo del SMN.

A través de la página de PEMEX meteorológico se determinó el estado del cielo durante los meses del 2016 (enero – agosto), con el cual se obtuvo el número de días con nubosidad y los días despejados.

Esta información se complementó con los datos del Atlas de riesgos del municipio de Moloacán, sobre fenómenos meteorológicos extremos (ciclones, huracanes, tormentas y depresiones tropicales, etc.) preparado por la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz e información histórica de fenómenos hidrometeorológicos de la CONAGUA.

7.7 Hidrología superficial y subterránea.

a) Identificación y descripción de los cuerpos de agua presentes.

La identificación y descripción de los cuerpos y corrientes de agua para el área de estudio se realizó con la información cartográfica del INEGI denominada “Red Hidrográfica escala 1:50 000”, con registro vectorial de los cuerpos y corrientes de agua, sus datos toponímicos, así como los datos contenidos en el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL), en el orden propuesto por CONAGUA: región hidrológica, cuenca hidrológica hasta el nivel de subcuenca hidrológica.

Mediante información vectorial, tipo ráster, de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) y de modelos LIDAR de la zona, así como la aplicación de herramientas del Sistema de Información Geográfica ArcGis, permitieron determinar las zonas bajas propensas a inundación dentro del CCP, además de ubicar la infraestructura con riesgo potencial de inundarse, así como los accesos a dichas instalaciones.

En la determinación de las áreas bajas susceptibles a inundación, se consideraron los perfiles de elevación, las características geomorfológicas, así como el tipo de suelo en la zona, además de información captada en recorridos de campo acerca de las zonas

y/o instalaciones que presentan problemas de encharcamiento o inundación.

La información vectorial del INEGI en escala 1:250,000, para el tema de Hidrología superficial, permitió distinguir los coeficientes de escurrimientos en la zona de estudio; para el tema de Hidrología subterránea se describieron las unidades geohidrológicas clasificadas de acuerdo al material consolidado o no consolidado con posibilidades y/o rendimientos bajos, medios y altos de contener agua, además de las direcciones de flujo.

Con información de CONAGUA se identificaron los acuíferos a detalle, incluyendo sus recargas hídricas, mismas que son divulgadas mediante el Diario Oficial de la Federación (DOF). Adicionalmente se complementó la información mediante la consulta al Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) y sus redes piezométricas, con lo que se generaron datos de los pozos existentes en el área de estudio incluyendo sus coordenadas de localización. Se recurrió además a la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) con la finalidad de obtener más información oficial del área de estudio.

Con la información de INEGI se elaboró un mapa de hidrología, donde se muestran los cuerpos y corrientes de agua existentes, tanto perennes como intermitentes.

Recorridos de campo.

La información anterior fue utilizada por el personal de campo para identificar los pozos y cuerpos de agua localizados en el CCP.

De igual forma, la identificación de contaminación por hidrocarburos en cuerpos de agua fue realizada durante los recorridos de campo, utilizando la información generada en gabinete respecto a las características físicas de la cuenca donde se ubica el cuerpo de agua, su localización, antecedentes históricos, hidrología superficial y subterránea, topografía, cercanía a instalaciones o infraestructura diversa, etc.

Con la verificación de campo se determinaron los indicios visuales en el agua, como es el caso de la iridiscencia, el cual es un fenómeno óptico de difracción y descomposición de la luz que, en la mayoría de los casos es provocado por una capa superficial de materiales aceitosos, lo que se constituye en indicador de la presencia potencial de aceite en agua.

Sitios de muestreo.

Para la selección de los sitios de muestreo se consideró la información obtenida por las fuentes mencionadas incluyendo los recorridos de campo, así como la recabada mediante entrevistas con los habitantes de la zona de estudio. Con las coordenadas de infraestructura y con el apoyo de google earth, se identificaron aquellos cuerpos de agua involucrados que ya han sido o pudieran ser afectados directa o indirectamente

en las etapas del proyecto o bien por otras actividades diferentes a la actividad petrolera.

b) Análisis de calidad del agua.

- **Información preliminar.**

La información preliminar definió la ubicación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, acceso a los mismos, actividades desarrolladas en el entorno y normatividad o documentos existentes para tomarlos como referencia.

- **Toma de muestras.**

La toma de muestras estuvo a cargo de laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. (EMA) de acuerdo al procedimiento de muestreo en cuerpos receptores de agua establecido en la NMX-AA-014-1980.

La información preliminar, fue referencia para la determinación del laboratorio en cuanto a la cantidad de personal, material, equipo y reactivos requeridos para la recolección y preservación de muestras.

- **Metodología y pruebas de ensayo.**

Las pruebas de ensayo fueron realizadas por laboratorios acreditados ante la EMA, de acuerdo a la normativa de referencia. En la tabla siguiente se enlistan los parámetros que establece la GLBA de la ASEA, por las siglas de su acrónimo Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente y la metodología a aplicar para cada análisis.

Tabla 3. Calidad del agua. Parámetros y normas de referencia.

Parámetro	Norma de referencia (Método de prueba)
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001
Coliformes fecales	NMX-AA-042-SCFI-2015
Coliformes totales	NMX-AA-042-SCFI-2015
Color	NMX-AA-045-SCFI-2001
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000
Demanda bioquímica de oxigeno (DBO_5)	NMX-AA-028-SCFI-2001
Dureza total	NMX-AA-072-SCFI-2001
Fósforo	EPA-6010C-2007
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2013
Hidrocarburos fracción media	EPA-8015D-2003
Hidrocarburos fracción pesada (Material extraíble en Hexano)	EPA1664A 1999
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001
Nitritos	NMX-AA-099-SCFI-2006
Oxígeno disuelto	NMX-AA-012-SCFI-2001

Parámetro	Norma de referencia (Método de prueba)
pH	NMX-AA-008-SCFI-2011
Detergentes (sustancia activa al azul de metileno SAAM)	NMX-AA-039-SCFI-2001
Solidos disueltos	NMX-AA-034-SCFI-2015
Solidos suspendidos	NMX-AA-034-SCFI-2015
Turbiedad	NMX-AA-038-SCFI-2001

Adicionalmente se consideraron los parámetros para determinar la presencia de plaguicidas y herbicidas en áreas cercanas a zonas de cultivo.

- **Evaluación de la calidad del agua.**

Para la evaluación de la calidad del agua de cuerpos receptores superficiales, se consideran los:

- Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua CE-CCA-001/89.

Adicionalmente, para la evaluación de la calidad del agua subterránea, se consideró la siguiente normatividad:

- NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
  NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

7.8 Calidad del aire.

Se determinaron los muestreos y análisis de contaminantes atmosféricos de acuerdo a los parámetros establecidos en la GLBA.

- **Selección de infraestructura.**

La selección de sitios (fuentes emisoras) se efectuó en base al objetivo de medición, considerando lo siguiente: evaluar la exposición de la población a los contaminantes, así como la medición del impacto de las fuentes de emisión de contaminantes sobre la salud pública o la comprobación de la calidad del aire en una determinada área de representatividad.

En primera instancia se realizó un análisis de gabinete a nivel regional donde se seleccionaron posibles fuentes emisoras de contaminación atmosférica. Este análisis consistió en identificar a través de la imagen satelital y del RETC como posibles fuentes

de contaminación del aire.

Posteriormente para el análisis a nivel local, se localizaron y verificaron en campo las fuentes ubicadas en el CCP, donde se incluyeron además de los sitios seleccionados durante el análisis de gabinete aquellas fuentes emisoras detectadas durante los recorridos de campo, complementándose así la información para la selección de los sitios muestreados.

El proceso de selección de sitios consideró entre otros elementos: la seguridad, logística, espacio abierto, gestión de permisos, topografía del lugar y disponibilidad de energía eléctrica. Así mismo, la identificación de infraestructura producto de otras actividades industriales (fuentes fijas), fue parte vital del proceso de selección.

- **Medición y metodología.**

Una vez identificada, la infraestructura y las fuentes emisoras se continuó con la cualificación de los parámetros presentes para conocer los valores de los mismos. Esta información sirvió como antecedente para el laboratorio que realizó la toma de muestras como parte de la evaluación de la calidad del aire. La toma de muestras y análisis estuvo a cargo de un laboratorio acreditado por la EMA.

Para evaluar la calidad del aire en la zona de estudio la GLBA enlista los siguientes parámetros, a los cuales señalan los métodos para las pruebas de ensayo.

Tabla 4. Calidad del aire. Parámetros y normas de referencia.

Parámetro	Norma de Referencia	Método de Referencia
Bióxido de Azufre (SO_2)	NOM-038-SEMARNAT-1993	Fluorescencia pulsada
Óxidos de Nitrógeno	NOM-037-SEMARNAT-1993	Quimioluminiscencia
Ozono (O_3)	NOM-036-SEMARNAT-1993	Fotómetro de luz ultravioleta
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-034-SEMARNAT-1993	Infrarrojo
Partículas Suspendidas Totales (PST)	NOM-035-SEMARNAT-1993	Muestreo de alto volumen
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	EPA-Method 25A	Ionización de flama
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	NIOSH 5506	Cromatografía de gases

Para fuentes fijas los métodos de referencia y límites máximos permisibles fueron establecidos en las siguientes normas de manera enunciativa más no limitativa:

- ✓ NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
- ✓ NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la

concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

- ✓ NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- ✓ NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

7.9 Erosión.

En la estimación de la pérdida de suelo se contempló el método para erosión hídrica.

Para el cálculo de la erosión hídrica se utilizó la metodología propuesta por Figueroa *et al*, (1991), el cual emplea la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS) bajo el sistema de unidades internacionales (mks), y consiste en un modelo matemático desarrollado por Wischmeier y Smith en 1965, para estimar y/o predecir las pérdidas de suelo promedio anuales (metodología recomendada por el Natural Resources Conservation Service -NRCS- del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

En la metodología empleada, la perdida de suelo se expresó como masa por unidad de área, por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); factor de erosionabilidad del suelo (K); factor longitud de pendiente (L); factor por grado de la pendiente (S); factor manejo del cultivo (C) y factor por prácticas de conservación (P).

Primeramente, se revisó información de cartografía existente del CCP, de los aspectos climáticos, hidrográficos, edáficos, topográficos, uso de suelo y vegetación. Obtenida la información cartográfica se llevó a cabo el cálculo de la erosión hídrica, apoyándose de herramientas SIG.

Con el apoyo de la cartografía climática del INEGI, que junto con la información de la CONAGUA de las estaciones climatológicas cercanas al CCP, se generó el mapa del Factor R.

Las unidades de suelo, subunidades, su textura y fases físicas – químicas, son datos que se obtuvieron de la cartografía temática Edafológica del INEGI. A cada subunidad con su correspondiente textura y fase física se le asignó su correspondiente valor de erosionabilidad edáfica, para la obtención del mapa del Factor K.

Para el cálculo del factor topográfico (LS) se ocupó un modelo digital de elevación generado con la información disponible de LIDAR generado por el INEGI, con una resolución horizontal de 5 metros y levantada en el año 2009.

Finalmente, con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación elaborada para el estudio, se generaron los mapas Factor C y Factor P.

El modelo ayudó a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilio en la selección de estos. La función para dicho modelo es:

$$A = R\ K\ L\ S\ C\ P$$

Donde:

A = Monto de la pérdida de suelo [t ha^{-1}]
R = Factor de erosividad de la lluvia en [MJ mm /ha hr año]
K = Factor de erosionabilidad del suelo en [t ha hr / ha MJ mm]
L = Factor del grado de longitud de la pendiente [adimensional]
S = Factor del grado de pendiente [adimensional]
C = Factor del manejo de vegetación [adimensional]
P = Factor de prácticas mecánicas en el manejo de la vegetación agrícola [adimensional]

Las primeras variables correspondientes a los factores R, K, L y S, siendo de tipo cualitativo y en conjunto, definen la erosión potencial.

Con la información de los recorridos de campo, se determinaron los factores C y P que son factores antropogénicos, definiendo superficies sustentables o en proceso de degradación. De esta manera con las variables R, K, L, S, C y P se pudo definir la erosión actual del CCP.

Factor de erosividad por lluvia, R.

La erosividad de la lluvia se refiere a la capacidad potencial de esta para provocar erosión medida a partir de índices ya definidos conforme al siguiente mapa en la República Mexicana.

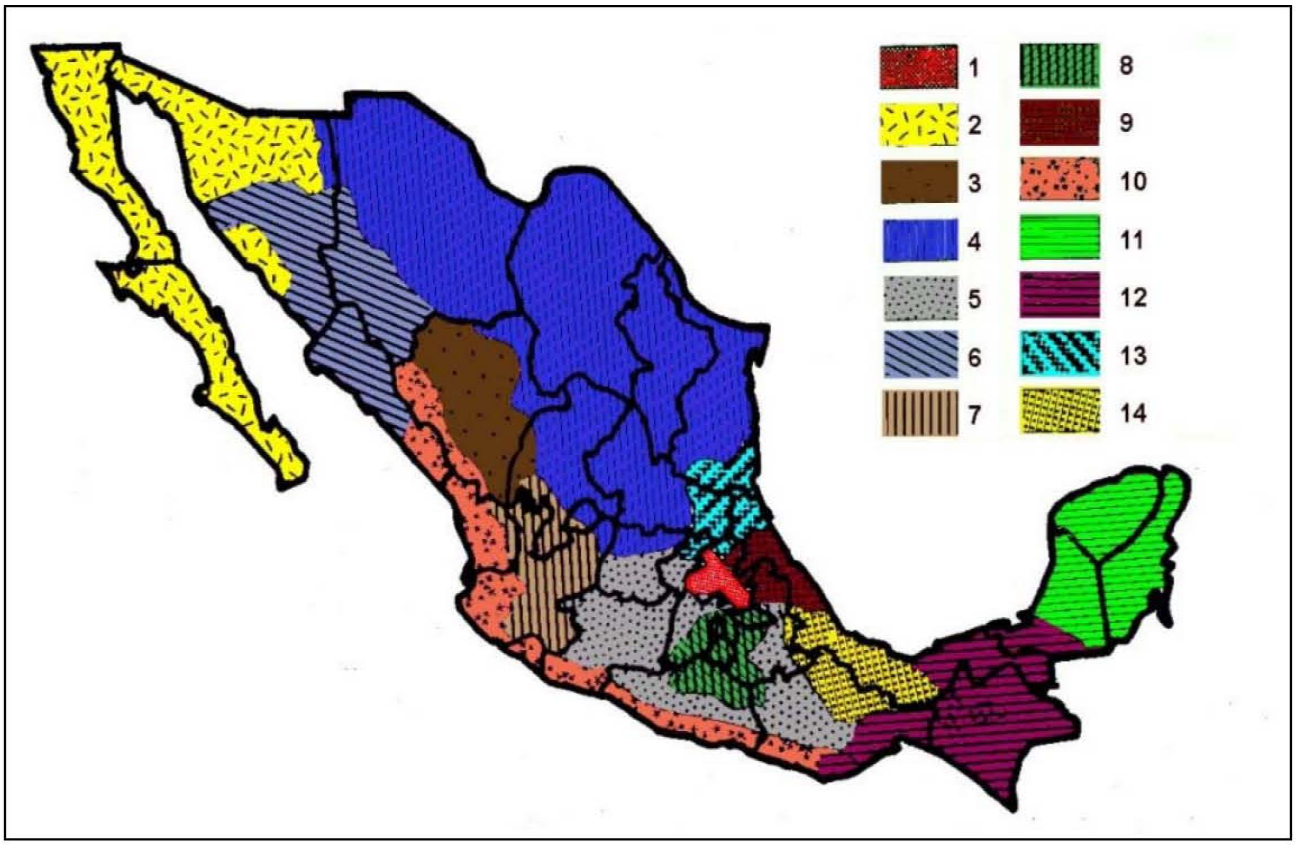


Figura 2. Isoerosividad para la República Mexicana.

Fuente: (Cortés 1991).

Tabla 5. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país

Región	Ecuación	R^2
1	$R=1.2078P+0.002276P^2$	0.92
2	$R=3.4555P+0.006470P^2$	0.93
3	$R=3.6752P-0.001720P^2$	0.94
4	$R=2.8559P+0.002983P^2$	0.92
5	$R=3.4880P-0.00088P^2$	0.94
6	$R=6.6847P+0.001680P^2$	0.9
7	$R=-0.0334P+0.006661P^2$	0.98
8	$R=1.9967P+0.003270P^2$	0.98
9	$R=7.0458P-0.002096P^2$	0.97
10	$R=6.8938P+0.000442P^2$	0.95
11	$R=3.7745P+0.004540P^2$	0.98
12	$R=2.4619P+0.006067P^2$	0.96
13	$R=10.7427P-0.00108P^2$	0.97
14	$R=1.5005P+0.002640P^2$	0.95

Fuente: (Cortés 1991).

Cálculo del factor R. Para el cálculo del factor R del CCP se utilizaron los datos de la precipitación anual de 5 estaciones meteorológicas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 6. Estaciones meteorológicas utilizadas para el cálculo del factor R del Campo Cuichapa Poniente.

Estación	Clave	Latitud N	Longitud W	Precipitación anual mm	R
La Cangrejera	30456	18°7'30.00"	94°21'20.16"	2,841.11	25,572.92
Tancochapa	30167	17°52'24.96"	94°5'20.04"	2,296.65	17,371.07
Minatitlán	30107	17°59'20.04"	94°33'30.96"	2,043.25	14,087.55
Coatzacoalcos	30027	18°8'25.08"	94°31'19.92"	2,279.37	17,136.39
Tierra Morada	30327	17°34'18.84"	94°9'47.88"	2,600.11	21,749.38

El cálculo del índice de erosividad de cada estación se realizó utilizando la fórmula propuesta por Cortes (1991). La localización del proyecto se ubica en la región número XIV, la cual corresponde a la siguiente ecuación:

$$R= 1.5005P + 0.002640P^2$$

El tipo de Kriging que se utilizó para realizar la interpolación de los valores de erosividad de la lluvia es: Ordinary.

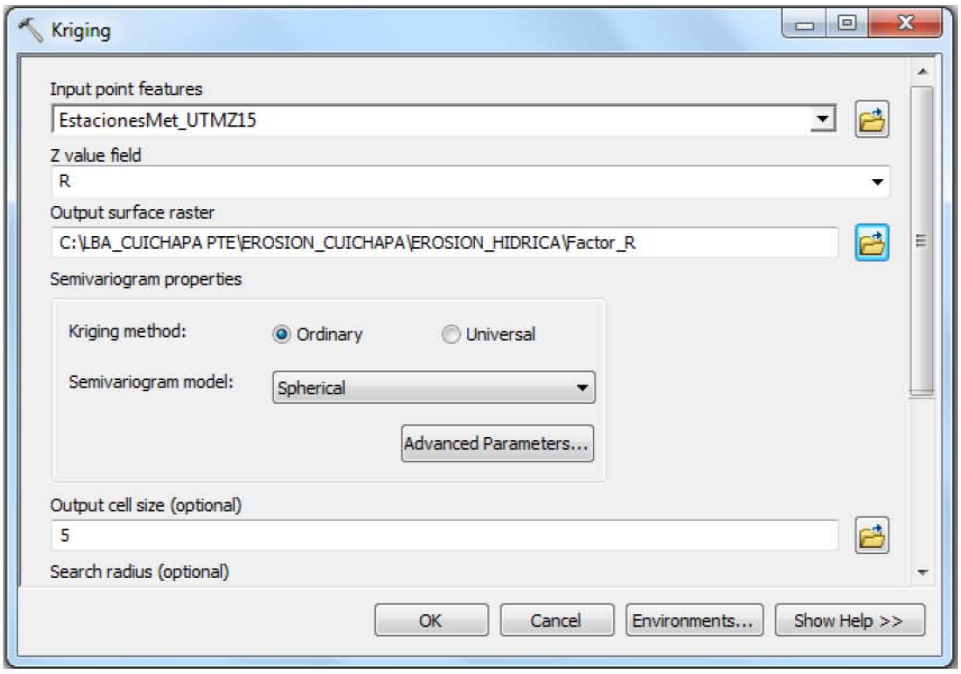


Figura 3. Cuadro de diálogo de ArcGIS 10.1, para seleccionar la interpolación de tipo Kriging.

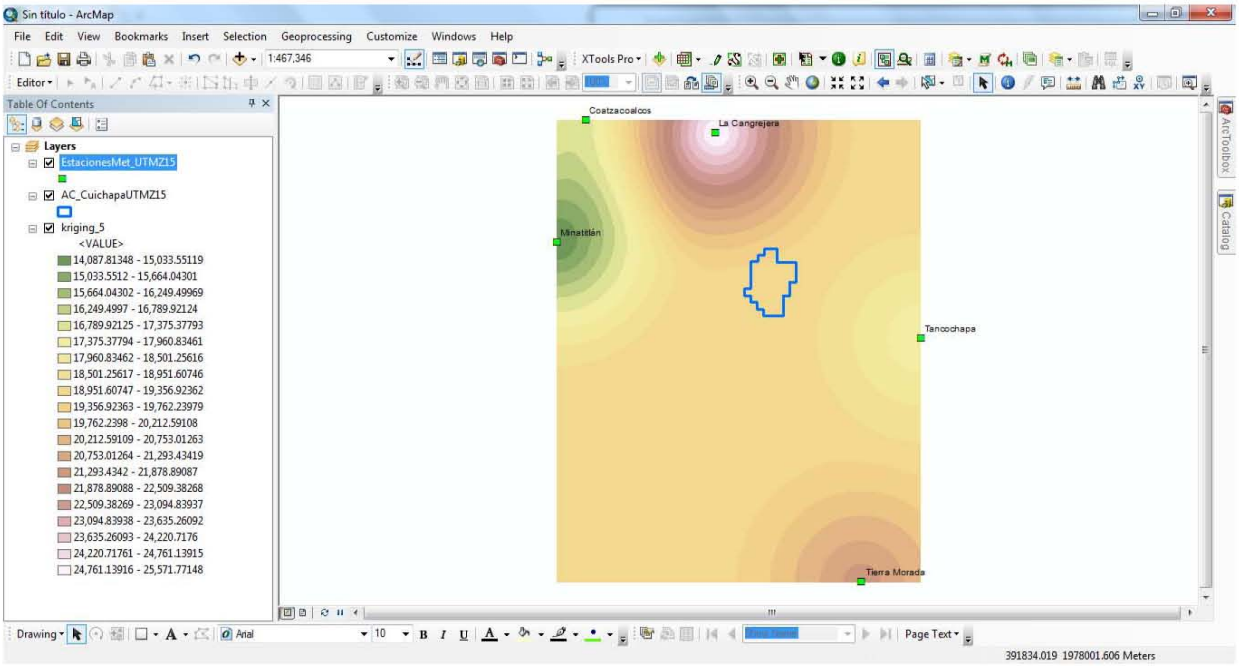


Figura 4. Interpolación de los valores de R para el Campo Cuichapa Poniente.

Factor de erosionabilidad del suelo, K.

Para obtener el factor K se optó por ocupar la metodología propuesta por la FAO (1980) para estimar el valor de K a partir de la textura superficial y la unidad de suelo, según el sistema de clasificación de la propia FAO.

Tabla 7. Valores del Factor K, para cada tipo de suelo, según la clasificación de FAO.

Símbolo	Nombre	Textura			Símbolo	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina			Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.04	0.013	Lk	Luvisol calcico	0.026	0.04	0.013
Af	Acrisol ferrico	0.013	0.02	0.007	Lo	Luvisol ortico	0.026	0.04	0.013
Ag	Acrisol gleyco	0.026	0.03	0.013	Lp	Luvisol plintico	0.053	0.079	0.026
Ah	Acrisol humico	0.013	0.02	0.007	Lv	Luvisol vertico	0.053	0.079	0.026
Ao	Acrisol ortico	0.026	0.04	0.013	N(d,e,b)	Nitosol	0.013	0.02	0.007
Ap	Acrisol plintico	0.053	0.079	0.026	O(d,e,x)	Histosol	0.013	0.02	0.007
B	Cambisol	0.026	0.04	0.013	P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Bc	Cambisol cromico	0.026	0.04	0.013	Pf	Podzol ferralico	0.053	0.079	0.026
Bd	Cambisol districo	0.026	0.04	0.013	Pg	Podzol gleyico	0.053	0.079	0.026
Be	Cambisol eutrico	0.026	0.04	0.013	Ph	Podzol humico	0.026	0.04	0.013
Bf	Cambisol ferralico	0.013	0.02	0.007	Pl	Podzol luvico	0.026	0.04	0.013
Bg	Cambisol gleyico	0.026	0.04	0.013	Po	Podzol ortico	0.053	0.079	0.026
Bh	Cambisol humico	0.013	0.02	0.007	Pp	Podzol placico	0.053	0.079	0.026
Bk	Cambisol calcico	0.026	0.04	0.013	Q(a,c,f,l)	Arenosol	0.013	0.02	0.007
Bv	Cambisol vertico	0.053	0.079	0.026	R	Regosol	0.026	0.04	0.013

Símbolo	Nombre	Textura			Símbolo	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina			Gruesa	Media	Fina
Bx	Cambisol gelico	0.053	0.079	0.026	Re	Regosol eutrico	0.026	0.04	0.013
C(g,h,b,l)	Chernozem	0.013	0.02	0.007	Rc	Regosol calcarico	0.013	0.02	0.007
D(d,e,g)	Podzoluvisol	0.053	0.079	0.026	Rd	Regosol districo	0.026	0.04	0.013
E	Rendzina	0.013	0.02	0.007	Rx	Regosol gelico	0.053	0.079	0.026
F(a,b,o,p,r)	Ferrasol	0.013	0.02	0.007	S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
G	Gleysol	0.026	0.04	0.013	Sg	Solonetz gleyico	0.053	0.079	0.026
Gc	Gleysol calcarico	0.013	0.02	0.007	Sm	Solonetz molico	0.026	0.04	0.013
Gd	Gleysol districo	0.026	0.04	0.013	So	Solonetz ortico	0.053	0.079	0.026
Ge	Gleysol eutrico	0.026	0.04	0.013	T	Andosol	0.026	0.04	0.013
Gh	Gleysol humico	0.013	0.02	0.007	Th	Andosol humico	0.013	0.02	0.007
Gm	Gleysol molico	0.013	0.02	0.007	Tm	Andosol molico	0.013	0.02	0.007
Gp	Gleysol plintico	0.053	0.079	0.026	To	Andosol ortico	0.026	0.04	0.013
Gx	Gleysol gelico	0.053	0.079	0.026	Tv	Andosol vitrico	0.026	0.04	0.013
Gv	Gleysol vertico	0.053	0.079	0.026	U	Ranker	0.013	0.02	0.007
H(c,g,h,l)	Phaeozem	0.013	0.02	0.007	V(c,p)	Vertisol	0.053	0.079	0.026
I	Litosol	0.013	0.02	0.007	W	Planosol	0.053	0.079	0.026
J	Fluvisol	0.026	0.04	0.013	Wd	Planosol ditrico	0.053	0.079	0.026
Jc	Fluvisol calcarico	0.013	0.02	0.007	We	Planosol eutrico	0.053	0.079	0.026
Jd	Fluvisol districo	0.026	0.04	0.013	Wh	Planosol humico	0.026	0.04	0.013
Je	Fluvisol eutrico	0.026	0.04	0.013	Wm	Planosol molico	0.026	0.04	0.013
Jt	Fluvisol tionico	0.053	0.079	0.026	Wx	Planosol xantico	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	Castañozem	0.026	0.04	0.013	X(b,k,l,y)	Xerosol	0.053	0.079	0.026
L	Luvisol	0.026	0.04	0.013	Y(h,k,l,t)	Yermosol	0.053	0.079	0.026
La	Luvisol albico	0.053	0.079	0.026	Z	Zolonchack	0.026	0.04	0.013
Lc	Luvisol cromico	0.026	0.04	0.013	Zg	Zolonchack gleyico	0.026	0.04	0.013
Lf	Luvisol ferrico	0.013	0.02	0.007	Zc	Zolonchack calcarico	0.026	0.04	0.013
Lg	Luvisol gleyico	0.026	0.04	0.013	Zt	Zolonchack takirico	0.053	0.079	0.026

Cálculo del factor K. Los valores del Factor K se estimaron de acuerdo a cada unidad edafológica encontrada en el área del proyecto.

Tabla 8. Valores de K para cada unidad edafológica en el Campo Cuichapa Poniente.

Suelo	Textura	Factor K
Acrisol	Media	0.04
Cambisol húmico	Media	0.02
Gleysol húmico	Fina	0.007
Luvisol	Media	0.04
Luvisol crómico	Media	0.04
N/A	N/A	0

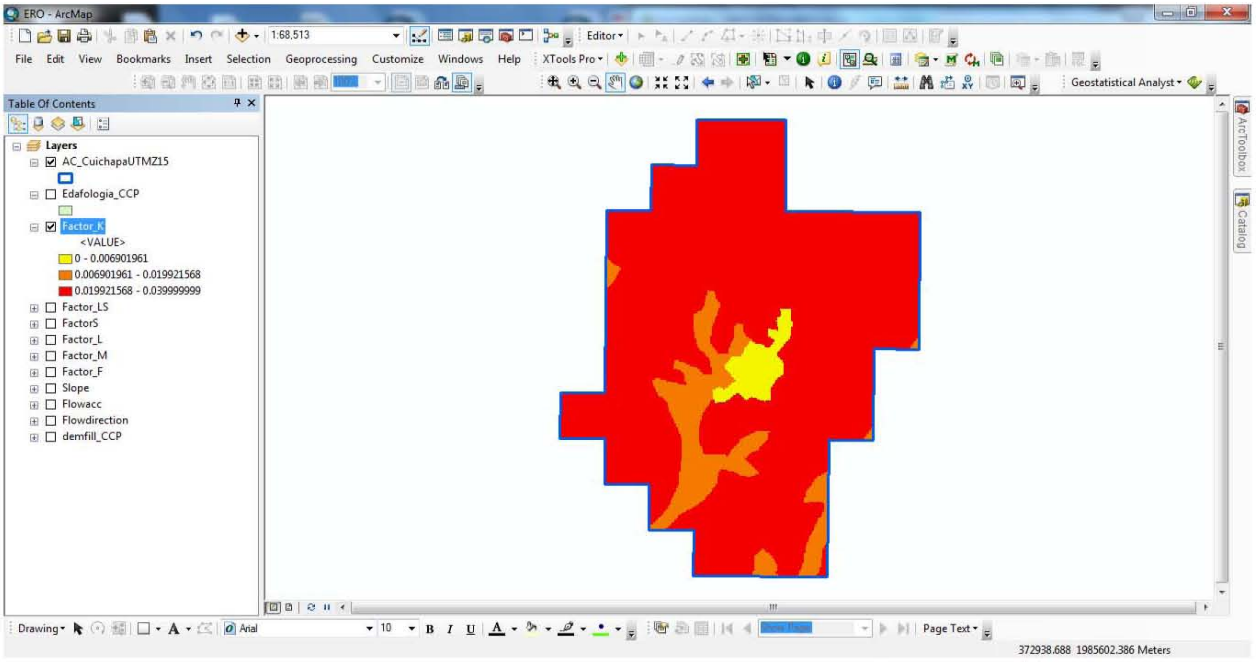


Figura 5. Distribución del factor K en el Campo Cuichapa Poniente.

Factor de longitud de la pendiente, L.

Este factor se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m}$$

Donde:
λ = Longitud de la pendiente proyectada en un plano horizontal (m)
m = Exponente de la longitud de la pendiente (adimensional)

$$m = \frac{F}{(1+F)}$$

$$F = \frac{\sin\beta/0.0896}{3\,(\sin\beta)^{0.8} + 0.56}$$

Donde:
β = Es el ángulo de la pendiente

La longitud de la pendiente (λ) se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial a cualquiera de los siguientes puntos: Punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación, o punto donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido, que puede ser parte de una red de drenaje

o un canal construido, como el de una terraza, canal interceptor y/o zanja de desviación.

El segundo valor (m) es adimensional y está influenciado por interacciones de la longitud de la pendiente con la inclinación, por las propiedades del suelo, el tipo de vegetación, y las prácticas vegetativas.

El factor L con el área de drenaje aportadora (Desmet y Govers, 1996).

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m * D^{m+2} * (22.13)^m}$$

Donde A (i,j) (m) es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el tamaño del pixel y x es el factor de corrección de forma.

Cálculo del factor L. Para el cálculo del factor L para el CCP se ocupó un modelo digital de elevación generado con la información disponible de LIDAR del INEGI.

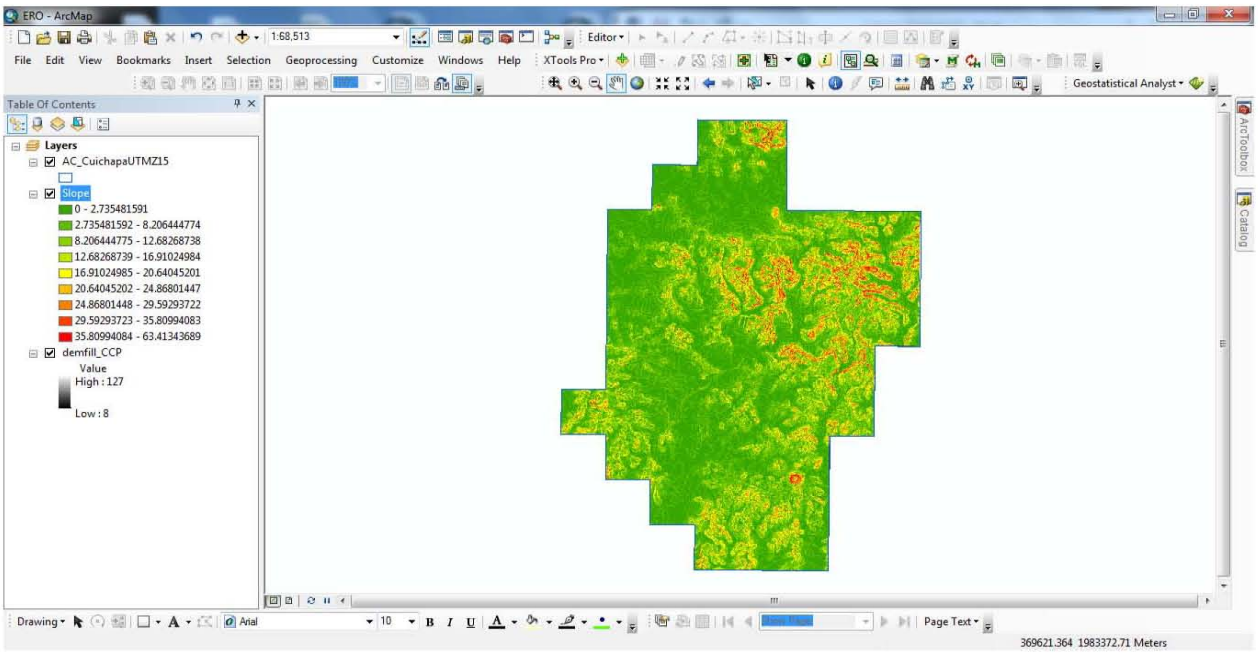


Figura 6. Pendientes en grados del Campo Cuichapa Poniente.

Cálculo de f.

$$F = \frac{\sin\beta/0{,}0896}{3(\sin\beta)^{0{,}8}+0{,}56}$$

Factor F: ((Sin ("Slope"*0.01745)/0.0896)/ (3*Power (Sin ("Slope"*0.01745), 0.8) +0.56))

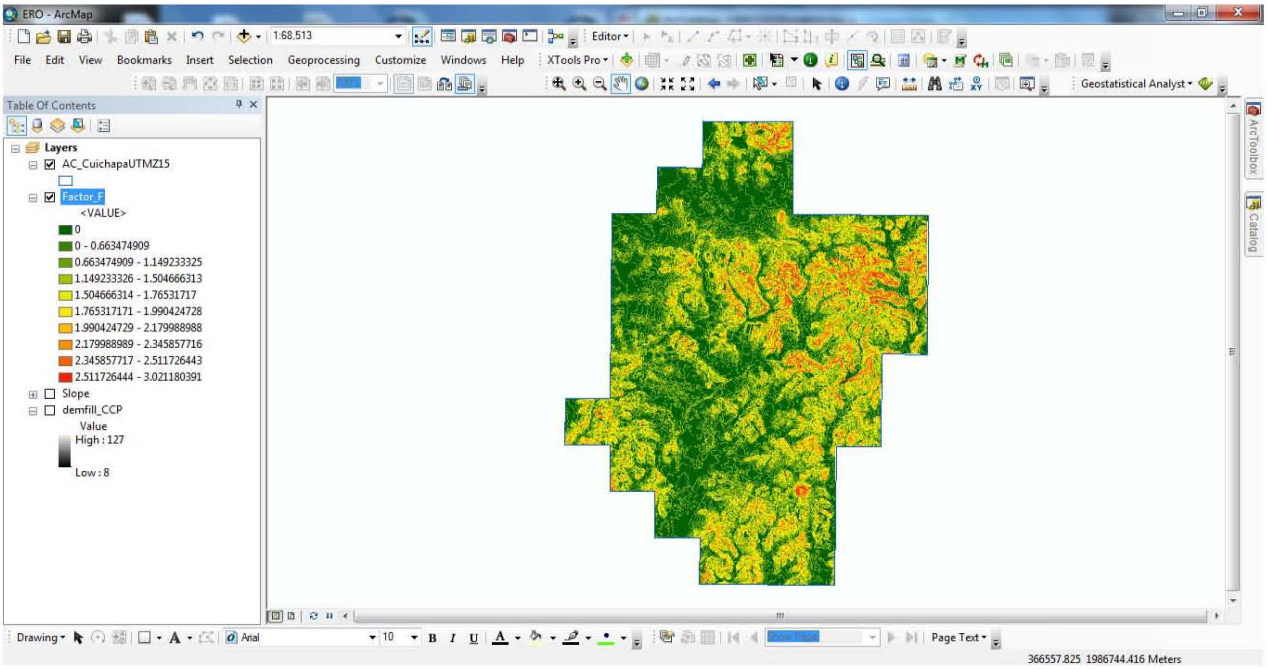


Figura 7. Factor F del Campo Cuichapa Poniente.

Cálculo de m.

$$m = \frac{F}{(1+F)}$$

Factor M: "Factor_F" / (1+"Factor_F")

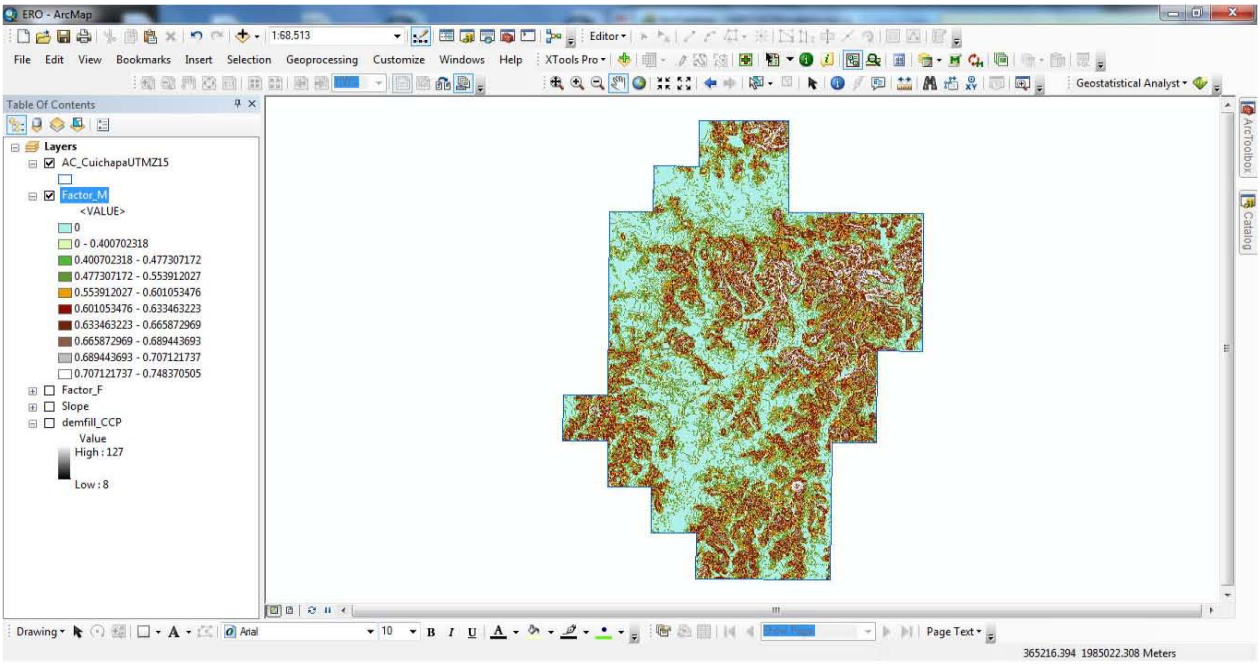


Figura 8. Factor M del Campo Cuichapa Poniente.

Cálculo del mapa de dirección de flujo.

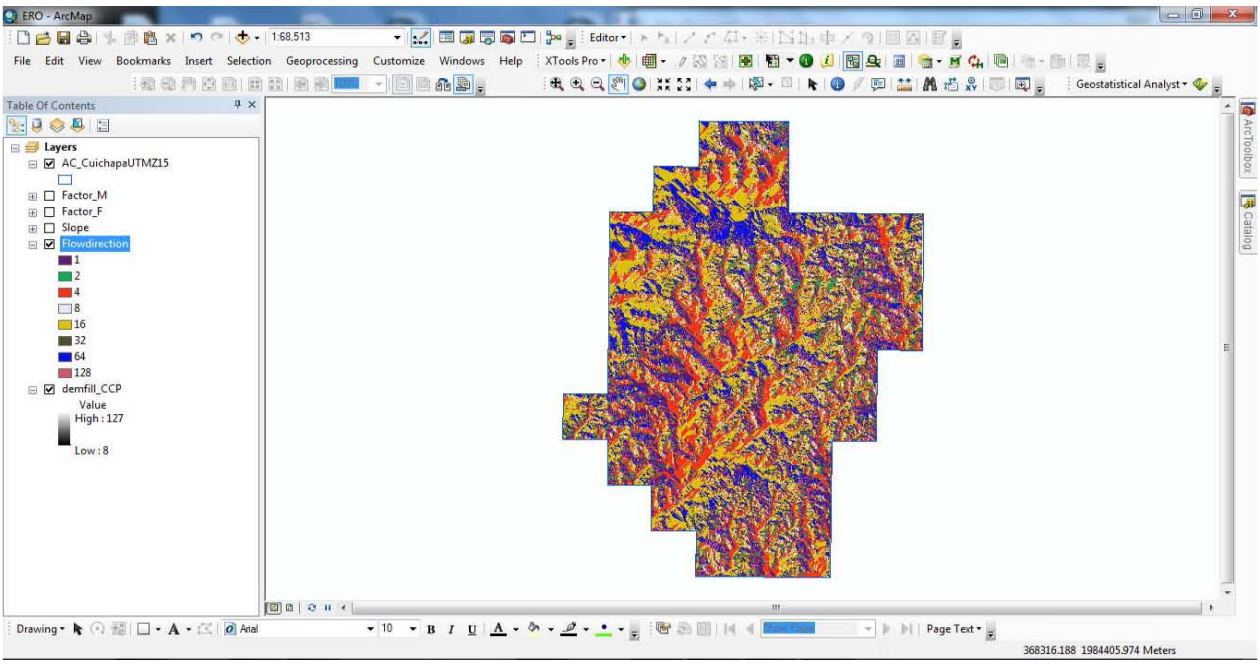


Figura 9. Dirección de flujo (Flow Direction) en el Campo Cuichapa Poniente.

Cálculo del mapa de acumulación.

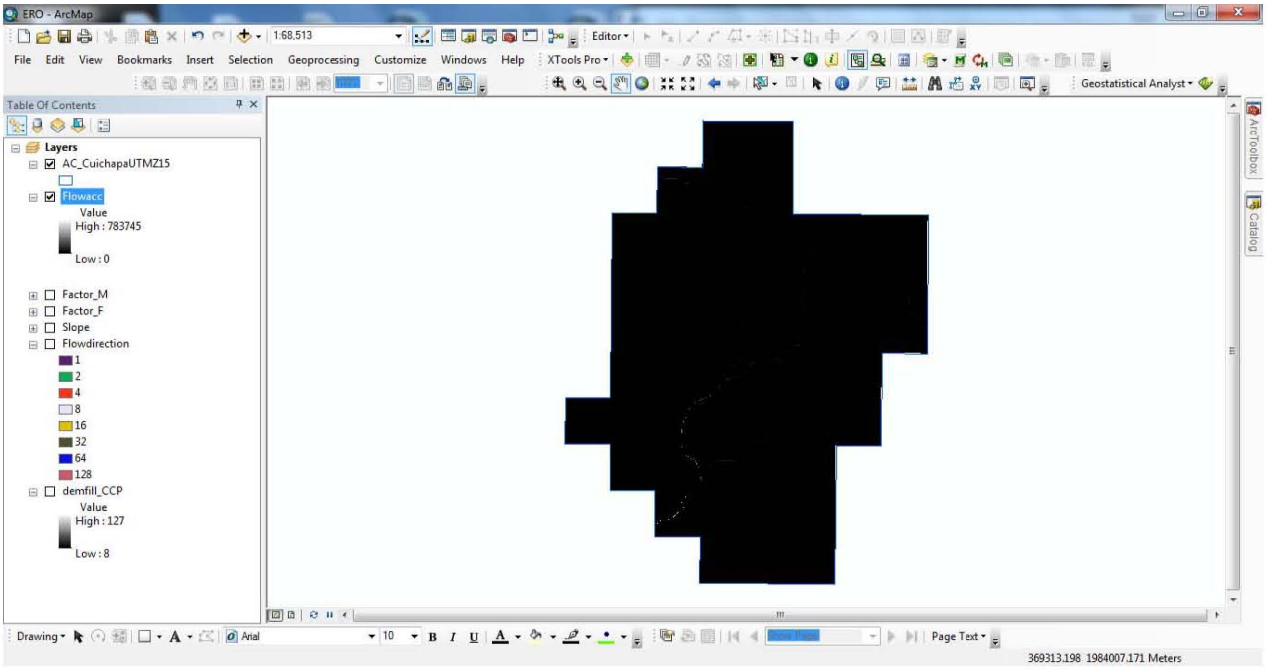


Figura 10. Acumulación de flujo (Flow Acumulation) en el Campo Cuichapa Poniente.

Calculo del Factor L.

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m * D^{m+2} * (22.13)^m}$$

Factor L: (Power (("Flowaculation" + 625), ("Factor_M" + 1)) - Power ("Flowaculation", ("Factor_M" + 1))) / (Power (25, ("Factor_M" + 2)) * Power (22.13,"Factor_M"))

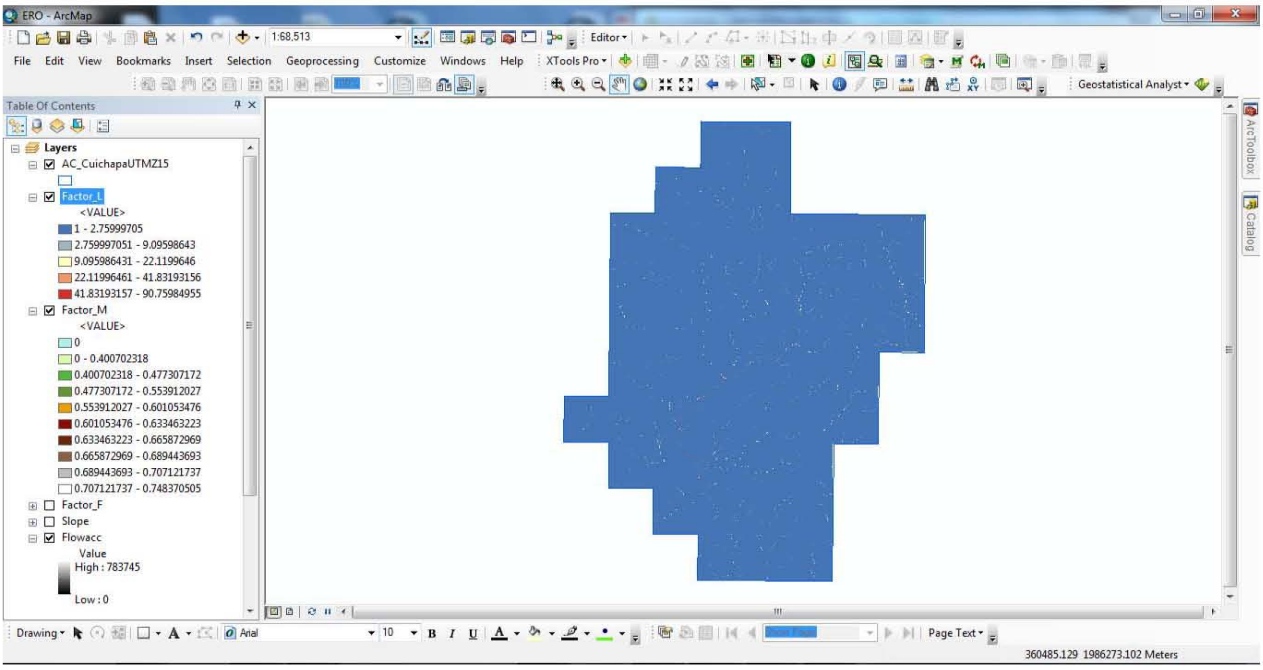


Figura 11. Factor L del Campo Cuichapa Poniente.

Factor de grado de pendiente, S. Este factor incorpora el efecto de la topografía a la EUPS.

El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL *et al.*, 1987, 1989).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

Velasco (2008) nos dice que, cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculator de Arcgis se debe tomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes, para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

Calculo del factor S.

Factor S: Con ((Tan ("Slope" * 0.01745) < 0.09), (10.08 * Sin ("Slope" * 0.01745) + 0.03), (16.8 * Sin ("Slope" * 0.01745) - 0.05))

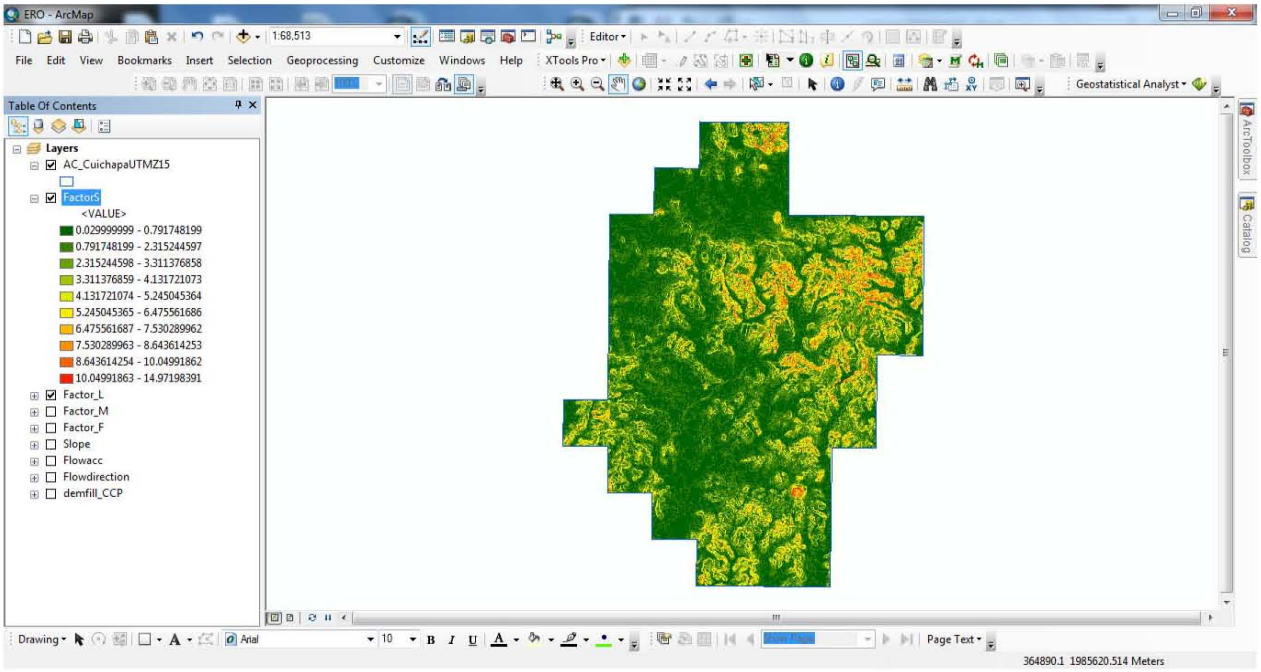


Figura 12. Factor S del Campo Cuichapa Poniente.

Calculo del factor LS. Para el cálculo del factor LS se ocupó la siguiente formula:

Factor LS: "Factor_L" * "Factor_S"

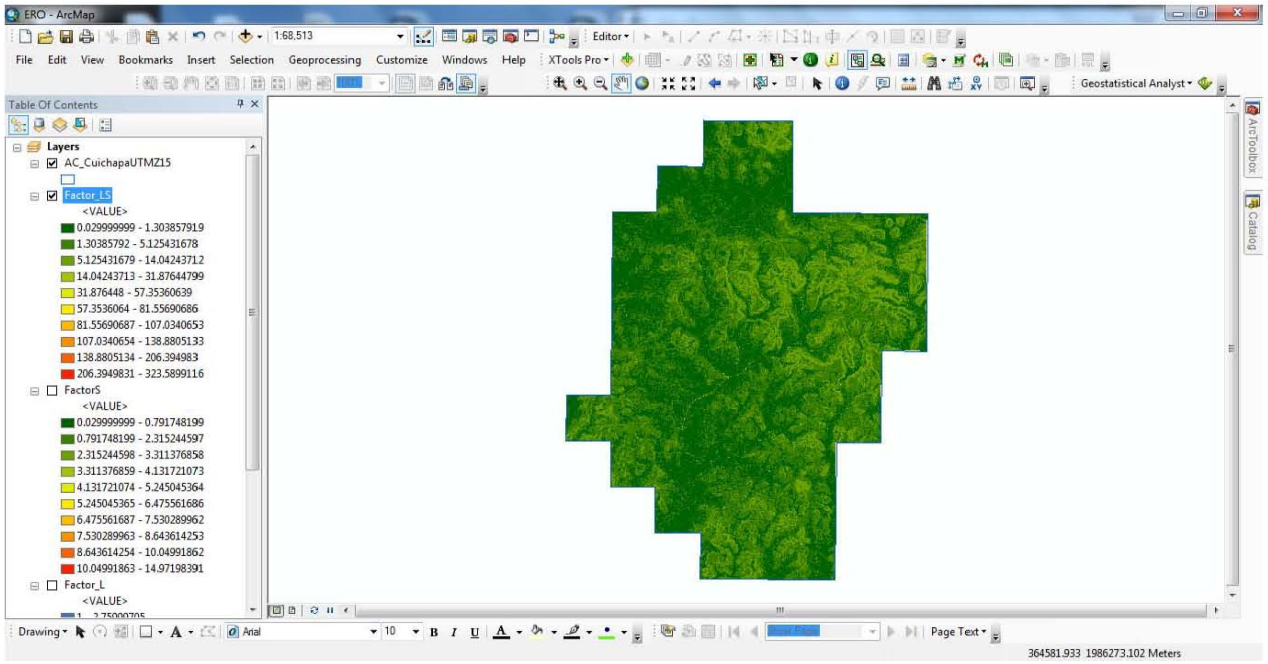


Figura 13. Factor LS del Campo Cuichapa Poniente.

Factor de uso y manejo del suelo y vegetación, C.

El parámetro de vegetación C, representa la capacidad de la vegetación para impedir el arrastre de sedimentos; es decir, si el suelo permanece desnudo durante la época de lluvias, su capacidad de permitir el arrastre de material es más alta que si tuviese algún tipo de cobertura. Los valores de C se obtuvieron del estudio realizado por la FAO (1989).

Tabla 9. Valores del factor C.

Tipo de Cobertura	Valor de C	Tipo de Cobertura	Valor de C
Bosque natural	0.003	Banano	0.09
Selva virgen	0.001	Cacao	0.062
Bosque secundario	0.007	Cultivos anuales	0.495
Pasto	0.009	Papa-zanahoria o papa-cebolla	0.615
Pasto (natural o mejorado)	0.008	Maíz	0.519
Vegetación natural baja (altura: 50 cm)	0.012	Tomate/chile dulce	0.502
Cultivos perennes	0.079	Caña	0.263
Café	0.09		

Fuente: FAO (1989).

Cálculo del factor C. Los valores del factor C ocupados para el CCP se obtuvieron en base a las coberturas de la capa de usos de suelo y vegetación realizados para el estudio.

Tabla 10. Valores de C para usos de suelo y vegetación del Campo Cuichapa Poniente.

Uso de suelo y vegetación	Factor C	Uso de suelo y vegetación	Factor C
Cuerpo de agua	0	Presa de desechos	0.004
Instalaciones industriales	0.5	Selva alta perennifolia	0.001
Instalaciones petroleras	0.5	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	0.001
Mancha urbana	0.45	Sin vegetación aparente	0.45
Pastizal	0.009	Vegetación de galería	0.01
Plantación forestal	0.001	Vegetación secundaria	0.001
Popal	0.004	Vialidad	0.45

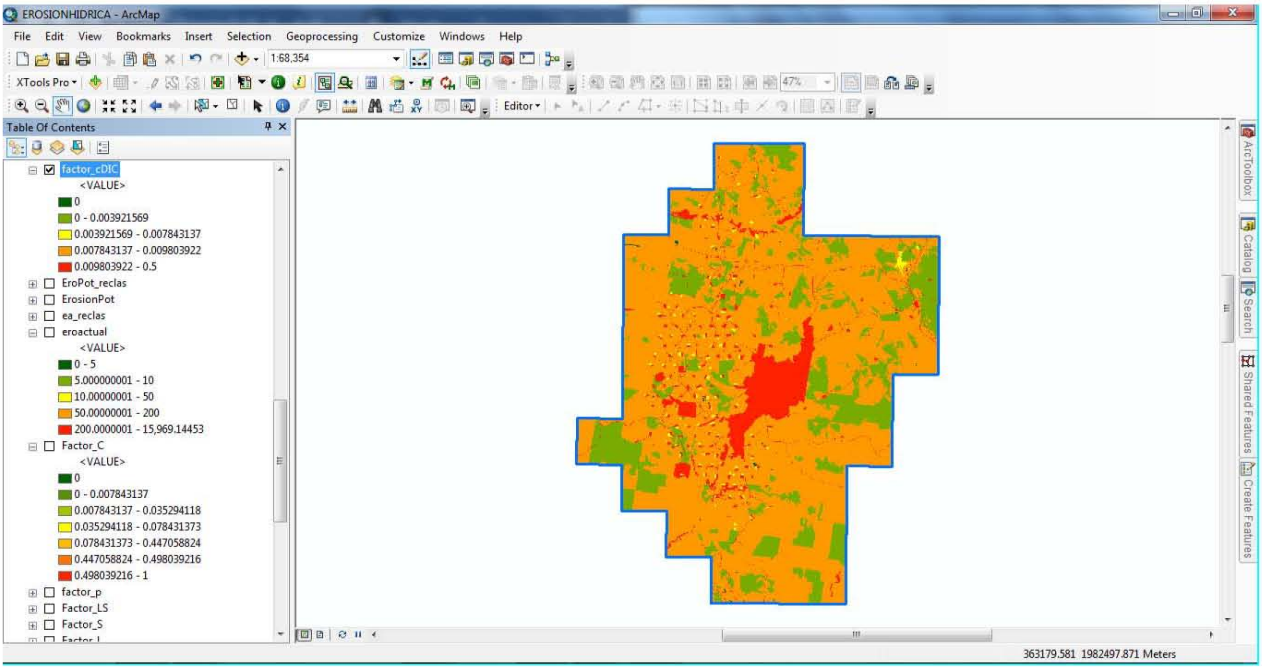


Figura 14. Factor C del Campo Cuichapa Poniente.

Factor P.

El valor del factor P es adimensional y se encuentra entre 0 y 1, es decir, cuando P toma valores cercanos a cero, nos indicará que el suelo no está siendo erosionado debido a las prácticas mecánicas de conservación; y cuando toma el valor de 1, nos indica que se tiene la erosión máxima o potencial debido a que no existen prácticas. Este dato fue proporcionado con la información de los recorridos de campo que se realizaron.

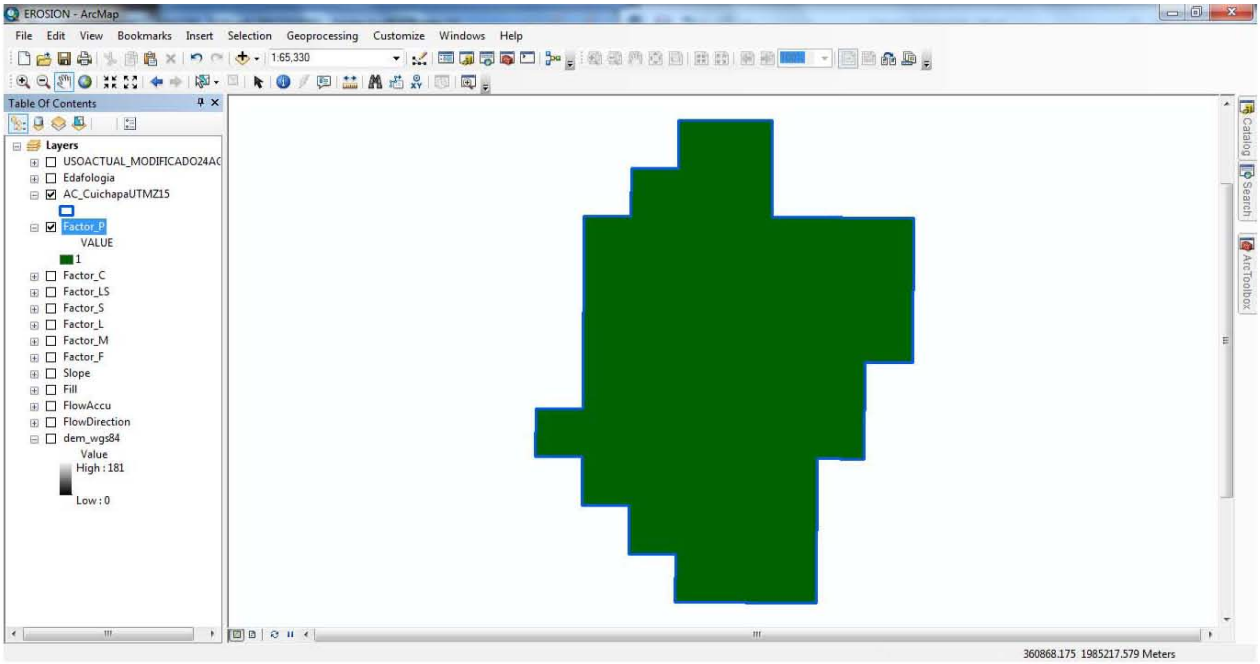


Figura 15. Factor P del Campo Cuichapa Poniente.

De esta forma se obtuvo un plano de degradación por erosión hídrica potencial y actual con los siguientes rangos ocupados del sistema de clasificación de erosión hídrica propuesto por Wischmeier y Smith, el cual contempla cinco niveles de erosión.

Tabla 11. Valores de erosión hídrica e intervalos de clases propuestas por Wischmeier y Smith.

Clase de erosión	Perdida de suelo t/ha/a
Incipiente	<5
Ligera	5-10
Moderada	10-50
Severa	50-200
Muy Severa	Más de 200

7.10 Infiltración.

Metodología para el cálculo de agua infiltrada para recarga de acuíferos.

Para estimar la recarga vertical por lluvias en el CCP se utilizaron SIG en el que se incluyó la ecuación general de balance hidrológico.

Se usaron datos de precipitación y temperatura de estaciones climatológicas ubicadas en zonas adyacente al área de estudio. Los datos se interpolaron para obtener bandas de distribución que se elaboraron para generar los modelos de precipitación anual y temperatura media anual para el CCP.

Con la fórmula de Turc (1954) se generó el modelo de evapotranspiración; así mismo, con información del uso de suelo y vegetación, edafología y precipitación, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 se obtuvo el mapa de coeficiente de escurrimiento, modelo con el cual se calculó el mapa de escurrimiento del área de estudio. Con la diferencia entre los modelos de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento, se obtiene el mapa de infiltración del CCP. La resolución espacial de todos los modelos generados fue de 15 m.

Por consiguiente, para calcular la infiltración o recarga se utilizó la ecuación de balance en su forma reducida (Castany 1971) citado por Cruz-Falcón *et al*. (2011):

$$P = Es + Et + I$$

donde:

P = precipitación
Es = escurrimiento superficial
Et = evapotranspiración
I = infiltración o recarga

Por tanto:

$$I = P - Et - Es$$

A continuación, se describe la metodología utilizada para calcular cada uno de los componentes de la fórmula del balance.

Precipitación (P).

En este estudio se consideraron los datos de precipitación total mensual en milímetros de las estaciones climáticas facilitadas por la CONAGUA.

Para el cálculo del modelo de la precipitación del CCP se ocuparon los datos de la precipitación anual de 5 estaciones meteorológicas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 12. Estaciones meteorológicas utilizadas para el cálculo de la precipitación anual del Campo Cuichapa Poniente.

Estación	Clave	Latitud N	Longitud W	Precipitación anual mm
La Cangrejera	30456	18°7'30.00"	94°21'20.16"	2,841.11
Tancochapa	30167	17°52'24.96"	94°5'20.04"	2,296.65
Minatitlán	30107	17°59'20.04"	94°33'30.96"	2,043.25
Coatzacoalcos	30027	18°8'25.08"	94°31'19.92"	2,279.37
Tierra Morada	30327	17°34'18.84"	94°9'47.88"	2,600.11

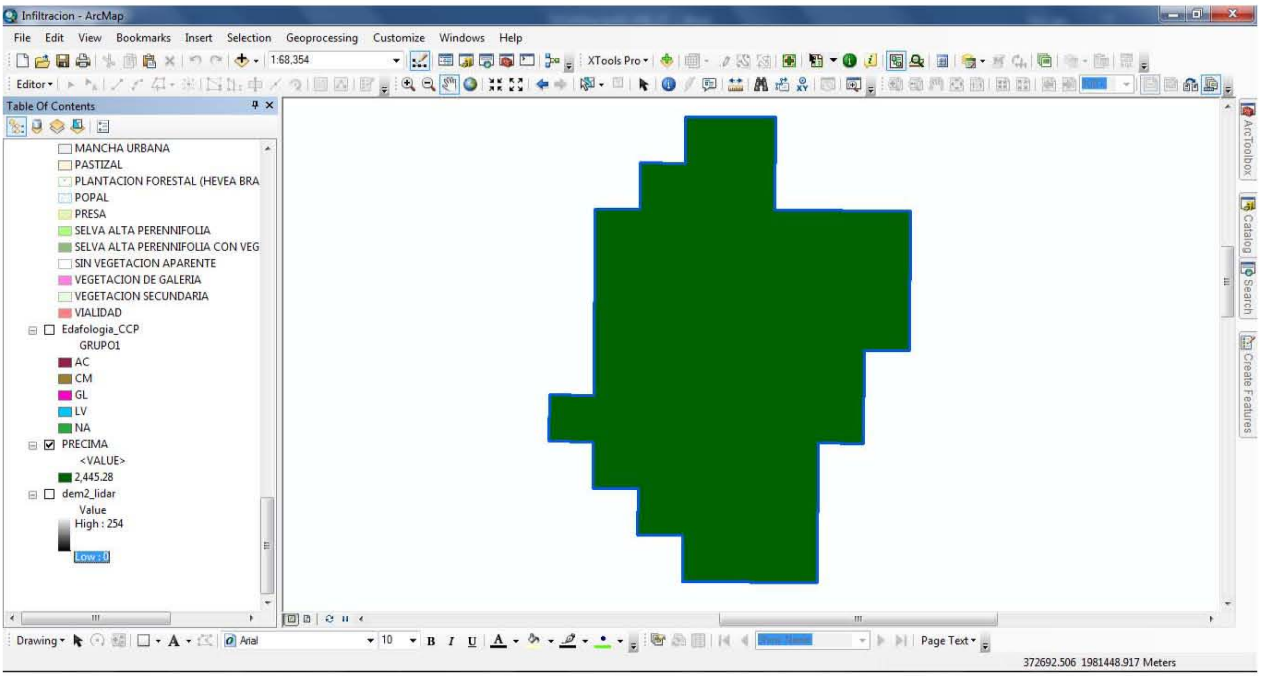


Figura 16. Mapa de precipitación media del Campo Cuichapa Poniente.

- **Captación (Pp x área).**

La captación bruta es la cantidad de agua obtenida por la precipitación (vertical + horizontal) por unidad de área del territorio (cuenca y subcuencas). El resultado de este cálculo se da en m^3.

Para el presente estudio, este dato se obtuvo con la multiplicación de la precipitación vertical por el área total del proyecto.

- **Temperatura.**

Los valores mensuales de temperatura se promediaron para obtener la temperatura anual de cada año para cada estación, luego se realizó el promedio las temperaturas de 30 años de cada estación para obtener las temperaturas medias anuales (TMA). Se interpolaron para generar el modelo de temperatura (isotermas) siguiendo los mismos pasos que para obtener el modelo de precipitación (isoyetas).

- **Evapotranspiración (Et).**

La evapotranspiración es la cantidad de agua que retorna a la atmósfera, tanto por transpiración de la vegetación como por evaporación del suelo. Su magnitud depende del agua realmente disponible, es decir la que el suelo ha logrado retener para el consumo de la vegetación, así como la que ha sido interceptada por ésta.

Se utilizó la ecuación de Turc para estimar la Evapotranspiración del CCP.

Turc (1954) propuso un método sencillo, basado en la Temperatura y la Precipitación. Al igual que otros métodos basados en la correlación entre la precipitación como única recarga y la evaporación.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Con: $L = 300 + 25 * T + 0.05 * T^3$

Donde:

ETR = Evapotranspiración real (mm)
P = Precipitación anual (mm)
T = Temperatura media anual (°C)

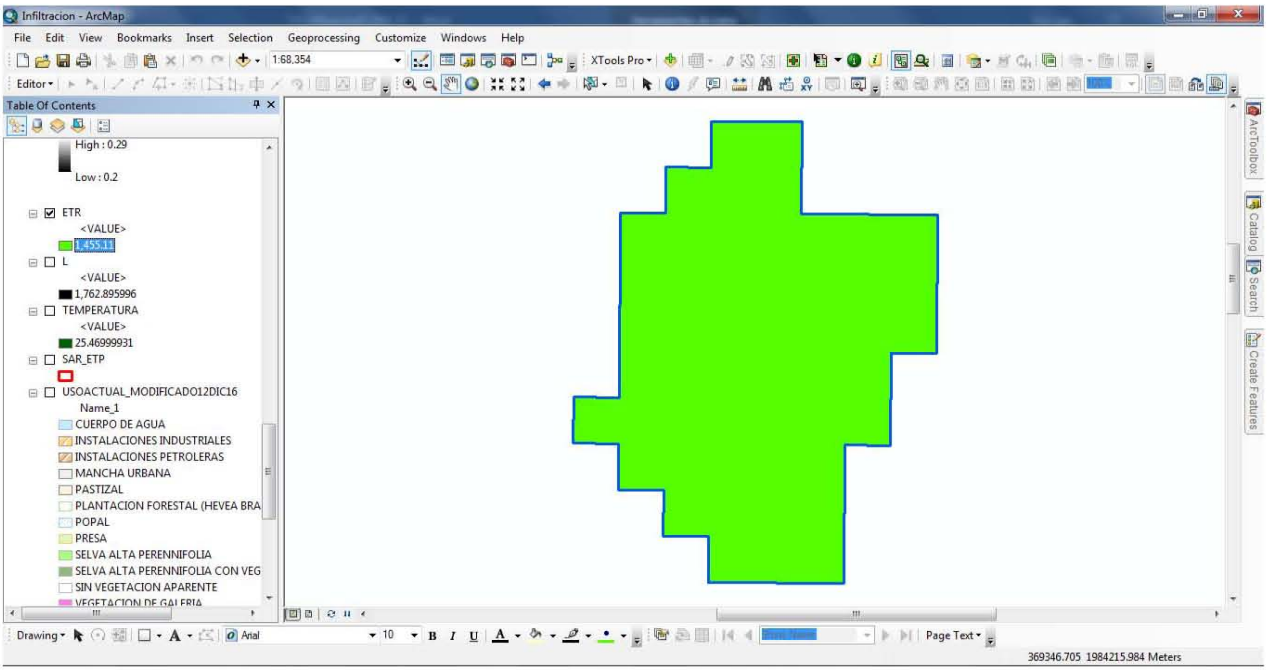


Figura 17. Mapa de Evapotranspiración del Campo Cuichapa Poniente.

Escurrimiento (Es)

Para construir este modelo fue necesario obtener primero un modelo de coeficiente de escurrimiento (Ce), el cual se generó a partir del cálculo de coeficientes de escurrimiento en el que se utiliza un parámetro K que depende del tipo y uso de suelo, así como la precipitación.

Para determinar el efecto de la cobertura vegetal se ocupó la cartografía de uso de suelo y vegetación generada para el proyecto. Además, se ocuparon los aspectos edafológicos (o suelos) de las cartas edafológicas en escala 1: 250,000 serie II del INEGI, que contienen la base de datos de unidades, subunidades, texturas y fases físicas.

Para el tipo de suelo se consideró principalmente la textura y fase física tomando en cuenta que el CCP está constituida en su mayor parte y en este orden, por Cambisol y Luvisol.

Para obtener el **Ce** se utilizó la expresión empírica de la NOM-011-CONAGUA-2015.

$$Ce = K (P – 250) / 2000 + (K - 0.15 / 1.5) \text{ (para } K > 0.15)$$
$$Ce = K (P - 250 / 2000) \text{ (para } K \leq 0.15)$$

donde:

Ce = coeficiente de escurrimiento anual (adimensional).
K = parámetro que depende del uso y tipo de suelo.
P = precipitación.

Con el producto del modelo de precipitación y con el de coeficiente de escurrimiento, se generó el modelo de escurrimiento.

Infiltración

La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo.

Al modelo de precipitación se le restaron los modelos de evapotranspiración y escurrimiento para generar el modelo de infiltración, de acuerdo con la siguiente expresión.

$$I = P-Et-Es$$

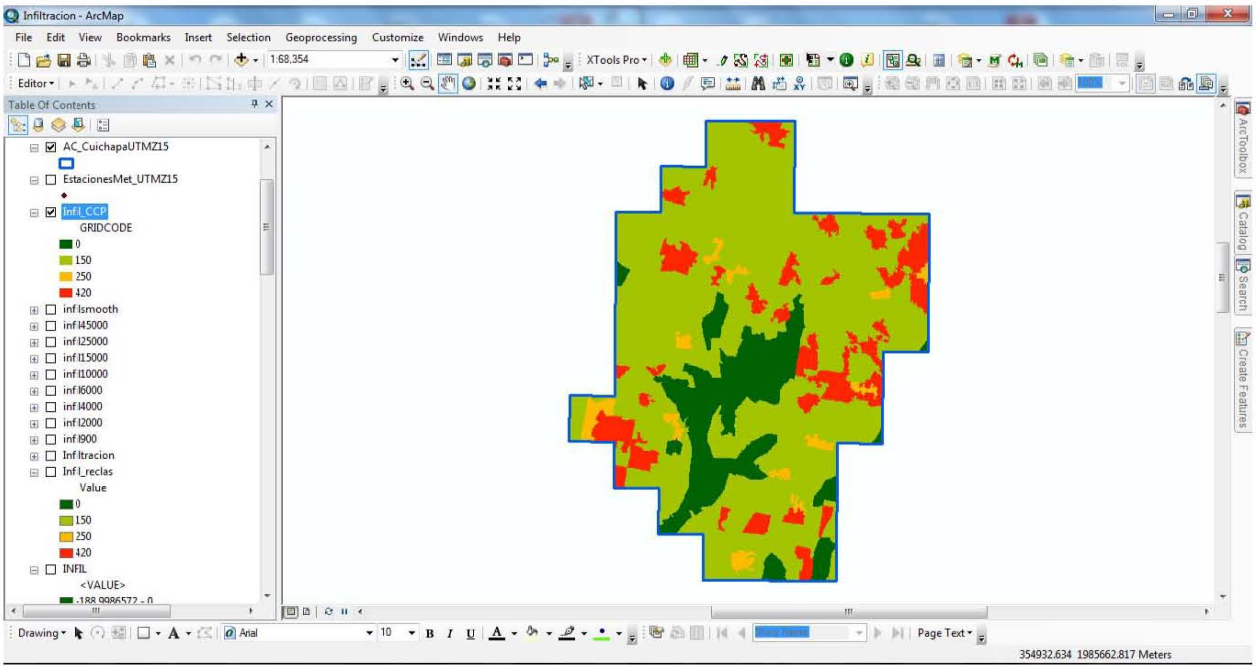


Figura 18. Mapa de infiltración pluvial en mm del Campo Cuichapa Poniente.

La cantidad de precipitación resultante por unidad de área del proyecto lo denominamos como recarga potencial anual al acuífero y el resultado se obtiene en m^3/ha/año.

Apéndice 2 Estaciones climatológicas adicionales para el cálculo de infiltración.

7.11 Biota terrestre.
7.11.1 Flora.

Para el contexto regional, se describieron los aspectos florísticos de la Región Caribea, específicamente de la Provincia Costa del Golfo de México. Dicha provincia se extiende en forma de una franja continua a lo largo de las partes bajas de los estados de Veracruz y Tabasco, ocupando casi todo su territorio (Rzedowski, 2006), área donde se localiza el CCP.

Con los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica, de los recorridos y el muestreo de la vegetación realizada en campo, se elaboró un listado florístico por familia, género y especie, mismo que se revisó para identificar especies con estatus de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

En cuanto al contexto local se definieron y describieron los tipos de vegetación presentes en el área de estudio considerando la composición de las comunidades vegetales, clasificándose en base a las agrupaciones vegetales identificadas en campo y la establecida por el INEGI, descritas en la guía para la interpretación de cartografía de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000 Serie V (2015). Este sistema está basado en los trabajos de Faustino Miranda y E. Hernández (1963) y Jerzy Rzedowski (1978, 2006).

Se integró un anexo fotográfico correspondiente a los tipos de vegetación, las especies dominantes y especies con algún estatus de protección identificadas durante los muestreos y recorridos de campo.

Información preliminar del área mediante cartografía de usos de suelo y vegetación.

Con el apoyo de la cartografía de uso de suelo y vegetación serie V de INEGI, Google Earth y la imagen satelital WV2 del CCP adquirida para la realización del estudio se identificó la distribución de las comunidades vegetales y los usos de suelo de manera preliminar. Dicha distribución sirvió de base para la definición de un sistema de muestreo selectivo sobre las comunidades vegetales que presentaron algún interés en particular.

Revisión bibliográfica.

Con la finalidad de conocer las especies que se distribuían en la zona se llevó a cabo una revisión y análisis de información de antecedentes bibliográficos del área; con los datos obtenidos se preparó un listado preliminar de especies de flora y una guía de campo para su uso durante los muestreos y recorridos de campo.

Para definir las características de la flora, se realizó una revisión bibliográfica del área y/o de zonas con características bióticas afines, provenientes de fuentes de información oficiales disponibles, tales como la CONABIO, así como de publicaciones especializadas en el tema, tesis y documentos relacionados.

Muestreo de la vegetación.

Para describir la composición florística y estructural de las comunidades presentes, se aplicó un sistema de muestreo selectivo en el cual se establecieron 15 unidades o sitios de muestreo mediante el método de parcelas circulares para los estratos arbóreo y arbustivo (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Por su parte para el estrato herbáceo se establecieron sitios en forma de cuadrantes.

Las dimensiones de los sitios de muestreo dependen de los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo); para árboles las parcelas corresponden a 500 m^2; para arbustos de 100 m^2 y para especies herbáceas los cuadrantes de 1 m^2.

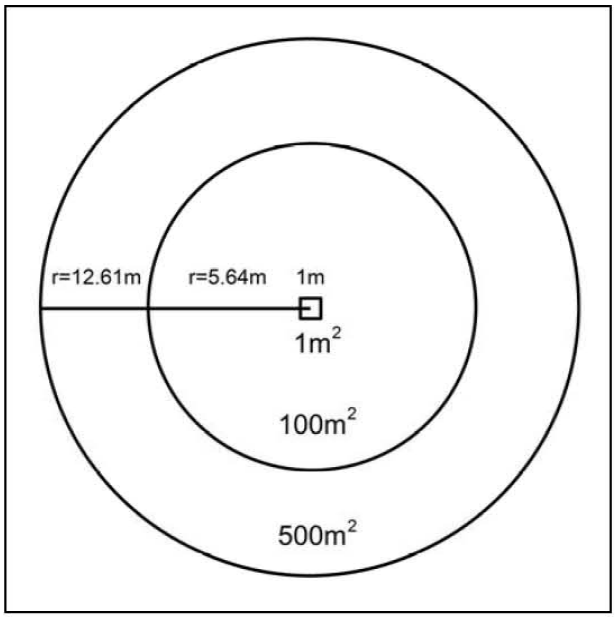


Figura 19. Distribución de los sitios de muestreo para los diferentes estratos, arbóreo (500 m^2), arbustivo (100 m^2) y herbáceo (1 m^2).

Mediciones en campo.

La medición y el levantamiento de los parámetros estructurales de las comunidades vegetales se realizó con el apoyo del formato Muestreo de vegetación F-SEA-009 para cada estrato, en ellos se registró el nombre de la especie (nombre común o nombre científico), cobertura, diámetro a la altura del pecho (DAP) para el componente arbóreo, altura promedio (para cada individuo ubicado dentro del límite del sitio de muestreo), las coordenadas de los sitios con el empleo de un receptor GPS, entre otros.

Para el caso del estrato arbóreo se registraron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP: a una altura de 1.30 m) ≥ 5 cm.

Valor de Importancia Ecológica.

En una comunidad vegetal, el valor de importancia ecológica, considerando que se calcula por estrato, es un indicador de la abundancia de cada una de las especies presentes; del mismo modo es un indicador de las especies que dominan en términos de que son las más abundantes. El Valor de Importancia es el promedio del valor de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa.

Con los datos obtenidos en el muestreo de vegetación de las comunidades vegetales en campo se calcularon los atributos de densidad, dominancia y frecuencia; con la suma de los valores relativos de estas variables se estimó para cada especie el índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Los cálculos de los valores anteriores se realizaron aplicando las siguientes relaciones:

$$Valor\ de\ importancia = \frac{Dominancia\ relativa + Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa}{3}$$

La dominancia (área basal o cobertura) relativa:

$$Domincia\ relativa = \frac{Dominancia\ absoluta\ por\ especie}{Dominancia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \text{X}\ 100$$

Donde:

$$Domincia\ absoluta = \frac{Área\ basal\ o\ cobertura\ por\ especie}{Área\ muestreada}$$

La densidad relativa:

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \text{X}\ 100$$

Donde:

$$Densidad\ absoluta = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

La frecuencia relativa:

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \text{X}\ 100$$

Donde:

$$Frecuencia\ absoluta = Numero\ de\ veces\ de\ ocurrencia\ de\ la\ especie$$

Finalmente, se obtiene el valor de importancia por especie con la sumatoria de valores de cada uno de los atributos ecológicos.

Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)

El índice más utilizado para cuantificar la diversidad en comunidades vegetales es el índice de Shannon – Wiener. De acuerdo con este índice un mayor número de especies y una mayor uniformidad en la distribución de su abundancia incrementan la diversidad de una comunidad. Para la estimación de la diversidad se utilizaron logaritmos naturales (Magurran 1988; Margalef 1991), por lo cual el índice se expresa en “nats” (Pielou 1969).

El valor del índice de diversidad de Shannon se obtiene con la siguiente ecuación:

$$H' = \sum \text{Pi} \ln \text{Pi}$$

Dónde:

H´ = Índice de Shannon (diversidad actual)
Pi = Es la frecuencia o densidad relativa por especie en cada sitio de muestreo Fri / ∑Fri
Fri = Frecuencia o densidad relativa de la especie i
∑ Fri = Sumatoria de todas las frecuencias o densidades de todas las especies observadas

Índice de equitatividad de Pielou (J´)

El índice de equitatividad o equidad de Pielou, mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada para una comunidad, es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies, a medida que dicho índice se acerque al valor de 1.0 o 100%. De acuerdo con los valores de diversidad actual y diversidad máxima, obtenidos para cada una de las comunidades vegetales, se estima la equitatividad, siendo esta un cociente de ambos valores de diversidad, expresada en porciento.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

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

Dónde:

J´ = Índice de equitatividad
H´ = Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)
H´max. = ln(S) Diversidad máxima potencial
S = Número de especies

Tipos de vegetación.

La clasificación de las comunidades vegetales se realizó en base al sistema de clasificación de vegetación del INEGI (2015), dicho sistema está basado en los trabajos de Faustino Miranda y E. Hernández (1963) y Jerzy Rzedowski (1978, 2006).

Con los resultados obtenidos de los muestreos se definieron y describieron los tipos de vegetación presentes en el CCP considerando, su composición, además se elaboró, un listado florístico ordenado por familia, género, especie y nombre común.

Obtención de la distribución actual de usos del suelo y tipos de vegetación del Campo Cuichapa Poniente mediante imagen satelital.

Los usos de suelo y tipos de vegetación que se distribuyen en el área de estudio se determinaron mediante la clasificación por segmentación de bandas de la imagen de archivo del 11 de abril de 2016 del satélite WorldView 2 adquirida para el CCP.

La segmentación es un proceso por el cual los píxeles de una imagen se agrupan con base a su simetría en el espectro. Una ventana móvil recorre todo el espacio de las bandas de entrada buscando píxeles similares y los segmentos se definen de acuerdo a parámetros establecidos de similitud.

La clasificación por segmentación tiene por objetivo crear grupos de píxeles contiguos con respuesta espectral homogénea y consiste en cuatro pasos:

1. Segmentación de la imagen.
2. Definición de polígonos de entrenamiento
3. Clasificación de máxima verosimilitud.
4. Clasificación por segmentación.

1. Segmentación de la imagen.

Como primer paso, se creó una imagen compuesta de segmentos con similitud espectral utilizando un vecindario móvil local para evaluar la similitud espacial y espectral de 6 de las 8 bandas de la imagen espectral del satélite WorldView II adquirida para este proyecto y así, definir segmentos de acuerdo a un umbral de similitud predefinido. Después de analizar las 8 diferentes bandas de las que se compone la imagen espectral se seleccionaron 6, asignándoles una ponderación según la importancia en la que participan en la segmentación.

Tabla 13. Bandas que componen la imagen espectral.

No. de Banda	Banda	Respuesta Espectral	Ponderación %
3	Green	510-580 nm	10
4	Yellow	585-625 nm	20
5	Red	630-690 nm	20
6	Red-Edge	705-745 nm	30
7	NIR1	770-895 nm	10
8	NIR2	860-1040 nm	10

A la banda 6 (Red-Edge) fue la que se le asignó mayor valor por aportar la mayor reflectancia en relación a la vegetación convirtiéndose en la más importante para la clasificación de la vegetación.

El proceso de definición de segmentos consistió en tres procedimientos:

1. Derivar una superficie continua de varianza para cada imagen del área del proyecto. A los pixeles más homogéneos se les asignó valores de varianza bajos, mientras que a los pixeles en los bordes de áreas homogéneas se les asignó valores de varianza altos. La superficie final de varianza fue el promedio de las superficies de varianza para cada una de las bandas de la imagen utilizada.
2. Delinear "cuencas" utilizando la superficie de varianza como un modelo digital de elevación. Los pixeles que cayeron dentro de cada cuenca se agruparon y se les asignó un identificador numérico único.
3. Fusionar cuencas para formar segmentos finales de acuerdo a las siguientes directrices:

    a. Los segmentos deben ser adyacentes y mutuamente similares.
    b. La diferencia entre medias aritméticas y desviaciones estándar de cuencas a fusionar debe ser menor que un umbral predefinido.

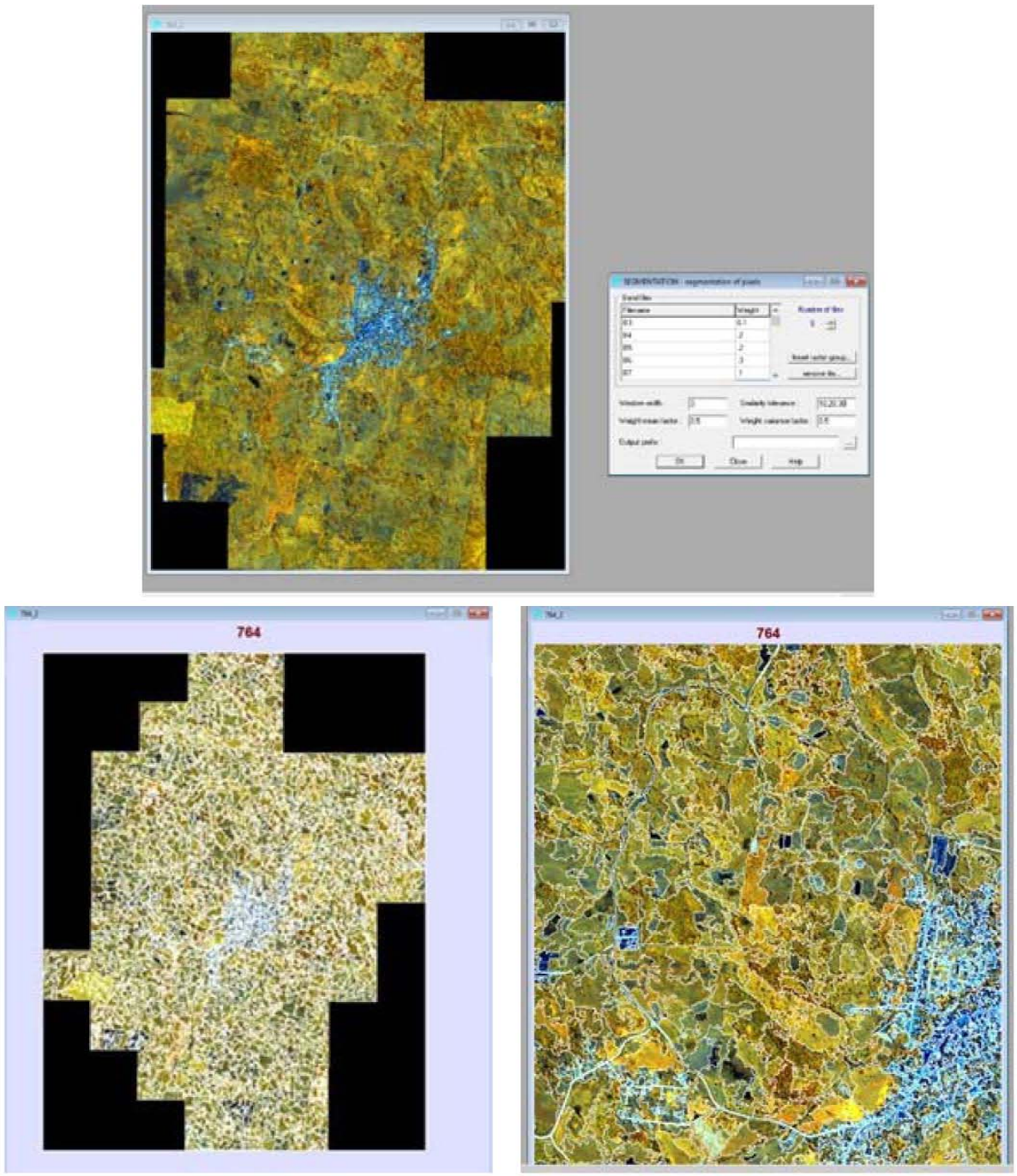


Figura 20. Segmentación de bandas.

En la primera figura observamos la preparación de la segmentación de las 6 bandas seleccionadas; en las dos siguientes se aprecia el resultado de la segmentación, el cual se trata de una superposición de la imagen y los polígonos resultantes de la segmentación. Cada polígono encierra pixeles similares que sirvieron para el posterior paso.

2. Definición de polígonos de entrenamiento.

En este paso, se definieron polígonos de entrenamiento y firmas espectrales para los diferentes tipos de vegetación y otras coberturas del suelo del área a partir de las imágenes segmentadas, con el apoyo de los recorridos de campo y los 21 sitios de verificación de la vegetación y uso del suelo del CCP efectuados por personal de campo.

En este paso se localizaron un buen número de polígonos conocidos en el área de estudio y que resultaron bien delineados por la segmentación; entre más polígonos asignados a una clase en específico, se construye una firma espectral más amplia y con menos confusión con el objetivo de que pudieran ser detectados todos los pixeles dentro de la firma en la imagen analizada.

En este momento, se construyó una tabla de todos los posibles tipos de suelo delimitados en la zona de estudio. Cada tipo de suelo fue representado al menos con 15 parcelas de entrenamiento, localizadas en toda la superficie de la imagen.

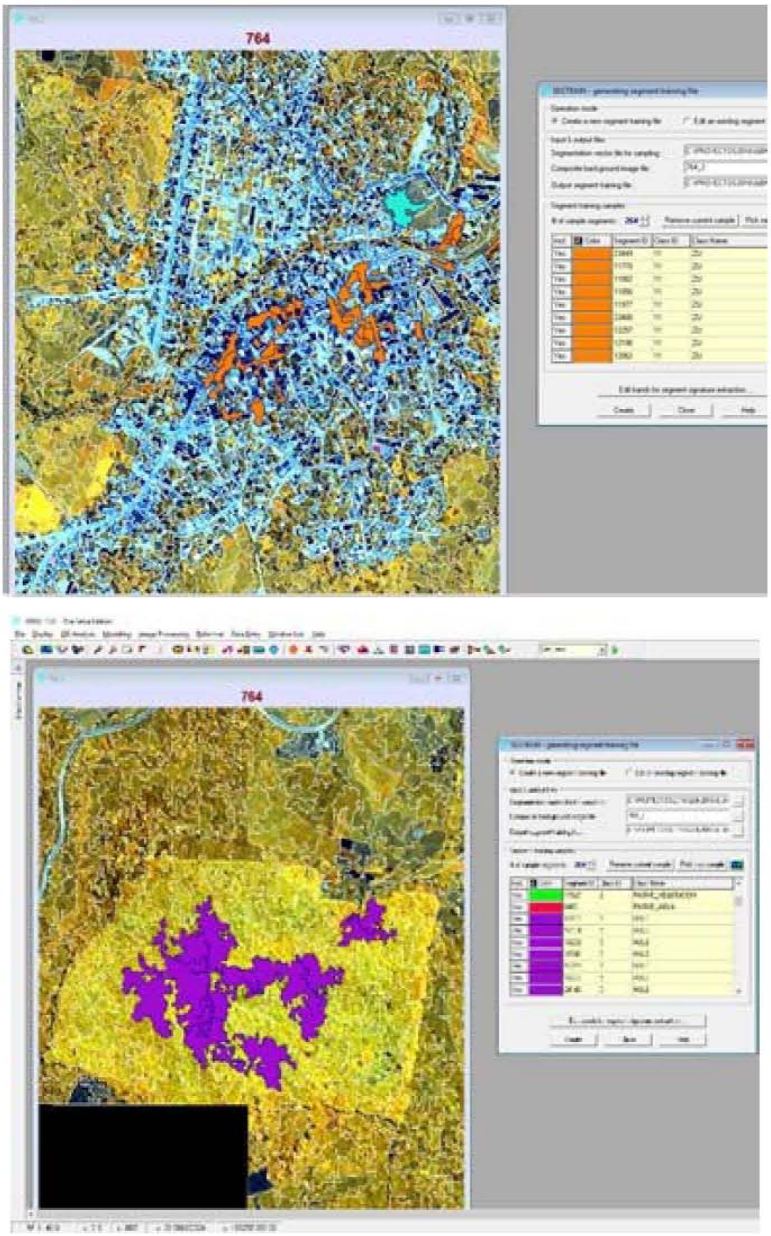


Figura 21. Definición de sitios de entrenamiento.

En las figuras anteriores observamos ejemplos de la selección de polígonos para dos clases, zona urbana y plantación forestal.

3. Clasificación de máxima verosimilitud.

Posteriormente, se clasificaron las imágenes del proyecto utilizando un algoritmo no supervisado de máxima verosimilitud tomando como entrada las firmas espectrales derivadas de los segmentos de entrenamiento. A cada clase determinada en los segmentos de entrenamiento, se le asignó un peso específico, en donde la suma de

todos los pesos fue igual a 100. De esta manera, los pixeles de las imágenes fueron asignados a la clase más apropiada en base a una comparación de la probabilidad de que los mismos pertenecían a cada clase de las firmas espectrales consideradas. El resultado de esta clasificación por máxima verosimilitud se utiliza como auxiliar en la última fase de la clasificación por segmentación.

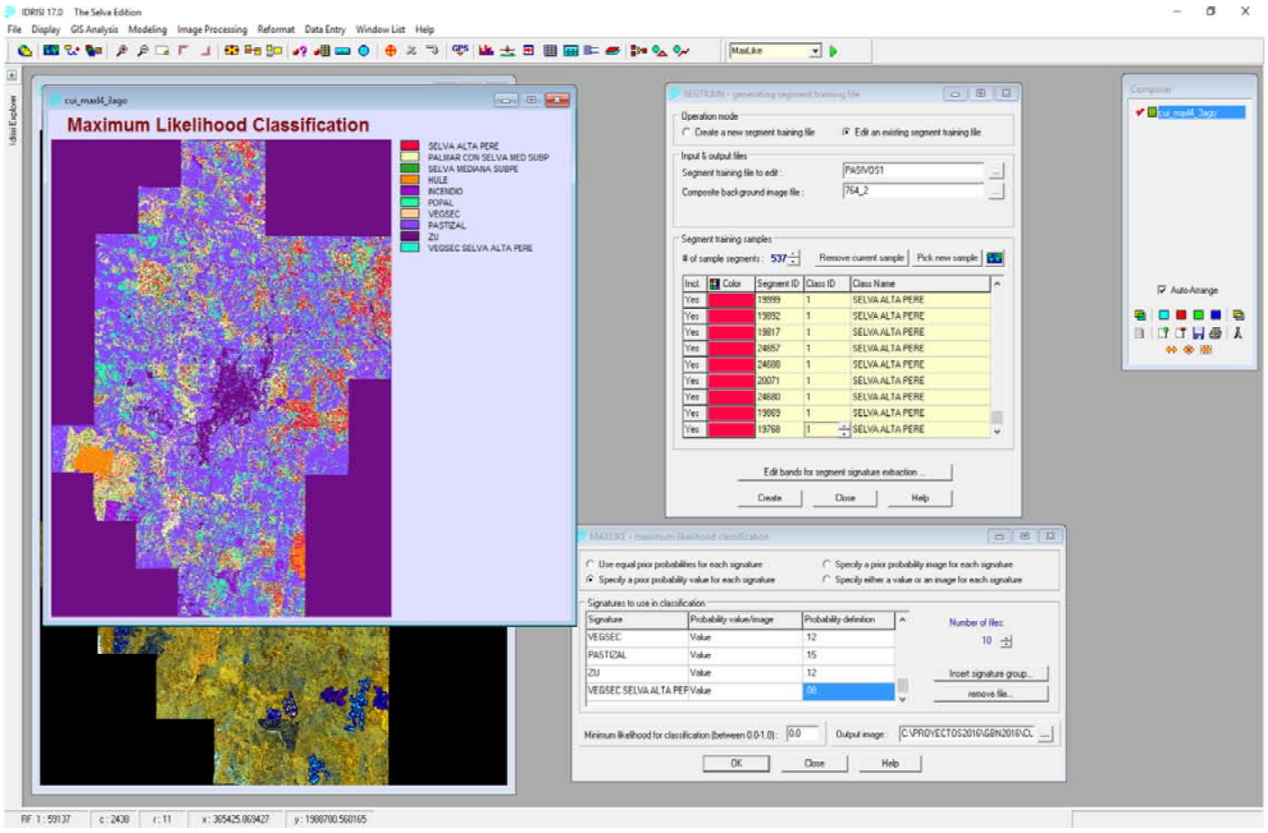


Figura 22. Clasificación de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood classification).

En la figura podemos observar el resultado de la clasificación intermedia la cual contiene una gran diversidad de polígonos.

Las clases con mayor probabilidad fueron el pastizal con 15%, las zonas urbanas con 12% y vegetación segundaria con 12%. El resto fueron disminuyendo según el grado de confusión de radiancias.

4. Clasificación por segmentación.

Finalmente, en el último paso de la clasificación por segmentación, se clasificó la totalidad de los segmentos en las clases listadas. Mediante la aplicación de un algoritmo de mayoría absoluta se definió la clase de cada segmento creado en el primer paso de la clasificación, utilizando como referencia la clasificación por máxima verosimilitud y las firmas espectrales derivadas anteriormente.

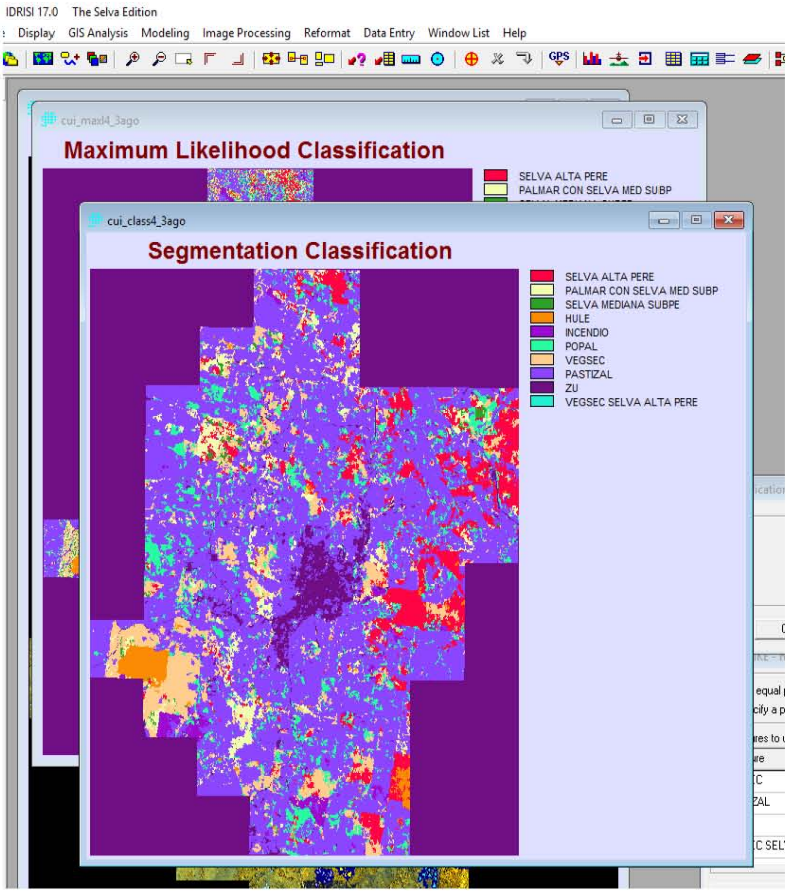


Figura 23. Clasificación por segmentación.

La clasificación por segmentación arrojó un número pequeño de polígonos, de buena precisión y con una buena delimitación de aquellas clases que tuvieron firmas espectrales parecidas. Sin embargo, existieron elementos en el terreno que se digitalizaron manualmente. Por ejemplo, hubo que dibujar el centro de todas las carreteras, caminos, brechas y después aplicarles un buffer para cada tipo de vialidad.

De igual forma, se delineo la infraestructura apreciable en la imagen como, infraestructura de Pemex, infraestructura industrial y zonas desprovistas de vegetación en donde sólo se apreciaba terreno desprovisto de vegetación.

Todos los elementos mencionados anteriormente, se fusionaron y formaron una poligonal que se intersectó con el resultado de la clasificación por segmentación para así obtener el resultado final.

El resultado final consiste en la distribución actual de las superficies de los usos de suelo y vegetación del CCP.

Identificación de especies con estatus de conservación en el área de estudio.

Se revisó el listado florístico obtenido para determinar la existencia de especies con estatus de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la UICN y la CITES.

Elaboración de anexos fotográficos.

Los registros fotográficos permitieron elaborar un anexo correspondiente a los tipos de vegetación, las especies dominantes y especies con algún estatus de protección identificados durante los muestreos y recorridos de campo.

7.11.2 Fauna.

Dentro del contexto regional, la composición y distribución faunística del área territorial del CCP fue descrita como parte de la Provincia del Golfo de México.

En contexto local, se describió la riqueza faunística del área y se obtuvieron las frecuencias relativas por clase y su representación gráfica.

Información preliminar.

Previo a los recorridos de campo, se identificaron mediante imágenes satelitales los sitios con potencial presencia de fauna, relacionándolos con las características vegetacionales y topográficas existentes que permitieron integrar el programa de recorridos el cual registró las principales especies terrestres ocurrentes en el área.

La definición de las características faunísticas se realizó a través de la revisión y análisis de antecedentes bibliográficos del área y/o de zonas con características bióticas afines, provenientes de fuentes de información oficial disponibles, tales como la SEMARNAT y la CONABIO, así como de publicaciones especializadas en el tema, tesis y documentos relacionados.

Muestreo por grupo faunístico.

Para determinar la presencia de especies de fauna en campo se aplicaron métodos directos e indirectos, registrando y geo referenciando las observaciones directas de los ejemplares, así como las observaciones de huellas, excretas, restos orgánicos, nidos y madrigueras, marcas en plantas o señales de alimentación.

Los avistamientos de los muestreos y recorridos de campo fueron registrados en los formatos F-SEA-005 Observaciones de fauna silvestre y F-SEA-013 Muestreo de fauna.

AVES

En aves el método seguido fue transectos en franjas, el cual permitió evaluar rápidamente comunidades de aves y suministrar datos de densidad.

La velocidad de recorrido fue variable según los tipos de hábitats presentes, manteniéndose la constante de 1 km/hora en transectos similares que permitieron efectuar análisis comparativos. Se realizaron paradas de algunos minutos durante el recorrido para escuchar la actividad de las especies.

MAMÍFEROS

Estaciones olfativas para carnívoros.

Las estaciones olfativas fueron implementadas en áreas circulares, limpias y aplanadas de 56.50 cm de radio (1 m² de superficie), en las cuales se cernió arena como sustrato para registrar las huellas de los individuos atraídos por el cebo depositado al centro, que consistió en piezas de sardina en conserva. Para asegurar el buen funcionamiento de las estaciones olfativas fue necesario activarlas mediante la impresión de la huella del pie sobre la arena.

Fotografía 1. Implementación de estación olfativa para mamíferos carnívoros.

Fotografía 2. Estación olfativa activada para mamíferos carnívoros.

La distancia entre las estaciones dependió de la especie a muestrear y del tipo de hábitat presente en el CCP, por lo que estuvieron alejadas entre 500 y 250 m en sitios abiertos, mientras que, para hábitats cerrados, las estaciones fueron armadas cercanas una de otras, pero nunca menos de 100 m para animales medianos y 50 m para especies pequeñas.

Utilización de cámaras trampa.

Las cámaras trampa automatizadas marca Bushnell modelo 119836 C fueron ubicadas mediante una planificación adecuada en sitios en donde se tuvieron registros de especies potencialmente presentes de acuerdo con los comentarios de los lugareños o bien en sitios cuyas condiciones y accidentes topográficos nos permitieron inferir su paso, como sendas y veredas descubiertas de vegetación, zonas alejadas de las vías de comunicación y de las viviendas, cerros, manchas de vegetación, entre otros.

Las cámaras fueron sujetas a troncos de árboles, a una altura adecuada (generalmente a 50 cm del nivel del suelo), lo que permitió alcanzar la mayor cobertura posible en veredas, entradas de madrigueras, u otros elementos que indicaron la presencia eventual de especies. Para garantizar la captura fotográfica de especies en los sitios seleccionados, es importante mencionar que se utilizaron fruta y carne como atrayentes.

Fotografía 3. Cámara-trampa bushnell colocada en sitio estratégico para la captura fotográfica de fauna silvestre.

Fotografía 4. Cámara-trampa con fruta como atrayente.

La distancia entre cámaras fue de 300 a 500 m y en la mayoría de los casos se estableció su colocación una frente a la otra a una distancia de 15-30 m aproximadamente a fin de obtener evidencias de los individuos en sus diferentes ángulos y hábitos, se cuidó en todo momento que las localizaciones de las mismas tuvieran el patrón de dirección norte-sur para evitar que la luz accionara las cámaras. Adicionalmente se consideraron las distancias hacia el sitio objetivo y el movimiento de la vegetación que pudieran activar los dispositivos en falso. La fauna fotografiada mediante la utilización de las cámaras trampa formó parte de los registros de campo, los cuales fueron considerados para determinar la diversidad de especies de la zona, tanto a nivel local como regional.

ANFIBIOS Y REPTILES

Transectos.

Los transectos para los anfibios y reptiles nos brindaron información sobre la composición de las especies, demografía, preferencias de hábitat, abundancia relativa y densidad.

Las dimensiones de los transectos fueron de 1 km de longitud, el ancho para anfibios fue de 1 m, mientras que para los reptiles tuvieron un ancho de 5 m, en ambos lados del eje de los mismos.

En los transectos establecidos para los muestreos, el observador registró los individuos avistados durante su recorrido, el cual se realizó a una velocidad de 1 km/h.

Determinación de la riqueza y abundancia de especies faunísticas.

Con la información de campo obtenida por los especialistas de GBN-AS y mediante la aplicación de herramientas estadísticas se obtuvieron los índices de abundancia y riqueza de las especies presentes en el área del proyecto. El índice de abundancia relativa se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$I = \#\ indicios/unidad\ de\ esfuerzo$$

Donde:

I = índice de abundancia relativa, # equivale al número de indicios como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras.
Unidad de esfuerzo = La abundancia se puede expresar en índices de abundancia relativa (el número de individuos detectados por unidad de esfuerzo, es decir, número de individuos por hora, número de individuos por kilómetro o número de individuos por punto de conteo (Wunderle 1994, Ojasti y Dallmeier 2000, Estades et al. 2006

Identificación de especies con estatus de conservación.

Se revisó y señaló el estado actual de conservación de las especies del listado faunístico del área de estudio consultando fuentes de información oficiales, los cuales fueron: NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN 2016-1 y CITES apéndices I, II y III en vigor a partir del 10 de marzo de 2016.

Geo referenciación y representación gráfica en mapas de distribución de la fauna observada y registrada en campo.

Los avistamientos de los muestreos y recorridos de campo fueron geo referenciados, con ello se elaboró un mapa de distribución local de los grupos faunísticos presentes

en el área de estudio, mismos que fueron alineados a las fuentes oficiales de información relativas a su distribución en México.

Elaboración de anexos.

Con la información generada a través de la revisión bibliográfica y la obtenida en campo se elaboraron documentos anexos al apartado de fauna; para el contexto regional se elaboró un listado de fauna por clase, orden, familia, especie, nombre común y estado actual de conservación, señalando además, las especies avistadas en campo; para el contexto local se integró un anexo fotográfico de las especies avistadas y fotografiadas en campo (incluyendo huellas, excretas, restos orgánicos, nidos y madrigueras, marcas en plantas o señales de alimentación), identificando aquellas con algún estatus de conservación.

7.12 Socioeconómico.

La descripción socioeconómica en el contexto regional, recurrió al Programa Región Olmeca 2013 – 2016, Programas Regionales Veracruzanos que permitió elaborar un diagnóstico del aspecto sociodemográfico, características de ubicación, colindancias, población, localidades y viviendas, así como las principales actividades económicas para la Región Olmeca.

El análisis conjunto de sociedad y economía del CCP se realizó utilizando la información oficial del Censo de Población y Vivienda (CPyV) 2010 de INEGI.

La base de datos de los tabulados básicos del CPyV 2010 permitió generar una descripción del municipio de Moloacán, tanto de algunas características de sus habitantes, tales como población por grupos de edades, migración, hablantes de lengua indígena, escolaridad, derechohabiencia a los servicios de salud y condición de actividad económica y servicios con los que cuentan sus viviendas (agua, luz, drenaje).

Las bases de información de resultados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes y de principales resultados por localidad, permitieron disponer de un panorama local sobre los habitantes del CCP, en variables que informan sobre la conexión a carretera, la disponibilidad de transporte público, las principales actividades económicas que realiza la población, así como la condición de habla indígena, la identificación de conflictos y problemas en la comunidad que vislumbran las autoridades locales o residentes que proporcionaron los datos.

El análisis de datos informativos de la CONAPO para indicadores de marginación y del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para indicadores de pobreza, permitieron diagnosticar el grado de tales indicadores en el municipio y las localidades del CCP.

7.13 Áreas sensibles.

Dentro del alcance de este estudio se definió como área sensible aquella zona próxima o localizada dentro del CCP con características particulares que pudieran generar alguna contingencia que influya en la población y en el ambiente; así como aquellas donde se localiza alguna especie con categoría de conservación por alguna institución oficial nacional o internacional.

En el contexto regional se identificaron y describieron aquellas áreas consideradas sensibles partiendo del análisis de instrumentos como el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y el Programa de Ordenamiento Ecológico (POE) de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, así como los que se describen a continuación:

- ANP de competencia federal, estatal, comunitaria y privada, en sus diversas categorías: reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de fauna y flora, santuarios, áreas naturales protegidas estatales, áreas comunitarias protegidas y áreas protegidas privadas.
- Áreas menores con características comunes difundidas por la CONABIO, como son las: Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); además de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).
- Corredores Biológicos en sus diferentes estructuras: Áreas Núcleo, Rutas de Conectividad, Zonas de Amortiguamiento, Hábitats Sumideros y/o Matriz del Corredor Biológico, por lo que se consultaron las páginas web de los diferentes niveles del gobierno mexicano y otras de importancia internacional que los regula.
- Rutas migratorias próximas al área de estudio, efectuando la revisión bibliográfica en la página de internet de PRONATURA Veracruz A. C. sobre las aves migratorias presentes en el estado y la revisión documental de fauna observada en campo con la finalidad de identificar las especies migratorias y enlistarlas.

Localmente se identificaron programas de desarrollo sustentables y proyectos de conservación, entre otros, estableciendo el alcance jurídico de los mismos y el grado de obligatoriedad para el proyecto; también, a través de los análisis cartográficos se identificaron los cuerpos y corrientes de agua, tipos de vegetación, escurrimientos, zonas geo hidrológicas y la geología, lo que en conjunto con la imagen satelital permitieron una descripción detallada de los elementos que integran el área de estudio para la determinación de las áreas sensibles.

Investigación bibliográfica.

Se consultaron fuentes de información oficiales como la CONANP y CONABIO, entre otros organismos e instituciones, para describir las áreas identificadas como sensibles; así como también se analizó la Manifestación de Impacto Ambiental Regional

Desarrollo de Actividades Petroleras del Proyecto Ogarrio Magallanes (MIA-R DAPPOM), ubicado entre los estados de Tabasco y Veracruz.

Para corredores biológicos se utilizó información referente al tema presentado por la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tabasco y MIA-R DAPPOM.

La determinación de corredores biológicos locales se hizo utilizando la imagen satelital de vegetación y uso de suelo, donde se seleccionaron los fragmentos de vegetación original con tamaño mayor a 25 ha y con la distancia máxima de separación entre cada uno (menor a 1 km), en base a ello se pudo determinar si un enlace tenia potencial para ser funcional o no. Para los enlaces de los corredores biológicos, la amplitud debió haber sido menor de 30 m y la distancia que separa a los parches con los enlaces la distancia establecida menor a 25 m.

Verificación en campo.

De acuerdo al análisis bibliográfico, durante los recorridos efectuados en campo se levantó un listado faunístico en el cual se registraron las aves que fueron observadas.

Determinación de las áreas sensibles.

Mediante las descripciones realizadas en los apartados correspondientes del presente estudio sobre el medio abiótico y el medio biótico, se determinaron los componentes con mayor susceptibilidad de ser modificadas o alteradas mediante los procesos naturales o antrópicos, además de aquellas que pudieran afectar las actividades u obras del sector petrolero. Los componentes considerados fueron: geomorfología, suelos, hidrología y vegetación.

El análisis geomorfológico se determinó a partir del Mapa Nacional susceptibilidad por inestabilidad de laderas donde se presentan los grados de susceptibilidad desde muy bajo a muy alto. De este mapa se determinaron tres tipos de sensibilidad alta, media y baja correspondiendo las áreas más sensibles aquellas donde se presentan movimientos de tierra que pudieran afectar la estabilidad de una instalación y bajos aquellos donde la incidencia de inestabilidad en casi nula o nula.

Las áreas sensibles en edafología se determinaron con base en las descripciones realizadas en las principales unidades de suelo y las mencionadas en el Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz, ya que el tipo de suelo determina las condiciones de conservación o deterioro de ductos; así como la permeabilidad que tienen sobre la ocurrencia de un derrame.

Hidrológicamente se catalogaron las áreas sensibles conforme a las zonas con mayor susceptibilidad a la inundación, por lo que se catalogaron dos tipos: sensibilidad alta, que fueron aquellas zonas más bajas y ubicadas cerca de las corrientes de los arroyos

y sensibilidad baja las que se encontraron en zonas de mayor altitud.

En cuanto a vegetación las áreas sensibles se clasificaron como alta, media y baja de acuerdo al grado de conservación en el que se encontraron las áreas vegetativas, las que se catalogaron como áreas con sensibilidad alta fueron las mayormente conservadas y siendo las más susceptibles a sufrir algún cambio, las de media sensibilidad fueron aquellas que se encontraron asociadas a la vegetación primaria y las de sensibilidad baja las que han sido modificadas en su totalidad por las actividades primarias convirtiéndolas en zonas para la agricultura y ganadería.

Con lo anterior se generaron los correspondientes mapas de cada componente donde se ilustraron las áreas sensibles en el CCP.

7.14 Paisaje.

El paisaje puede ser definido como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna y modificaciones antrópicas (MOPT, 1993). Su percepción va más allá de una apreciación estética, involucra la interrelación de todos sus componentes espaciales y ambientales considerados como recursos naturales y culturales del hombre.

La utilización del enfoque de paisaje enriquece el conocimiento sobre la distribución geográfica de los recursos naturales (y de los ecosistemas que los albergan), su dinámica en el tiempo, y la tolerancia del ambiente a la intervención humana. También permite evaluar la aptitud productiva del territorio, la distribución geográfica de la biodiversidad, los riesgos ambientales y los conflictos potenciales entre aptitud y uso actual del suelo.

Particularmente para el área de estudio, la metodología empleada se sustentó en los métodos propuestos por Escribano (1987), el Bureau of Land Management y por Muñoz y Azócar (2014), adaptados a los 4 aspectos solicitados en la GLBA emitida por la ASEA.

Con base a tales consideraciones, se presentaron dos enfoques distintos utilizados para implementar modelos de evaluación de paisaje: el cualitativo y el cuantitativo.

Delimitación de Unidades Paisajísticas (Cualitativo).

La evaluación integral del paisaje considera la obtención de datos indirectos y directos; los datos indirectos se obtuvieron de la información bibliográfica y cartográfica existente de la zona, la cual incluyó cartografía de fuentes oficiales disponible en formatos vectoriales, mismos que fueron utilizados para delimitar el polígono estudiado en unidades paisajísticas para representar espacialmente los principales componentes del ecosistema.

La delimitación de las unidades paisajísticas se llevó a cabo utilizando las siguientes herramientas:

- SIG con información de MDE.
- Herramienta Spatial Analyst Tools del Programa ArcGIS versión 10.1, para la delimitación de cuencas visuales, basándose en la topografía y altitud del polígono en estudio.

Como resultado de la aplicación de estas herramientas, se obtuvo el Plano de Unidades Paisajísticas, en base a la combinación específica de componentes del paisaje, las cuales nos sirvieron de apoyo para la valoración integral del mismo.

Valoración del Paisaje (Cuantitativo).

En complemento a la utilización de datos indirectos, también se obtuvieron datos directos, los cuales fueron captados a través de los recorridos realizados por el personal de campo durante las visitas a las instalaciones petroleras ubicadas en el CCP, así como en aquellos puntos de interés que fueron identificados por medio de los métodos indirectos.

Es propiamente un reconocimiento in situ del área, recopilando información de los rasgos distintivos del territorio, que permitieran comprobar los resultados obtenidos del trabajo cartográfico.

Durante la recopilación de datos directos, se georreferenciaron los sitios visitados y se emplearon matrices de apoyo para evaluar las unidades paisajísticas considerando el método de "observación in situ", en los siguientes aspectos:

- Estético - Espacial.
- Ambiental.
- Social.
- Territorial.

Las cualidades calificadas en cada uno de los cuatro (04) elementos se describen a continuación:

Estético- Espacial.

Para el aspecto Estético - Espacial, se requirió de información vectorial (shape), en el tema de Topografía y Modelos Digitales de Elevación, además de información obtenida en campo, calificándose 3 cualidades como a continuación se describen:

Visibilidad (V). Grado de percepción visual, que tan visible es a distancia y desde principales caminos.

Heterogeneidad (H). Variedad morfológica del relieve; un paisaje heterogéneo se caracteriza por la riqueza de interacciones y diversidad en los tipos de elementos que lo componen; es la presencia de montañas, acantilados, dunas, etc.

Singularidad (S). Es la presencia de elementos del paisaje únicos, poco corrientes o raros; Sitios donde se tiene la posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.

Tabla 14. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Estético – Espacial.

Cualidades	Estético - Espacial		
	Alto	Medio	Bajo
Visibilidad (V)	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media desde principales caminos, ocasional.	Baja visibilidad, vistas repentinas, escasas o breves desde principales caminos.
	(5)	(3)	(1)
Heterogeneidad (H)	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 planos, pocos o ningún detalle singular.
	(5)	(3)	(1)
Singularidad (S)	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
	(5)	(3)	(1)

Ambiental.

Este aspecto requirió de la identificación de áreas consensadas por su biodiversidad, uso de recursos y potencial para la conservación, reconocidas para la zona. Asimismo, se integró en la valoración la distribución de la vegetación establecida con la imagen satelital y la presencia/ausencia de especies faunísticas.

Se reconocieron los elementos resultados de las actividades antropogénicas, tales como domésticas, industriales, forestales, campos de cultivo, entre otras, con influencia sobre las comunidades naturales. Las siguientes cualidades se consideraron al calificar el aspecto ambiental:

Integridad (In). El concepto de integridad se asocia con la presencia de actuaciones estéticamente no deseadas o modificaciones que inciden en la calidad visual.

Fragilidad (F). Es la susceptibilidad al cambio del componente ambiental del paisaje cuando se desarrolla un uso sobre él.

Resiliencia (R). Potencial de regeneración del patrimonio natural, pudiendo retornar a su estado original cuando la alteración ha cesado.

Biodiversidad (BD). Variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante, además de la presencia de fauna permanente en el lugar.

Tabla 15. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Ambiental.

Cualidades	Ambiental		
	Alto	Medio	Bajo
Integridad (In)	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.
	(5)	(3)	(1)
Fragilidad (F)	Alta capacidad de absorción de la intervención.	Media capacidad de absorción de la intervención.	Baja capacidad de absorción de la intervención.
	(5)	(3)	(1)
Resiliencia (R)	Alto potencial de regeneración.	Potencial de regeneración medio.	Sin vegetación, o potencial de regeneración bajo.
	(5)	(3)	(1)
Biodiversidad (BD)	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante. Presencia de fauna permanente en el lugar, especies llamativas, o alta riqueza de especies.	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos. Presencia esporádica en el lugar, o especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. Ausencia de fauna de importancia paisajística.
	(5)	(3)	(1)

Social.

Dentro de este aspecto a evaluar, se requirió de los archivos shape de topografía en su mínima escala posible para tener el mejor detalle de los rasgos a calificar, así como de aquellos elementos culturales y de importancia obtenidos de la investigación en campo con lugareños.

De manera previa se realizó una revisión integral del patrimonio cultural, enfocado a bienes con un significado o valor de tipo arqueológico, histórico o artístico, así como en manifestaciones culturas de un pueblo. De igual forma como parte de la riqueza

cultural se buscaron las localidades con población hablante de lengua indígena. Se califican las cualidades descritas a continuación:

Diversidad Cultural (DC). Variedad de estructuras culturales en la zona de estudio.

Identidad (Id). Presencia de elementos culturales representativos y muy significativos de la región.

Reconocimiento social (RS). Elementos culturales con reconocimiento para la comunidad y los visitantes o con de protección de instituciones oficiales.

Representatividad cultural (RC). Elementos o sitios del paisaje asociados a la historia.

Tabla 16. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Social.

Cualidades	Social		
	Alto	Medio	Bajo
Diversidad cultural (DC)	Variedad de estructuras culturales definidas en la zona.	Presencia de otras estructuras culturales en la zona.	Estructura cultural típica definida en la zona.
	(5)	(3)	(1)
Identidad (Id)	Presencia elementos culturales transcendentales.	Elementos culturales locales.	No se observan elementos culturales.
	(5)	(3)	(1)
Reconocimiento social (RS)	Elementos culturales con reconocimiento para la comunidad y visitantes, protegidos por instituciones oficiales.	Elementos culturales de interés para la comunidad y visitantes, sin protección por instituciones oficiales.	Carece de elementos culturales de interés para la comunidad y visitantes.
	(5)	(3)	(1)
Representatividad Cultural (RC)	Elementos o sitios asociados a la historia nacional o regional.	Elementos o sitios asociados a la historia local.	Sin elementos o sitios asociados a la historia local.
	(5)	(3)	(1)

Territorial.

Este aspecto requirió de la capa de usos del suelo contenida dentro de los shapes de vegetación y topografía, así como de la cartografía de ordenamiento territorial disponible para los municipios, la cual delimita los usos del suelo. Los aspectos territoriales calificados se señalan a continuación.

Uso del paisaje (UP). Actividades antropogénicas desarrolladas en el área de estudio.

Especialización funcional (EF). Instrumentos de planificación territorial que incluyen al paisaje y su fomento.

Conectividad (C). Estructuras de conexión para acceder a los paisajes, caminos y brechas para la contemplación del mismo.

Tabla 17. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Territorial.

Cualidades	Territorial		
	Alto	Medio	Bajo
Uso del paisaje (UP)	Zona libre de actividades antropogénicas.	Área de desarrollo de actividades primarias.	Asentamientos humanos y actividades secundarias y terciarias.
	(5)	(3)	(1)
Especialización funcional (EF)	Se encuentra contemplado dentro de un instrumento de planificación.	Existe proyecto o en proceso de desarrollo de un instrumento de planificación.	No se encuentra contemplado dentro de un instrumento de planificación.
	(5)	(3)	(1)
Conectividad (C)	Accesibilidad alta, caminos y brechas sin restricciones.	Accesibilidad media, caminos y brechas con algunas restricciones.	Baja accesibilidad, caminos y brechas escasos.
	(5)	(3)	(1)

Una vez calificados los aspectos anteriormente descritos, a través del método de observación in situ, los valores obtenidos se dividieron por unidades paisajísticas y se recopilaron en una base de datos para proceder a su análisis.

Se calificaron las unidades paisajísticas por medio del método indirecto y el directo, haciendo una comparativa de ambos resultados en cada unidad de paisaje.

La aplicación de ambos métodos permite generar un análisis imparcial, corroborando la información de las fuentes oficiales y restando el sesgo de observaciones subjetivas.

En base al total obtenido se clasificó al paisaje considerando los siguientes intervalos de valores.

Tabla 18 .Categorías para la valoración del paisaje.

Alta	Media	Baja
52 - 70	33 - 51	14 - 32

Valor Paisajístico Alto.

Son aquellos paisajes que cuentan con un alto grado de percepción visual, gran diversidad de elementos además de rasgos originales. Poseen un alto grado de

conservación, baja o nula intervención a sus componentes naturales, una alta capacidad de recuperación a dichas intervenciones y conviven diversos hábitats. Representan en la sociedad una forma de identidad y diversidad cultural, sus usos de suelo están ordenados para promover el desarrollo sustentable.

Valor Paisajístico Medio.

Paisajes que cuentan con una visibilidad media, rasgos morfológicos suaves, pero sin destacar, con características comunes de esa región. Ambientalmente ha sufrido modificaciones sin ser totalmente evidentes, ni agresivas induciendo a una recuperación en el mediano plazo sobre una mediana variedad de ecosistemas. Presenta algunos rastros representativos de la identidad y de la cultura de la zona. Las actividades desarrolladas están en función del sector primario con pocas vialidades que generen intercomunicación.

Valor Paisajístico Bajo.

Paisajes de escasa visibilidad por su estructura morfológica llanural y nulos elementos singulares. Ha sufrido grandes alteraciones que han sido absorbidas por el paisaje modificándolo significativamente, difícil recuperación en el mediano plazo, provocando el desplazamiento de la fauna. No se observa presencia de elementos culturales ni representativos para la sociedad y por lo regular son zonas con asentamientos humanos o donde se desarrollan actividades secundarias y terciarias.

7.15 Patrimonio arqueológico.

La identificación de sitios con un valor arqueológico se realizó de forma directa e indirecta.

De manera directa, durante la realización de los recorridos de campo se efectuó la observación de los sitios circundantes para el avistamiento de áreas de interés arqueológico; asimismo, los datos obtenidos en las entrevistas hechas a los residentes de la zona sirvieron para determinar la existencia de estas áreas.

Indirectamente, se consultaron fuentes oficiales como el INAH y el INEGI para determinar los sitios arqueológicos cercanos al CCP.

De la misma manera, a través del portal de la Universidad Veracruzana, se consultó el mapa virtual de zonas arqueológicas del museo de Antropología de Xalapa; así como notas periodísticas las cuales permitieron conocer la panorámica del patrimonio arqueológico en la región.

Ambos métodos brindaron una visión integral sobre el patrimonio arqueológico dentro y fuera del área de estudio.

7.16 Registro de daños ambientales.
7.16.1 Identificación del daño ambiental.

El registro de daños ambientales es un proceso metodológico base para la conclusión del diagnóstico general del área de estudio, en el cual se identificaron los componentes y factores que resultaron con una afectación significativa por las obras o actividades desarrolladas en el pasado principalmente por actividades de la industria del petróleo y gas.

Se incluyeron componentes y factores ambientales definidos en los Apartados 8.1 Descripción detallada por cada uno de los temas aplicables al proyecto y 8.4 Registro y descripción pasivos ambientales (daños preexistentes) para ejemplificar y tipificar los posibles daños ambientales.

Tabla 19. Componentes y factores ambientales afectados.

Componente	Factores	Daño ambiental
Edafología	Cantidad de suelos	Erosión en suelos
	Calidad de suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados (con delimitación de superficie, volumen y contaminante (s) por sitio (s).
Geomorfología	Geoformas	Alteración de geoformas
	Estabilidad del relieve	Pérdida de la estabilidad del relieve
Hidrología Superficial	Calidad	Contaminación de los cuerpos de agua presentes
	Escorrentías superficiales	Alteración en el flujo del patrón hidrológico superficial.
Hidrología Subterránea	Infiltración de agua	Acuíferos sobreexplotados y/o contaminados
Aire	Calidad	Evidencia de la presencia de contaminantes en el aire con base en las Normas Oficiales Mexicanas para cada contaminante.
Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria
	Individuos de especies vegetales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales
	Individuos de especies en alguna de la categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de biodiversidad
Fauna	Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales
	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Hábitats	Reducción de hábitats
	Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad
	Corredores biológicos	Pérdida de corredores biológicos

7.16.2 Valoración del daño ambiental.

La metodología para la valoración del daño ambiental, permitió medir la gravedad del impacto ambiental ocasionado cuando fue negativo, cuyo valor refiere la cantidad, calidad, grado y forma en que el factor ambiental fue alterado y el significado ambiental de dicha alteración.

Se concretan tales alteraciones en términos de **magnitud** e **incidencia**, de tal forma que la **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, relativos al marco de referencia (espacio geográfico del área de estudio y área de influencia).

La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma de la alteración, definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración siendo los siguientes: *inmediatez*, *acumulación*, *sinergia*, *momento, persistencia*, *reversibilidad, recuperabilidad*, *continuidad y periodicidad*.

Los atributos anteriores sitúan las alteraciones en un rango de alguna escala de puntuación (alto, medio o bajo), sin embargo, para la valoración del impacto de tales alteraciones el siguiente paso consistió en ponderarlas, asignándoles a los atributos un código numérico.

Para una mejor comprensión, en la siguiente tabla se definen los atributos reconocidos para la valoración de la incidencia de un impacto ambiental, a los cuales les fueron asignados un código numérico para que su ponderación fuese posible.

Tabla 20. Significado de los atributos reconocidos para la valoración de la incidencia del daño ambiental.

Atributo	Definición	Características de los atributos	Descripción	Código
Signo del efecto	Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que actúan sobre los distintos factores considerados.	Benéfico	Admitido por la comunidad técnica y científica como por la población en general como un impacto positivo.	+
		Perjudicial	Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético, cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológica-geográfica, el carácter o personalidad de una zona determinada.	-
		Difícil de calificar, sin estudios	Previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.	x
Inmediatez	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de la manifestación sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto	Aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.	1
		Directo	Es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.	3

Atributo	Definición	Características de los atributos	Descripción	Código
Acumulación	Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple	Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.	1
		Acumulativo	Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.	3
Sinergia	Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples provocados por agentes o acciones simultáneas con una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	Leve	Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.	1
		Media	Si presenta un sinergismo moderado.	2
		Fuerte	Si es altamente sinérgico.	3
Momento	El plazo de manifestación alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.	Largo plazo	Si el efecto tarda en manifestarse más de diez años.	1
		Medio	Si el impacto se manifiesta en un período de tiempo que va de 1 a 10 años.	2
		Corto	Aquel en que el plazo del tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es nulo o inferior a un año.	3
Persistencia	Se refiere al tiempo que permanece el efecto desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción.	Temporal	Aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Si la duración del efecto es inferior a un año, consideramos que el impacto es momentáneo, si dura entre 1-10 años, transitorio o temporal propiamente dicho, y si dura entre 11 y 15 años, persistente, pertinaz o duradero.	1
		Permanente	Un impacto se considera permanente o estable cuando la duración del efecto producido es superior a los quince años.	3
Reversibilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.	Corto plazo	Si retorna a las condiciones iniciales en un plazo corto (menor de un año).	1
		Medio plazo	Si retorna a las condiciones iniciales en un plazo medio (entre 1- 10 años).	2
		A largo plazo o no reversible.	Si retorna después de los 10 años o si es irreversible.	3
Recuperabilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación.	Fácil	Si el efecto es totalmente recuperable de manera inmediata.	1
		Media	Si el efecto es recuperable a medio plazo.	2
		Difícil	Cuando la alteración es imposible de reparar.	3
Continuidad	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto en el tiempo, bien sea constante o no lo sea (discontinuo).	Discontinuo	Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.	1
		Continuo	Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.	3
Periodicidad	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico) o de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular).	Irregular	El efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia.	1
		Periódico	El efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.	3

Fuente: Elaboración propia (2016) con base en la Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.

7.16.2.1 Determinación del índice de incidencia.

Como ya se mencionó, la incidencia se refiere a la "severidad y forma de alteración", la cual fue definida por los atributos de tipo cualitativo, para caracterizarlos se recurrió a una forma de carácter formal que se desarrolló en 4 pasos:

1. Se tipificaron las formas posibles de describir cada atributo.
2. Se atribuyó un código numérico a cada forma acotado entre un valor máximo para la *más desfavorable* (3) y uno mínimo para la *más favorable* (1).

Tabla 21. Códigos por atributo.

Atributo	Características de los atributos	Código
Signo del efecto +/-	Benéfico	+
	Perjudicial	-
	Difícil de calificar sin estudios	x
Inmediatez I	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación A	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia S	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3
Momento M	Corto	3
	Medio	2
	Largo plazo	1
Persistencia P	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad Rv	A corto plazo	1
	A medio plazo	2
	A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad Rd	Fácil	1
	Media	2
	Difícil	3
Continuidad C	Continuo	3
	Discontinuo	1
Periodicidad P	Periódico	3
	Irregular	1
INCIDENCIA		Σ

3. Se aplicó la función suma ponderada para obtener un valor.

Se utilizó una expresión simple que consistió en la suma ponderada de los códigos (que tienen un valor cuantificado) de los atributos ponderados:

$$Incidencia = I + A + S + M + P + Rv + Rp + C + P$$

4. Se estandarizaron los valores entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

$$Incidencia = | - |_{mín} \ / \ |_{máx} - |_{mín}$$

Siendo:

$|$ = El valor de incidencia obtenido por un impacto.
$|_{máx}$ = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.
$|_{mín}$ = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el menor valor.

La matriz empleada para la determinación del índice de incidencia, contiene los componentes, factores y atributos involucrados, así como los códigos asignados a los mismos, posteriormente, con los resultados obtenidos, se elaboró una matriz de jerarquización para la interpretación de los cálculos realizados en función del índice de incidencia. Todo lo anterior de acuerdo a las siguientes categorías de significancia.

Tabla 22. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados.

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
No relevante	Se presentan alteraciones de muy bajo impacto a componentes y factores que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
Moderadamente relevante	Se presenta afectación a componentes y factores sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.66
Relevante	Se presentan alteraciones en los componentes y factores que afectaron el funcionamiento o estructura de los ecosistemas.	Mayor a 0.66

El valor de incidencia se calculó por cada componente o factor ambiental considerado como susceptible de impactos negativos, lo que permitió tomar conciencia del valor de cada impacto y efectuar una primera estimación, identificando los despreciables de los significativos.

7.16.2.2 Determinación de la magnitud.

La magnitud, como ya se mencionó, representa la cantidad y la calidad del factor ambiental modificado, relacionándolo al espacio geográfico con el cual se estima el valor de un impacto, que, para el caso de la LBA, se expresó en términos de la extensión de la alteración del componente ambiental del entorno del CCP, es decir, el marco de referencia se delimitó a una escala local.

7.16.3 Descripción de los daños ambientales.

La descripción y análisis de los daños ambientales tomó como base la afectación de los componentes y factores, considerando la caracterización de los impactos en términos de incidencia y magnitud, realizando la descripción de los mismos en orden de relevancia de la significancia.

7.16.4 Diagnóstico ambiental.

Posterior a la descripción y análisis de los daños ambientales, se realizó una evaluación integral con la finalidad de establecer el diagnóstico ambiental del área de estudio. Para ello, se tomaron en cuenta el conjunto de temas que conforman la presente LBA, permitiendo definir el estado actual que guardan los ecosistemas y los servicios ambientales del entorno del CCP.

7.17 Registro de daños preexistentes.

Los casos de contaminación de sitios se han presentado de manera creciente en nuestro País, esta situación se genera principalmente por actividades industriales, las cuales han llevado al vertido accidental o intencional de productos contaminantes sobre el suelo y las aguas, y en muchos casos, a emisiones a la atmósfera y a la disposición de productos y residuos tóxicos en sitios sin control.

En la mayoría de los casos, los suelos se contaminan por la mala disposición de residuos y materiales peligrosos y por el derrame accidental de sustancias químicas, en especial durante su transporte. Esta contaminación genera serios problemas de salud a la población y daños al ambiente por la posible transferencia de sustancias químicas a los diferentes medios, tales como agua superficial y subterránea, sedimentos y aire; así como la imposibilidad de usar el suelo de acuerdo con los fines a los que está destinado.

La presencia de contaminantes en el suelo y las aguas, como factor de degradación de los recursos naturales, puede representar significativos riesgos para otros componentes del medio ambiente. En particular, la contaminación del suelo al provocar serias consecuencias ambientales, debido a la migración de contaminantes hacia otros componentes naturales, y por los eventuales efectos nocivos sobre el ecosistema y la salud humana.

Los suelos se contaminan principalmente a través de las actividades industriales y agrícolas (plaguicidas), por prácticas ambientalmente inadecuadas de disposición de residuos y por derrames accidentales de sustancias químicas. Cuando los contaminantes se acumulan durante un largo tiempo, a velocidad relativamente lenta, los efectos tienden a quedar incluidos dentro de los cambios ambientales generales que tienen lugar con el tiempo en cualquier área. De esta manera, la contaminación que puede aparecer después de muchos años tiene poco impacto discernible en el

ambiente local, el cual se ha adaptado a la presencia de contaminantes. La evidencia de efectos directos debido a la presencia de contaminantes en estos casos puede ser difícil de obtener en tales circunstancias.

La presente metodología se llevó a cabo para identificar suelos y cuerpos de agua que han soportado alguna actividad potencialmente contaminante, que derivó en la generación de sitios con presencia de contaminación.

La metodología para la identificación y registro de daños preexistentes se dividió en tres fases:

Fase I. Investigación histórica	**Fase II.** Evaluación preliminar del sitio	**Fase III.** Caracterización

Apéndice 3. Definiciones para la aplicación de la metodología registro de daños preexistentes.

7.17.1 Fase I. Investigación histórica.

Se consideraron como parte de los aspectos metodológicos para la evaluación ambiental de sitios con presencia potencial de contaminantes, la experiencia consensada de profesionales en la materia que laboran en GBN-AS, la cual incluye la aplicación del estándar internacional ASTM E1527−13 (Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process, por sus siglas en inglés).

Para el análisis documental se consultó la información relacionada con el proyecto para la LBA del CCP, la cual se precisa en el Listado de Documentos Externos F-SGI-004. La fuente documental procedió de dependencias gubernamentales, libros, periódicos regionales, locales, encuestas, así como información del Regulado, destacando la siguiente:

- Identificación de actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo dentro del contexto regional y local, guiándonos en el contenido de la tabla de actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo, referenciada en el Apéndice Actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo.

Apéndice 4. Actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo.

- Información publicada por CNH y la Secretaría de Energía (SENER) tercera licitación de la Ronda 1, Inventario de instalaciones (pozos y ductos).
- Afectaciones recibidas del 2012 al 2015.
- Base reclamaciones 2012 al 2015.

- Relación de EXP PROFEPA CUICHAPA.
- Fuentes bibliográficas consultadas (líneas web de gobierno y privadas, libros, revistas científicas, manuales, estudios ambientales, de riesgo, etc.).
- Información proporcionada por dependencias gubernamentales (CNH, CONAGUA, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), SEMARNAT).
- Las normas aplicables o estándares regulados por el cliente.
- Entrevistas y encuestas.
- Opiniones de propietarios, arrendatarios, subarrendatarios, u otras personas que utilizan el sitio.
- La documentación ambiental relacionada al proyecto MIA-R DAPPOM.
- Información satelital del área de estudio.
- Registros de los recorridos de campo realizados para la recepción de activos del CCP de manera conjunta con el personal de Lifting.
- Identificación de infraestructura existente, ya sean actividades primarias, de servicios e industriales.
- Identificación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos dentro del contexto regional y local.
- Resumen Ejecutivo CNH del CCP.

La investigación histórica tuvo como finalidad, el identificar sitios potencialmente contaminados (SPC), estableciendo las actividades causantes de los daños ambientales realizadas en dichos sitios, así como los sucesos que condujeron a la contaminación del suelo, el subsuelo y en su caso los mantos acuíferos.

En el siguiente apartado se presenta la información que proporcionó la investigación histórica, vital para elaborar el programa de verificación en campo y confirmar la información obtenida

7.17.1.1 Análisis documental.

El análisis documental (CNH, SEMARNAT, PROFEPA, INEGI, INECC, Cámaras de industriales, sitios web, libros, documentos, periódicos), sirvió en primer término para identificar las actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo dentro del contexto regional, a nivel local se complementó la información consultando estudios de riesgo, estudios ambientales, infraestructura existente, antecedentes de derrames, libros, publicaciones, periódicos etc., estas referencias fueron enriquecidas con las obtenidas, en los recorridos para recepción de instalaciones, así como, las entrevistas y encuestas realizadas.

La información de INEGI fue utilizada para identificar las actividades industriales, comunidades que forman parte del CCP, lo cual nos permitió revisar los registros proporcionados por el Regulado en particular la base de datos de afectaciones y reclamaciones, expedientes de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), los que contienen entre otros el nombre del propietario y localidad.

Como parte del trabajo de gabinete se solicitó mediante oficio, Plataforma Nacional de Transparencia, antecedentes de SPC o de derrames registrados en el área de estudio o bien cercanos a ella. La solicitud de información fue entre otras dependencias, SEMARNAT solicitando la base de datos del Sistema Informático de Sitios Contaminados (SISCO), CONAGUA. Se revisaron publicaciones de SEMARNAT, INECC, Colegios del Estado de Veracruz, revistas, periódicos nacionales, regionales, locales.

En relación a los expedientes enlistados en el archivo EXP PROFEPA CUICHAPA, cabe mencionar que se tiene la siguiente información.

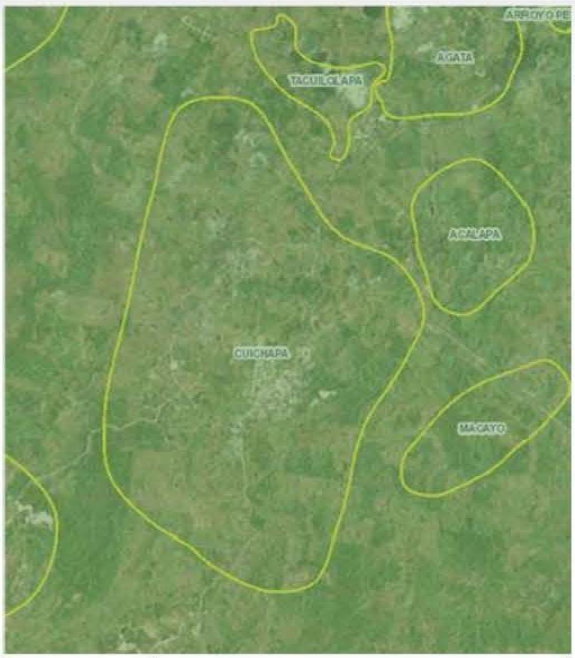
EXPEDIENTES PROFEPA CAMPO CUICHAPA

INSTALACION	ACTA INSPECCION	NUM EXP PFPA
BATERÍA DE SEPARACIÓN CUICHAPA No. 1	30-112-UV-002/2003	30-112-UV-002/2003
BATERÍA DE SEPARACIÓN CUICHAPA 3	s/n	30-112-UV-003/2003
BATERÍA DE SEPARACIÓN CUICHAPA NO. 3	s/n	30-112-UV-012/2004
BATERÍA DE SEPARACIÓN CUICHAPA 1	s/n	30-112-010/2004
BATERÍA DE SEPARACIÓN CUICHAPA NO. 2	s/n	30-112-UV-014/2004
DERECHO DE VÍA DEL GASODUCTO DE 18" DE DIÁMETRO ESTACIÓN DE COMPRESIÓN CUICHAPA COMPLEJO PROCESADOR DE GAS LA VENTA	27-08-P-279/2007	PFPA/TAB/47/327-2007
LINEA DE INYECCION DE AGUA 3" Ø ESTACION "A" POZO CUICHAPA 307,KM.0+400	PFPA/VER/47/078-08	PFPA/VER/47/0078/2008
KILOMETRO 0+850 DEL OLEODUCTO DE 10" DE DIAMETRO PLANTA DESHIDRATADORA EL PLAN -PARALELO, CRUCE CARRETERO EL PLAN A CUICHAPA	PFPA.36.2/2C.27.1/0400-2011	
LOCALIZACIÓN DEL GASODUCTO DE 6" DE DIÁMETRO BOMBEO NEUMÁTICO, ESTACIÓN DE COMPRESORA CUICHAPA - ESTACIÓN No. 11	PFPA.36.2/2C.27.1/0012-2012	PFPA.36.2/2C.27.1/0012-2012
POZO CUICHAPA No. 176	PFPA/36.2/2C.27.1/0391-2013	

Figura 24. Relación de expedientes PROFEPA Campo Cuichapa Poniente.

Podemos observar que solo se cuenta con la relación de expedientes y la identificación de la instalación.

Por otro lado, se tiene el Resumen Ejecutivo AR-0437-Campo Cuichapa Poniente emitido por la CNH.



Escenario	Situación actual
Autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental	PEP cuenta con la autorización de la SEMARNAT, a través del resolutivo S.G.P.A.DGIRA/DG/2288/07, para la construcción de obras de toda la cadena de valor, con vigencia del 2007 al 2026. De acuerdo al resolutivo el campo está en una zona autorizada.
Juicios y/o demandas vs PEMEX	Cuenta con 3 expedientes administrativos ambientales instaurados por PROFEPA Veracruz. Nos. 30-112-UV-012/04, PFPA/VER/47/0078/08 y PFPA/36.2/2C.27.1/0012-2012. Estatus legal: Cerrados Favorables para PEP.
Pasivos ambientales	Se tiene registrada un área de pasivo con una superficie de 0.3774 ha. del Área aledaña a la BS Cuichapa 2.

ZONIFICACIÓN FUNCIONAL	ACCIONES A REALIZAR EN MATERIA DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Zona Autorizada	Cumplir con las recomendaciones y buenas prácticas y dar seguimiento con el Acreditado Ambiental.

Figura 25. Condiciones ambientales del Campo Cuichapa Poniente de acuerdo al Resumen Ejecutivo Comisión Nacional de Hidrocarburos.

A través del Regulado se solicitaron los expedientes enlistados en los archivos antes mencionados, así como con otros expedientes del área de estudio, tales como lista de sitios saneados, lista de reclamaciones y afectaciones antes de 2012.

Del análisis documental se elaboró la lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo y una relación de SPC identificados por análisis documental (AD), para su verificación y confirmación en recorridos de campo, conteniendo en su caso referencias como pozo, líneas de descarga o nombre del propietario, coordenadas u otro tipo de información que sirvió como apoyo para ser fácilmente ubicado en los recorridos

7.17.1.2 Recorrido para recepción de activos.

Dentro de los alcances del personal de GBN-AS, paralelo a la investigación en gabinete se realizaron los recorridos para recepción de activos de manera conjunta con personal del Regulado y PEMEX.

Estos recorridos incluían identificar de manera física los 263 pozos del listado proporcionado por CNH. Dichas visitas sirvieron también para identificar SPC.

Sin embargo, tomando como antecedente que los problemas de contaminación con hidrocarburos según las estadísticas elaboradas por la PROFEPA-SEMARNAT, la mayor parte de las emergencias ambientales ocurren en la cobertura terrestre, por derrame o fuga, principalmente durante el transporte por ducto o por carretera, personal de GBN-AS analizó la información proporcionada por CNH y el regulado de las líneas de descarga, ductos, etc. dentro del contexto local y regional con la finalidad de realizar una inspección física de las mismas y a su vez identificar SPC.

En el apartado de identificación de infraestructura existente se explica con mayor detalle los recorridos realizados.

Para la ubicación de SPC dentro de los recorridos, personal de GBN-AS verificó la presencia de contaminación visible realizando un recorrido de un área perimetral al pozo de aproximadamente 1,000 m^2, en los lugares que se identificó contaminación, se registraron coordenadas en el sistema WGS84; se tomó evidencia fotográfica y en algunos casos se calculó un estimado del área afectada. El registro de cada uno de los SPC, se fue generando en una base de datos, "lista preliminar de sitios potencialmente contaminados", estos SPC fueron identificados con las iniciales "RI" de Recorrido de Instalaciones para conocer la fuente de información

7.17.1.3 Imagen satelital.

Como parte de la metodología fue utilizada la imagen satelital adquirida para la LBA, la cual fungió como una herramienta de aproximación, donde la aplicación de la misma se relacionó a la identificación de los componentes de la superficie terrestre dentro del CCP, determinándose, además de las instalaciones petroleras, los usos de suelo y vegetación existentes, reconociéndose pastizal, selva mediana subperennifolia, selva alta perennifolia, vegetación secundaria de selva, manchas urbanas, áreas incendiadas, plantación forestal, espacios de vialidades, vegetación de galería, cuerpos de agua, popal, presa, instalaciones industriales, sin vegetación aparente y SPC.

La determinación de los SPC, se llevó a cabo mediante la metodología de clasificación supervisada, es decir considerando como información de muestreo los recorridos para la recepción de activos en el CCP.

La identificación preliminar de SPC en el área de estudio se determinó mediante la clasificación por segmentación de bandas de la imagen de archivo del 11 de abril de 2016 del satélite WorldView 2 adquirida para el CCP.

La segmentación es un proceso por el cual los píxeles de una imagen se agrupan con base a su simetría en el espectro. Una ventana móvil recorre todo el espacio de las bandas de entrada buscando píxeles similares y los segmentos se definen de acuerdo a parámetros establecidos de similitud.

La clasificación por segmentación tiene por objetivo crear grupos de píxeles contiguos con respuesta espectral homogénea y consistió en los siguientes pasos:

1. **Segmentación de la imagen.**

El primer paso consistió en crear una imagen compuesta de segmentos con similitud espectral utilizando un vecindario móvil local para evaluar la similitud espacial y espectral de las bandas seleccionadas y definir segmentos de acuerdo a un umbral de similitud.

Después de analizar las 8 diferentes bandas de que se compone la imagen espectral se seleccionaron 6 de estas asignándoles una ponderación según la importancia en que participan en la segmentación como sigue:

Tabla 23. Bandas que componen la imagen satelital.

No. de banda	Banda	Respuesta espectral	Ponderación %
3	Green	510-580 nm	10
4	Yellow	585-625 nm	20
5	Red	630-690nm	20
6	Red-Edge	705-745 nm	30
7	NIR1	770-895 nm	10
8	NIR2	860-1040 nm	10

El proceso de definición de segmentos consistió en tres procedimientos:

Derivar una superficie continua de varianza para cada imagen del área del proyecto, asignándoles a los pixeles más homogéneos valores de varianza bajos, mientras que a los pixeles en los bordes de áreas homogéneas se les asignó valores de varianza altos. La superficie final de varianza fue el promedio de las superficies de varianza para cada una de las bandas de la imagen utilizada.

Delinear "cuencas" utilizando la superficie de varianza como un modelo digital de elevación. Los pixeles que cayeron dentro de cada cuenca se agruparon y se les asignó un identificador numérico único.

Fusionar cuencas para formar segmentos finales de acuerdo a las siguientes directrices:

- Los segmentos deben ser adyacentes y mutuamente similares.
- La diferencia entre medias aritméticas y desviaciones estándar de cuencas a fusionar debe ser menor que un umbral predefinido.

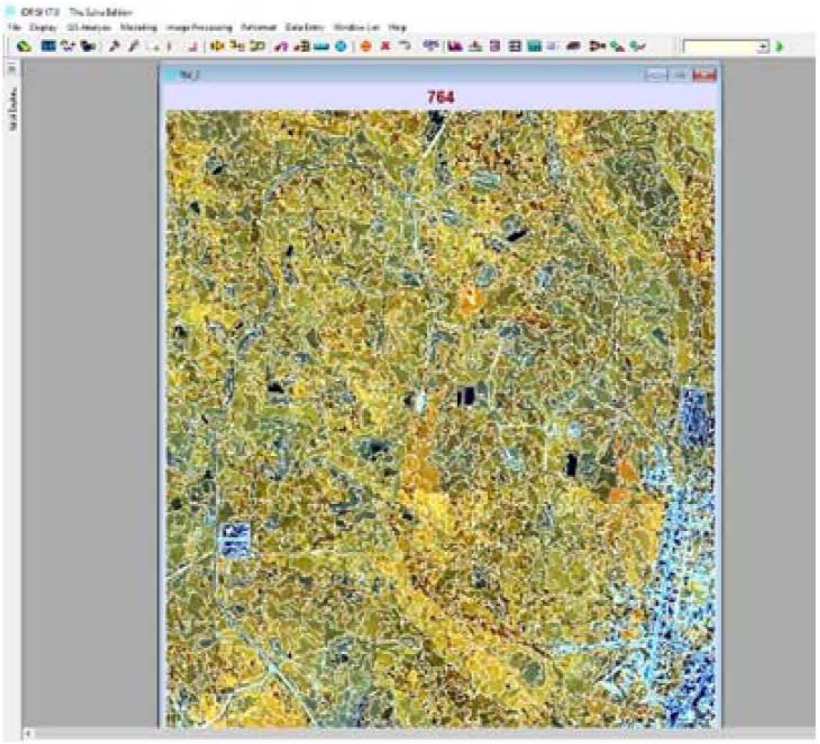


Figura 26. Segmentación de bandas.

En la figura se aprecia el resultado de la segmentación, el cual se trata de una superposición de la imagen y los polígonos resultantes de la segmentación de grado 10. Cada polígono encierra pixeles similares que sirven para el siguiente paso.

2. **Definición de polígonos de entrenamiento.**

En este paso, se definieron polígonos de entrenamiento y firmas espectrales para los diferentes tipos de vegetación y otras coberturas del suelo del área a partir de las imágenes segmentadas con el auxilio de los muestreos de campo efectuados por el personal de campo.

Debido a que objetivo principal de esta metodología es la identificación de SPC, se construyeron dos clases específicas para delimitar daños: SPC_Agua (SPC asociados con cuerpos de agua) y SPC_Vegetación (SPC asociados a especies vegetales), sin embargo, se crearon otras clases más con el objetivo de que se clasificaran todos los pixeles de la imagen. A cada clase se le asignó una probabilidad de asignación de segmentos a la clase.

Tabla 24. Porcentaje de probabilidad de asignación de los polígonos de entrenamiento.

Clase	% Probabilidad de Asignación
1. SPC_Agua (SPC con posible asociación con agua, cercanos a un pozo)	6
2. SPC _Vegetación (SPC posible asociación con vegetación)	3
3. Cuerpo_Agua (Cuerpos de agua normales)	8
4. Sombras_Nubes	7
5. Plantación Forestal	10
6. Incendio	10
7. Selva tipo 1	7
8. Selva tipo 2	7
9. Selva tipo 3	7
10. Pastizal	15
11. Zona Urbana	10
12. Caminos	10

Como se aprecia, las clases que identifican SPC (1 y 2) son las que tienen menor probabilidad de asignación de segmentos a la clase con el propósito de que se efectúe una clasificación muy cerrada o discreta, es decir, que no se asignen pixeles con radiancias similares que pertenecen a otra clase del resto la lista.

A la primera clase (SPC_Agua) se le asignó un 6% de probabilidad, buscando generar polígonos de esta clase con pixeles de baja radiancia como lo son aquellos que reflejan los cuerpos de agua asociados con hidrocarburo (presas de pozos). Se creó una segunda clase para aquellos SPC asociados con vegetación. En esta clase existe mucho la probabilidad de confusión de pixeles con otros cuerpos opacos que se presentan en las imágenes, por ejemplo, las sombras de algunos elementos como lo son los árboles, nubes o construcciones; estas confusiones fueron depuradas manualmente en otra etapa.

Se localizaron entre 15 y 20 polígonos por clase con el fin de construir una firma espectral más amplia y con menos confusión.

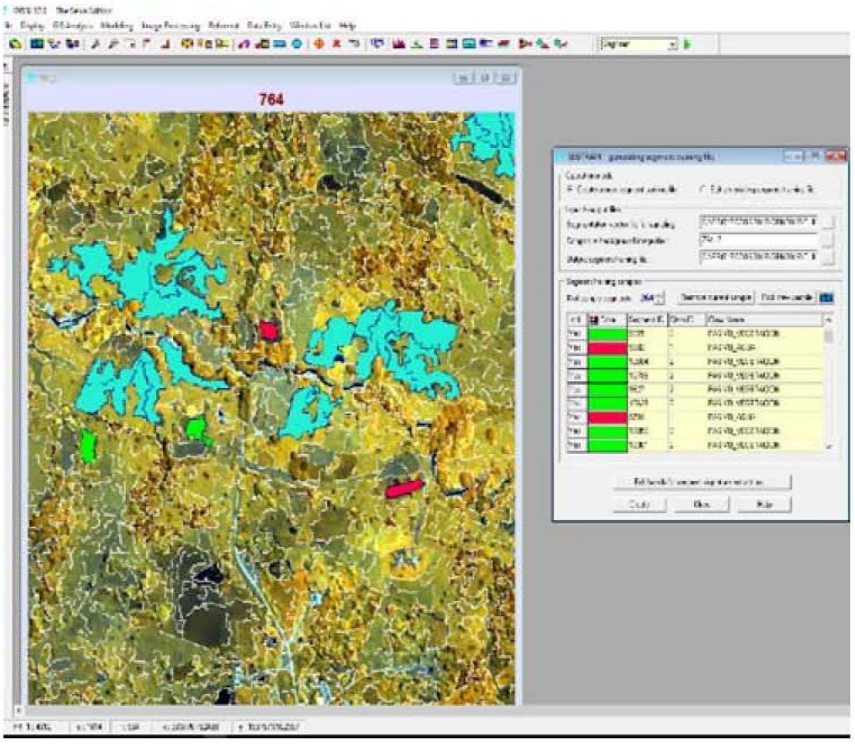


Figura 27. Definición de polígonos de entrenamiento.

Para la selección de los polígonos de entrenamiento de estas dos clases se utilizó la información generada en los recorridos de campo para recepción de activos como se muestra en el siguiente ejemplo.

Figura 28. Ejemplo de información de los recorridos que se utilizó para la selección de polígonos de entrenamiento.

3. Clasificación de máxima verosimilitud.

Posteriormente, se clasificaron las imágenes del proyecto utilizando un algoritmo no supervisado de máxima verosimilitud tomando como entrada las firmas espectrales derivadas de los segmentos de entrenamiento. A cada clase determinada en los segmentos de entrenamiento, se le asignó un peso o probabilidad específico, en donde la suma de todos los pesos fue igual a 100. De esta manera, los pixeles de las imágenes fueron asignados a la clase más apropiada en base a una comparación de la probabilidad de que los mismos pertenecían a cada clase de las firmas espectrales consideradas.

El resultado de esta clasificación por máxima verosimilitud se utiliza como auxiliar en la última fase de la clasificación por segmentación. El resultado de la clasificación se muestra en la siguiente figura.

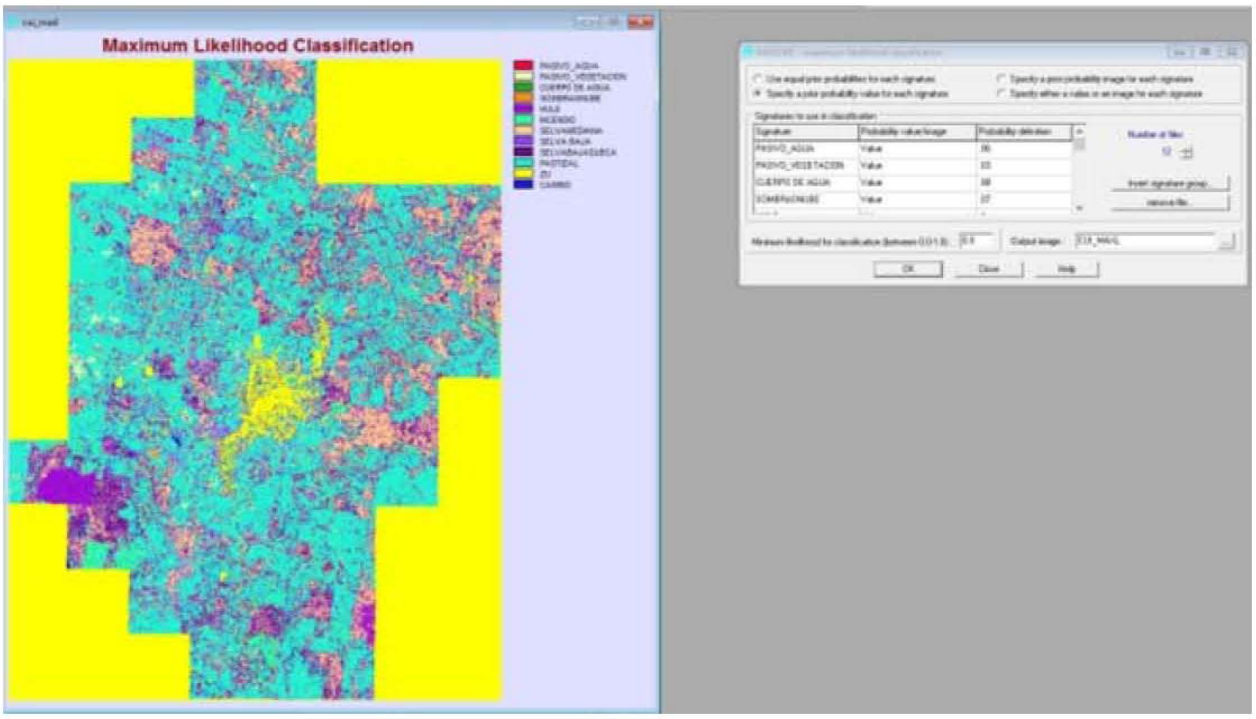


Figura 29. Resultado de la clasificación de máxima verosimilitud.

En la figura podemos observar el resultado de la clasificación intermedia la cual contiene una gran diversidad de polígonos.

4. Clasificación por segmentación.

Finalmente, en el último paso de la clasificación por segmentación, se clasificó la totalidad de los segmentos en las clases listadas. Mediante la aplicación de un

algoritmo de mayoría absoluta se definió la clase de cada segmento creado en el primer paso de la clasificación, utilizando como referencia la clasificación por máxima verosimilitud y las firmas espectrales derivadas anteriormente. En la siguiente figura se muestra el resultado de la clasificación por segmentación.

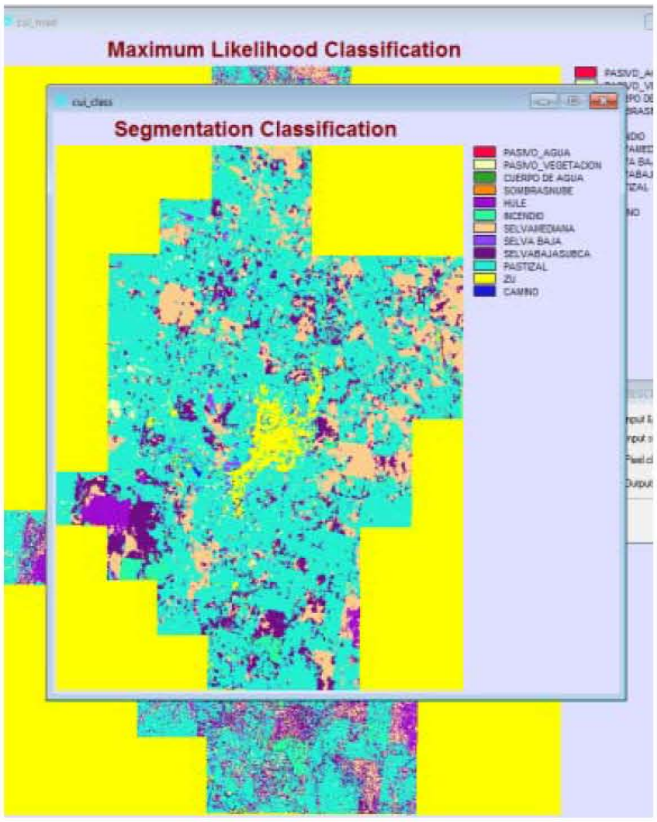


Figura 30. Resultado de la clasificación por segmentación.

La clasificación por segmentación arrojó un número reducido de polígonos en comparación a una clasificación de imágenes normal.

Una vez obtenida la clasificación final de la segmentación, se extrajeron las dos clases relacionadas con posibles daños como se observa (polígonos rojos) en la siguiente figura.

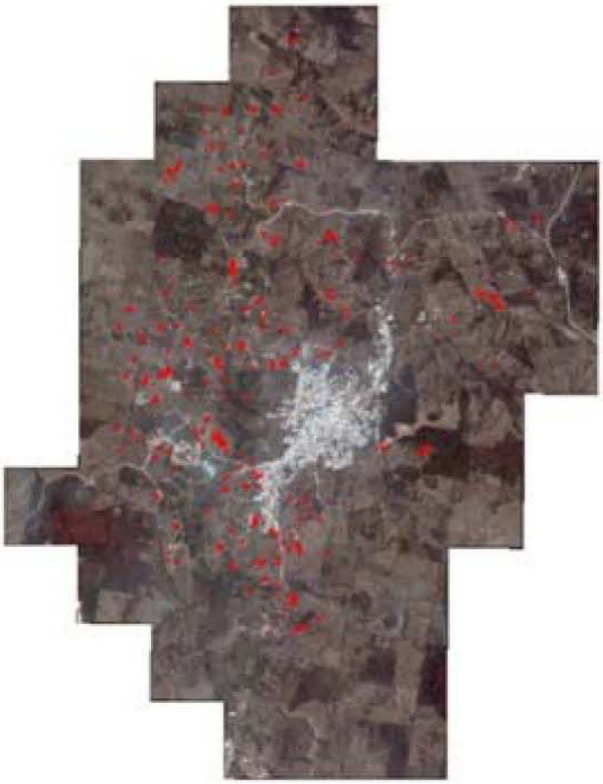


Figura 31. Resultado de la clasificación final de la segmentación (polígonos rojos).

5. **Depuración y clasificación de polígonos con un posible sitio potencialmente contaminado.**

Una vez obtenidos los polígonos de posibles SPC, se inició un proceso de depuración que consistió en dos etapas:

Depuración por zona de Influencia. En esta etapa se generó un polígono que llamado "zona de influencia" el cual fue calculado mediante un buffer o zona de influencia con una distancia de 300 metros partiendo de la localización de cada pozo del CCP. De antemano sabemos que no sólo cercano a los pozos pueden encontrarse SPC ya que en el transporte de los hidrocarburos es donde existen más posibilidades de la ocurrencia de derrames intencionales y accidentales, sin embargo, en el momento del proceso sólo se contaba con la información de instalaciones y pozos. En la figura se muestra la localización de los pozos con puntos negros, rojos, verdes y la zona de influencia en color amarillo.

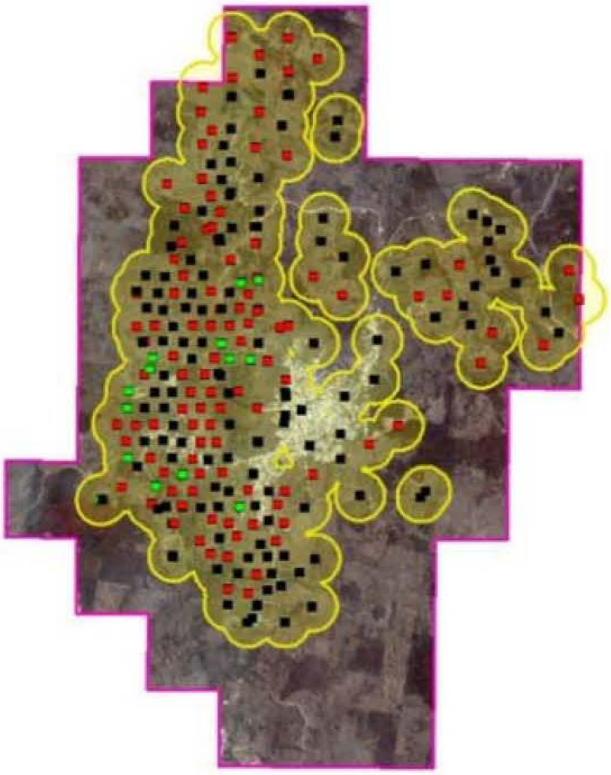


Figura 32. Depuración por zona de influencia, pozos referenciados por puntos negros, rojos y verdes y la zona de influencia en color amarillo.

Todos los polígonos de posibles SPC que se generaron fuera de esta zona de influencia fueron eliminados por no tener una fuente cercana de ocurrencia del daño.

Eliminación de polígonos de sombras. En esta etapa se eliminaron manualmente todos los polígonos que se generaron por confusión con las sombras que producen elementos verticales que aparecen en la imagen.

Clasificación de polígonos por la pendiente. Después de la depuración de polígonos, el siguiente paso consistió en una clasificación de los polígonos restantes según su grado de pendiente: a) terrenos casi planos y b) terrenos inclinados.

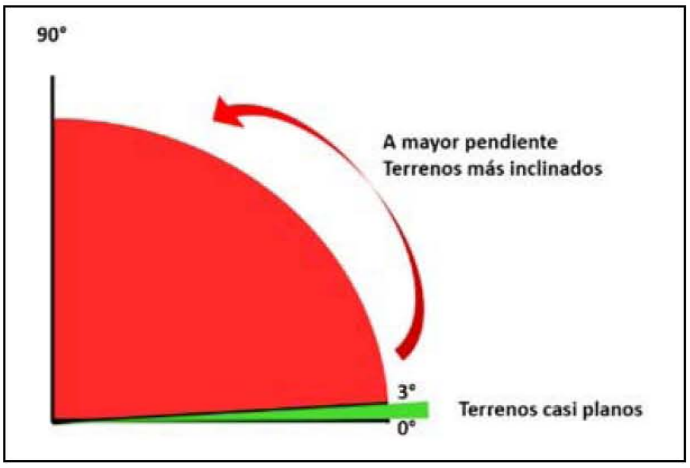


Figura 33. Criterios para la clasificación de polígonos por la pendiente.

El plano de pendientes fue calculado en base al modelo de elevación generado con la información disponible de LIDAR generada por el INEGI. Tiene una resolución horizontal de 5 metros y fue levantado en el año 2009.

Una vez conseguido el plano de pendientes se procedió a clasificar los polígonos de posibles SPC con el objeto de darle más importancia a los polígonos encontrados en pendientes de terreno casi plano.

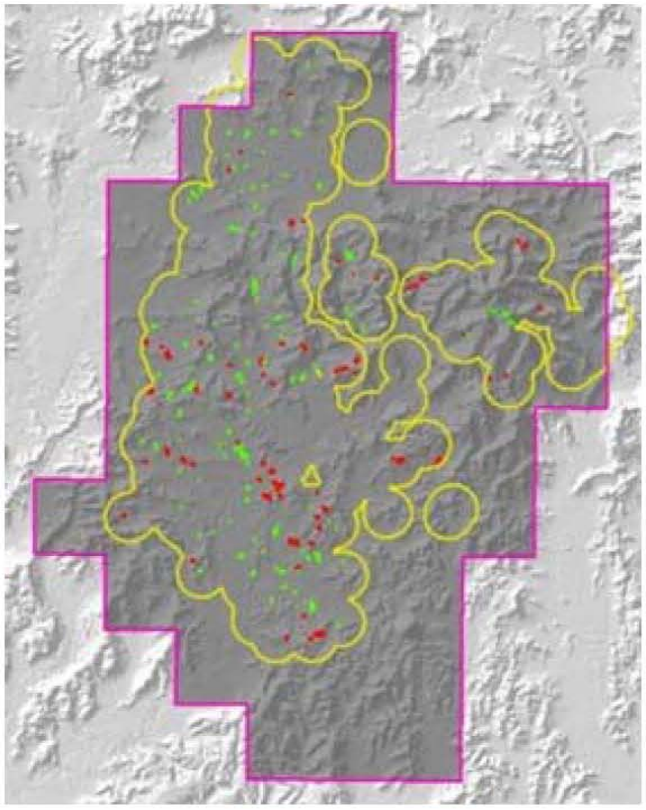


Figura 34. Clasificación de sitios potencialmente contaminados (SPC) por grados de inclinación del terreno.

En esta figura podemos ver polígonos de color verde que representan *posibles SPC en terrenos casi planos (pendiente <= 3°)* y en color rojo posibles SPC en terrenos inclinados (pendiente > 3°). El polígono amarillo corresponde a la zona de influencia de los 300 metros.

6. Generación de fichas para visitas de campo.

Obtenidos los polígonos depurados y clasificados con posibles SPC se procedieron a generar fichas de inspección con la información necesaria para que personal de campo visitara cada polígono y así corroborar la existencia de los mismos. La superficie con existencia de polígonos con posibles sitios dentro del CCP fue dividida en 83 cuadrantes regulares con el objeto de crear mapas individuales con una escala de 1:3000. En cada mapa se muestra el nombre del cuadrante, la localización de pozos, su nombre, su estado, polígonos de posibles SPC con su clasificación y la ubicación de los muestreos de campo en donde se encontraron.

Asimismo, se elaboró una base de datos que nos permitiera enlistar los SPC identificados mediante imagen satelital.

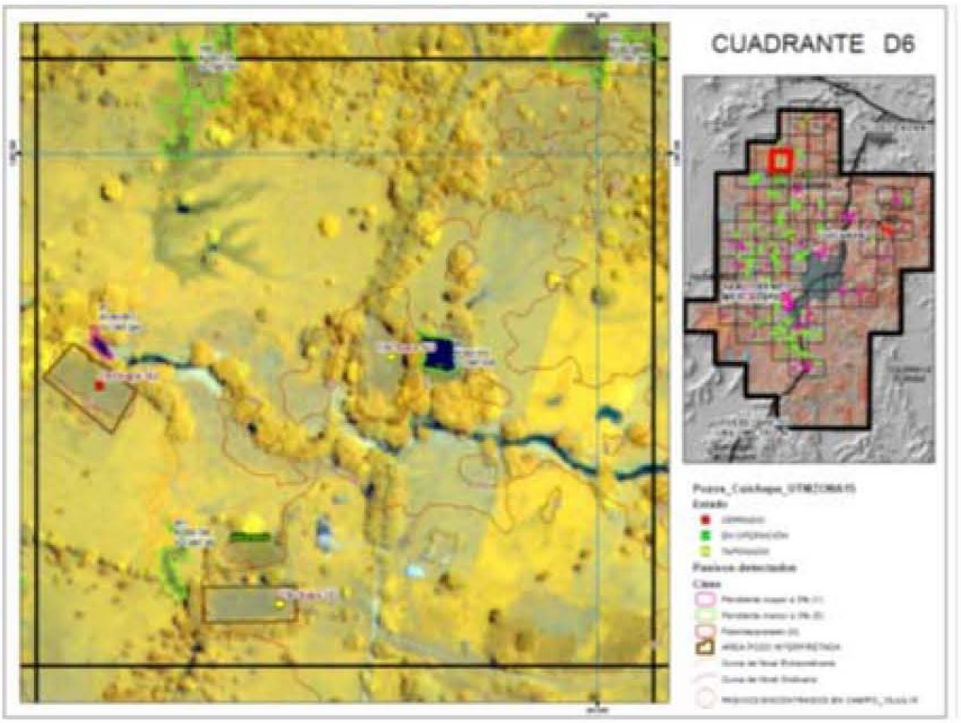


Figura 35. Generación de fichas para visitas de campo.

Los datos obtenidos del procesamiento de la imagen satelital no fueron concluyentes de la SPC si no una guía de aproximación para la evaluación de los sitios, que se complementó con la información obtenida de la CNH, análisis históricos, entrevistas con lugareños, estudios previos de entidades gubernamentales, académicos e investigadores realizados en la zona, lo verificado en sitio por el personal de campo mediante recorridos dirigidos.

Como resultado del proceso de la imagen satelital se obtuvo una relación de SPC identificados Imagen Satelital (IS), para su verificación y confirmación en recorridos de campo, conteniendo en su caso referencias, coordenadas u otro tipo de información que nos sirviera como apoyo para su ubicación en los recorridos de confirmación.

Aquellos SPC resultado del proceso de la imagen satelital, por clasificación supervisada, fueron confirmados con las visitas al sitio y comprobación mediante la utilización de sondeos o bien, métodos indirectos, como Petroflag, asimismo corroborados con análisis de laboratorios analíticos acreditados y aprobados en los parámetros que así lo requieran las leyes, normas y/o regulaciones internacionales que le apliquen.

Apéndice 5. Interpretación de imágenes satelitales.

7.17.1.4 Encuestas y/o entrevistas.

Para llevar a cabo las encuestas y/o entrevistas, se identificaron las localidades que forman parte del CCP y su cabecera municipal Moloacán.

Personal de GBN-AS, acudió a las oficinas del Gobierno Municipal, solicitando el directorio de los funcionarios públicos, lo que permitió identificar aquellos que pudieran proporcionar antecedentes de contaminación previa dentro del contexto regional y local.

En este sentido, se logró tener acercamiento con el Secretario de Gobierno, el cual proporcionó datos de los comisarios ejidales. Asimismo, por considerarse como una importante fuente de información, se solicitó reunión en diversas ocasiones con el personal del departamento de Protección Civil, sin embargo, no logró concretarse.

En este orden de ideas los comisariados ejidales proporcionaron algunos nombres de propietarios y ubicación de los predios dentro del cual se encuentra inmersa el área de estudio.

Los nombres proporcionados fueron el insumo para revisar la información del Regulado, en particular la base de datos de afectaciones recibidas del 2012 al 2015 del Activo Cinco Presidentes, la base reclamaciones 2012 al 2015, periódicos locales, los cuales contienen entre otros el nombre del propietario.

La base de datos generada en la revisión documental se utilizó para elaborar un programa de visitas para encuestas o entrevistas según fue el caso. La entrevista del profesional del medio ambiente fue personalizada y registrada por escrito.

Durante las entrevistas con los propietarios presentes y pasados, operadores y ocupantes de la propiedad se consideraron aquellos aspectos donde ocurrieron registros previos, con la finalidad de conocer a mayor detalle la situación legal de cada caso en particular.

En los casos de que el propietario no fue encontrado en el sitio con presencia de contaminantes, se procedió a entrevistar a los habitantes dentro del área, o de las zonas adyacentes, para determinar hasta donde fue posible, las operaciones que fueron realizadas en el pasado y las que actualmente se estaban desarrollando con probabilidad de condiciones ambientales reconocidas de contaminación, fueran estas de manera ocasional, temporal o permanente.

De manera general a los entrevistados se les pidió ser tan específicos como fuera razonablemente factible al responder las preguntas. Asimismo, se le solicitó a cada entrevistado responder de buena fe y en la medida de sus conocimientos fidedignos de primera mano. No fueron incluidas las respuestas incompletas para permitir tener un registro veraz de las entrevistas; en todo caso se les consideraron sin respuesta.

La información obtenida también sirvió para identificar las comunidades que presentaron problemática social incluyendo de inseguridad, lo que permitió, entre otros, el identificar vías de acceso que durante las visitas de campo representaron un problema.

Para realizar la encuesta se utilizó el formato Encuesta de Aspectos Ambientales F-SEA-008.

En algunos casos los encuestados refirieron que varios de los sitios que presentaron contaminación en algún momento ya habían sido saneados, sin embargo, estos sitios también fueron considerados dentro de la lista ya que en el momento de la visita no se contó con evidencia que nos confirmara el saneamiento.

Algunos de los propietarios o encargados al momento que se realizó la encuesta solicitaron realizar el recorrido con personal de GBN-AS y se procedió a la verificación del sitio con potencial contaminación, por lo que se llevó a cabo la toma de coordenadas en el sistema WGS84, se tomó evidencia fotográfica y en algunos casos se calculó un estimado del área afectada. Con el registro de cada uno de los SPC, se fue generando la base de datos "lista preliminar de sitios potencialmente contaminados", estos SPC fueron identificados con las iniciales EN_ y en seguida un número identificación, para conocer la fuente de información.

Con la información obtenida se elaboró una base de datos conteniendo una lista preliminar de SPC, tomando en consideración las nomenclaturas enlistadas anteriormente:

AD_Análisis Documental

RI_Recorrido de Instalaciones

IS_Imagen Satelital

EN_Encuestas.

Respecto a la identificación de suelos potencialmente contaminados que no cuenten con información previa y con base en lo establecido por la SEMARNAT que en letra enuncia "No contar con evidencia documental histórica de contaminación en sitios considerados pasivos ambientales no es justificación para no muestrear dichas áreas." (SEMARNAT, 2010), paralelo a los recorridos de verificación de campo donde se identificaron SPC con información previa, se tomaron en consideración las medidas necesarias para lograr la cobertura de las zonas "blancas" para descartar y/o confirmar la existencia de suelos potencialmente contaminados.

Es importante hacer notar que, en la Fase I. Investigación histórica, todos los sitios fueron considerados como potencialmente contaminados y, por lo tanto, no se eliminó ninguno hasta tener prueba de la ausencia de contaminación, mediante los métodos analíticos aplicables en su caso.

La información obtenida se verificó con la lista de reclamaciones y afectaciones 2012 -2015 con la finalidad de revisar que no se duplicara información con la obtenida en los recorridos de instalaciones, imagen satelital y encuestas en su caso. Analizada la información se realizó un programa de recorridos para verificar en campo.

7.17.2 Fase II. Evaluación preliminar del sitio.

La evaluación preliminar del sitio (EPS) es la fase siguiente a la obtención de un listado de SPC. Considerando que los listados por lo general incluyen a un gran número de sitios, se hace necesario, que se realice una visita rápida, pero con la calidad suficiente para concluir con certeza si el sitio se encuentra potencialmente contaminado.

7.17.2.1 Recorridos de campo para verificación de sitios potencialmente contaminados.

Con la finalidad de realizar las visitas a los sitios que fueron identificados, se elaboró un plan de recorridos con las referencias disponibles para identificar los SPC.

El objetivo del plan de recorrido fue para la obtención de información específica en donde no existieron antecedentes de la revisión documental, por lo tanto, se programaron recorridos por el CCP. Para elaborar el programa de recorridos el personal de GBN-AS uso la información de la "Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados", la información obtenida en la identificación previa de infraestructura existente, con los puntos georreferenciados en el GPS.

El barrido del CCP para verificar los SPC, fue programado tentativamente dentro del polígono de sur a norte y de este a oeste. Los levantamientos de información efectuados durante los recorridos se realizaron de acuerdo con los procedimientos e instrucciones de trabajo contenidas en el SGI.

- Toma de coordenadas y tracking.
- Fotografías y/o toma de video.
- Investigación en fuentes no documentales (encuestas). Estas fueron aplicadas en los casos que se observaron centros de población, trabajadores, ex trabajadores, etc., en el entorno del sitio con potencial contaminación, que no fueron considerados y que pudieran proporcionar mayor información específica del área de estudio.
- Obtención de datos específicos de condiciones físicas, ambientales y aspectos socioeconómicos.
- Identificación de los posibles riesgos ambientales y a la salud humana, únicamente en los casos que por la magnitud de la afectación así se requirió.

El reconocimiento del área de estudio se efectuó mediante las inspecciones físicas y/o visuales dentro de la propiedad y de los sitios colindantes; para tal efecto se utilizó la información previa obtenida de los documentos de referencia, donde fue posible se

contactó al usuario actual del sitio con presencia de contaminantes para informar sobre las condiciones ambientales relevantes, las amenazas por presencia de sustancias peligrosas o de productos derivados del petróleo.

El objetivo de la visita de campo fue identificar en la medida de lo posible las condiciones ambientales del sitio de acuerdo a lo establecido en los procedimientos metodológicos determinados por cada especialidad. Se realizaron con la finalidad de:

1. *Confirmar los sitios potencialmente contaminados con registros previos.*
2. *Reconocimiento de las condiciones del sitio.*
3. *Identificación de sitios con potencial contaminación que no contaban con información previa.*

1. Confirmar los sitios potencialmente contaminados con registros previos.

El profesional ambiental de GBN-AS efectuó la revisión de acuerdo a la información de los registros previos con la finalidad de ubicar el SPC.

Se inspeccionó en el sitio el tipo de contaminante, con el apoyo del GPS se recorrió el SPC georreferenciando los vértices de una figura, lo más parecido al perímetro del SPC, así como la toma de evidencia fotográfica.

En caso de no detectar visualmente afectación, se ubicó un solo punto para verificar en cada dirección (Norte, Sur, Este y Oeste), considerando además las condiciones topográficas, estado de la vegetación etc., se procedió a realizar un sondeo aproximado a 50 cm, con el apoyo de la pala y las gafas (cava hoyos) en el punto seleccionado, independientemente de este muestreo se tomó otra muestra a una profundidad de 1.00 m para corroborar y descartar que la movilidad del contaminante en el suelo a un estrato mayor no se encuentre contaminado, en cada sondeo se tomó evidencia fotográfica georreferenciada con el GPS en campo.

En algunos casos que las condiciones del terreno y vegetación no permitieron lo anterior, se registró una superficie aproximada (calculo visual) y se geo-referenció cada área de este tipo con un punto tomado con el GPS.

En aquellos SPC que por antecedentes e inspección pudiera encontrarse contaminado con HC's tal es el caso de las presas de desecho utilizadas por malas prácticas en las perforaciones como almacenamiento de lodos o recortes de perforación base aceite, o bien sitios con antecedentes de saneamiento, se utilizó el sistema de análisis Petroflag, esto sirvió como referencia para verificar si se trataba de un SPC contaminado con HC's.

Este método se describe en el Apartado 7.17.2.3 Métodos indirectos para la detección preliminar de sitios potencialmente contaminados.

2. **Reconocimiento de las condiciones del sitio.**

De acuerdo a la experiencia propia de la empresa GBN-AS, se obtuvo la evidencia visual del sitio, la cual se documentó durante el reconocimiento de las condiciones del área mediante el levantamiento de datos diversos, entrevistas, encuestas, fotografías y videos, en su caso.

En la medida de lo posible se efectuó una inspección física y/o visual de los alrededores de la propiedad para determinar si existe o existió algún camino alterno no documentado en donde se determine la existencia de alguna vía con presencia de contaminantes.

Dados los usos y costumbres de la industria nacional petrolera, se presentaron casos en las propiedades colindantes al sitio de estudio que fueron usadas dentro de alguna parte del proceso petrolero, es por ello que se dio la necesidad de hacer el reconocimiento de las condiciones ambientales de los predios colindantes.

3. **Identificación de sitios con potencial contaminación que no contaban con información previa.**

Con base en lo establecido por la SEMARNAT que en letra enuncia “No contar con evidencia documental histórica de contaminación en sitios considerados pasivos ambientales no es justificación para no muestrear dichas áreas.” (SEMARNAT, 2010), paralelo a los recorridos de verificación de campo donde se identificaron SPC con información previa, se tomaron en consideración las medidas necesarias para lograr la cobertura de las zonas "blancas" para descartar y/o confirmar la existencia de SPC.

En los SPC que era evidente la contaminación por HC’s, personal de GBN-AS elaboró la ficha de pasivos F-SEA-006 y se agregó al “Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos”, para su posterior estudio de caracterización, en su caso.

En los SPC que no se contó con evidencia aparente de contaminación, sin embargo, se sospechó de la misma fueron utilizados métodos indirectos como el sistema Petroflag, el cual se describe en el siguiente apartado.

7.17.2.2 Análisis de criticidad de sitios potencialmente contaminados.

Dado el número de SPC identificados en la zona de estudio y las condiciones sociales y climáticas que impedían acceso a los sitios se consideró la necesidad de generar una matriz de criticidad, sustentada en el posible riesgo intrínseco de cada sitio.

Un análisis de criticidad permite jerarquizar sistemas, instalaciones, equipos y elementos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. El análisis tiene como finalidad jerarquizar diferentes sistemas y elementos, por lo cual,

la matriz de criticidad es una herramienta de control que permite ordenar por nivel de importancia los diferentes elementos, en este caso SPC, que generaron o puedan generar un posible riesgo dependiendo de sus características y del entorno.

Una vez localizados e identificados los SPC detectados por los diferentes métodos como; investigación histórica, recorridos en instalaciones, imagen satelital encuestas y/o entrevistas, se realizó el análisis de criticidad.

El análisis de cada sitio consistió en la generación de matrices de criticidad dirigidas a la jerarquización de los SPC en el CCP para confirmación por métodos indirectos. El resultado del análisis permitió seleccionar aquellos sitios que requieren un plan sujeto a prioridades condicionadas por los riesgos identificados, tales como presiones sociales, actividad ganadera, política y otras que se presenten por la existencia de los sitios contaminados y los riesgos a la salud humana, flora y fauna, así como los recursos aire, agua y suelo.

Derivado de la identificación de la vulnerabilidad y riesgos, asociados a la localización de los SPC y aplicación del método de criterio de expertos se clasificaron las variables para obtener la matriz de criticidad en tres grupos principales:

- *Variables físicas y particulares*
- *Variables climáticas y del entorno ambiental*
- *Variables sociales, culturales y políticas*

Variables Físicas y Particulares.

Se refiere a las características físicas de los SPC, así como el entorno en el que se encuentran.

- Edad del SPC
- Condición actual
- Apreciación física
- Tipo de SPC
- Vías de acceso
- Área aproximada
- Emisiones de gases
- Remoción mecánica de suelo

Variables climáticas y del entorno ambiental.

Se refiere a las condiciones naturales del área de influencia del SPC.

- Afectación de los accesos por lluvia
- Tipo de suelo (predominante)
- Afectación de la flora por tipo de vegetación

- Mortandad de fauna
- Distancia a cuerpos de agua naturales
- Distancia a cuerpos de agua artificiales
- Posibilidad de arrastre hidráulico
- Uso de suelo
- Distancia a asentamientos humanos

Variables sociales culturales y políticas.

Son las situaciones o controversia originadas por terceros afectados por el SPC.

- Presión comunitaria, social, ganadera, política o del gobierno

Una vez definidas las variables particulares, a cada una se les otorgó, por criterio de expertos una puntuación del 1 al 3, siendo 1 la variable menos crítica y el 3 el valor de la variable más crítica.

Las variables particulares obtenidas se plasmaron en hoja de cálculo denominada "Matriz de Criticidad de Sitios Potencialmente Contaminados (SPC)", en la descripción se menciona una calificación de 1= Menos critico o inexistente; 2= Valor tolerable; 3= Valor critico máximo, que son valores que puede adquirir la variable según su criticidad.

El multiplicador es la importancia comparativa entre variables; el número 1 comprende a las variables de menor importancia y el 8 a las más importantes; esto se determinó por comparación entre variables y por votación directa de expertos consultados. Esta ponderación es muy útil cuando existen variables que reflejan una mayor importancia que otras pero que no pueden ser descartadas para la toma de decisiones.

A continuación, se presenta el formato de la Matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados.

Tabla 25. Matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados.

Matriz de Criticidad de Sitios Potencialmente Contaminados (SPC)

Campo _____

Nombre o identificador _____

Superficie m² _____

Coordenadas UTM _____

_____

Referencia _____

Multiplicador que indica la importancia de la variable**

Tipos de Variables	**Variables Particulares**	**Valor que puede adquirir la variable según su criticidad ***			**Valor de la variable**		**Total**
		1	2	3			
Variables físicas y particularidades	Edad del SPC (años)	> 25	5 -25	< 5		3	
	Condición actual	Contenida	Flujo Ocasional	Fluyente		7	
	Apreciación física	Intemperizado	Iridiscencia	Semi intemperizado		7	
	Tipo de SPC	Presa de desecho	Derrame	Presa y Derrame		3	
	Vías de acceso	Accesible y de uso frecuente	Lejana pero accesible	Poco accesible		4	
	Área aproximada del SPC (m^2)	<500	501-5,000	>5,000		4	
	Emisiones de gases	No existe	VOC	H_2S		6	
	Remoción mecánica de suelo.	Alterado	Semi-alterado	Intacto		3	
Variables climáticas y del entorno ambiental	Afectación de los accesos por lluvia	No afectada	Parcialmente afectada	Inaccesible		7	
	Tipo de suelo (predominante)	Luvisol / Acrisol	Cambisol	Gleysol		6	
	Afectación a la flora por tipo de vegetación	Pastizal	Vegetación secundaria	Popal / vegetación de galería / selva		6	
	Mortandad de fauna	No existe	Latente	Existe		8	
	Distancia a cuerpos de agua naturales (m)	>500	100 - 500	<100		7	
	Distancia a cuerpos de agua artificiales (m)	>500	50 - 500	<50		6	
	Posibilidades de arrastre hidráulico	No inundable	Sitios con escorrentía	Inundable		4	
	Uso de suelo	Industrial	Residencial	Agropecuario		6	
	Distancia a asentamientos humanos (Km)	>5	0.5 - 5	<0.5		6	
Variables sociales, culturales, políticas	Presión comunitaria, social, ganadera, política o del gobierno	No existe	Latente	Existe		8	
						Puntaje	

* Las calificaciones serían: 1=Menos crítico o inexistente; 2=Valor tolerable; 3=Valor crítico máximo

** Importancia comparativa entre variables; el número 1 comprende a las variables de menor importancia y el 8 a las más importantes; esto se determinó por comparación entre variables y por votación directa de expertos consultados

Rango de valores	**Criticidad**	**Acción a tomar**
≥ 200	**ALTO**	Se establece prioridad alta para método indirecto.
151-199	**MEDIO**	Se establece prioridad media para método indirecto.
≤ 150	**BAJO**	Se establece prioridad baja para método indirecto.

El puntaje se obtuvo mediante la suma de los productos de las variables particulares multiplicado por la importancia de cada variable. El rango de valores para determinar el grado de criticidad se obtuvo al realizar un caso hipotético donde todas las variables tienen el valor critico de 3. El valor obtenido representa el máximo valor alcanzado (alta criticidad), mientras que el punto medio de este valor representa un nivel de criticidad media, valores inferiores a este indican una criticidad baja.

El resultado del análisis de las matrices de criticidad nos otorgó un número de SPC para llevar a cabo un plan de recorridos que nos permitiera complementar la confirmación de SPC mediante métodos indirectos.

Las características de cada uno de los SPC identificados fueron utilizados para determinar la jerarquización mediante un análisis de criticidad y dar prioridad a los sitios con alta criticidad y confirmar con el método indirecto, continuaríamos con las de criticidad media para terminar con los sitios de criticidad baja. Aquellos que resultaban positivos con el método indirecto se programaron para dar inicio a un estudio de caracterización.

7.17.2.3 Métodos indirectos para la detección preliminar de sitios potencialmente contaminados.

Sistema de análisis de hidrocarburos Petroflag.

El sistema Petroflag es un método de campo portátil para la determinación de hidrocarburos totales de petróleo en el suelo. No distingue entre los hidrocarburos aromáticos y alifáticos, pero cuantifica hidrocarburos totales (HTP). Es un método analítico muy versátil que puede ser usado en la mayoría de los derrames de hidrocarburos sin conocimiento previo del contenido de BTEX o HAP del contaminante. Está diseñado para responder al más amplio rango de Hidrocarburos, es más sensible a hidrocarburos pesados como aceites y grasas y menos sensible a los combustibles de hidrocarburos más ligeros y volátiles.

Los criterios a considerar para aplicar el uso del sistema Petroflag y establecer que un sitio se encuentre potencialmente contaminado con hidrocarburos, son los siguientes:

- Presas de desecho cercanas a una instalación, donde se detectó o no iridiscencia, pero que por antecedentes existía la posibilidad de presentar contaminación debido a las malas prácticas utilizadas en el pasado en las actividades petroleras.
- Sitios cercanos a actividades contaminantes del suelo y se observe poca o nula vegetación e indicios de la presencia de algún tipo de contaminante.
- Antecedentes de contaminación, entrevistas, encuestas.
- Sitios que fueron remediados de acuerdo a encuestas pero que no se cuenta con documentos comprobatorios de la conclusión de la remediación, durante la elaboración de la LBA.

7.17.2.3.1 Toma de muestras.

Tomando en cuenta que el sistema Petroflag es un método indirecto el cual nos serviría de referencia para detectar la posible presencia de HC's en los SPC y que los resultados de los análisis de laboratorio acreditado por la EMA finalmente determinarían la presencia o ausencia en su caso de contaminantes, asimismo que la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, indica que deberá ser elaborado un plan de muestreo, por lo tanto para la toma de muestras para analizar con Petroflag se llevó a cabo de la siguiente manera.

Localización de los puntos de muestreo.

Bajo la base de una posible distribución homogénea de la contaminación, los puntos de muestreo se distribuyeron de acuerdo a la superficie aproximada del área afectada. El tipo de muestreo aplicado fue simple y sistemático, distribuyendo los puntos con el método al tresbolillo con el objeto de situarlos en toda la extensión del área de estudio. La siguiente figura muestra la distribución mencionada.

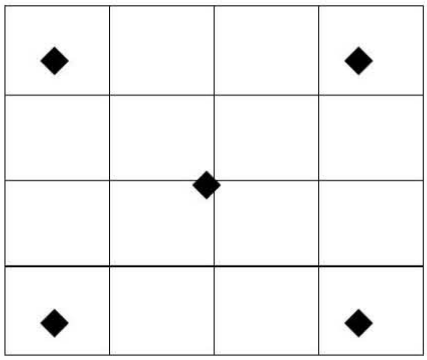


Figura 36. Método de muestreo a tresbolillo.

Profundidad del muestreo.

Con objeto de identificar el hidrocarburo se contempló en todo momento la recolección de una muestra superficial de 0.15 m a 0.30 m y otra muestra con una profundidad de mínimo a 1.0 m dentro del sitio esta profundidad, la cual en algunos casos hubo variaciones de acuerdo a las características que presentaba el sitio.

En cada muestra compuesta se tomaron cinco puntos de muestreo, se manejó como muestra compuesta por considerarse un resultado de referencia. El proceso de homogeneización fue desarrollado en campo. El homogeneizado se logró utilizando bolsas de polietileno, haciendo girar la muestra en todas direcciones.

En cada SPC se utilizó el formato F-SEA-010 Tabla de Muestra de Análisis, donde se ubican los puntos de muestreo y las referencias, así como las coordenadas de cada muestra, en el sistema WGS84.

Para la toma de muestras se tomó como referencia las siguientes fuentes de información:

NOM-138-SEMARNAT /SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación

Ministerio de Medio Ambiente España. (febrero 2003). Procedimiento para la investigación, análisis y diagnóstico de la presencia de fuel en la arena de las playas del litoral afectado. Guía Nº 1 para actuaciones a desarrollar a causa del vertido del Prestige, 1, 3-5.

NMX-AA-132-SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra.

La descripción y procedimiento de uso del sistema de análisis de HC's Petroflag, se adjunta para pronta referencia en el Apéndice. Procedimiento de uso del sistema de análisis de hidrocarburos Petroflag.

Apéndice 6. Procedimiento de uso del sistema de análisis de hidrocarburos Petroflag.

7.17.2.3.2 Preparación de la muestra para su análisis con Petroflag.

El siguiente paso en el procedimiento para el análisis con Petroflag fue el secado en todas las muestras, haciendo énfasis en las muestras de las presas de desecho que presentaron exceso de humedad más de 15% p/p, que, de acuerdo a lo indicado en el manual, esto puede ocasionar un resultado menor que el real, ya que se maneja como una dilución.

El secado se realizó con el propósito de facilitar el manejo de las muestras, mejorar la homogeneización y disminuir los cambios químicos indeseables. Las muestras de suelo fueron secadas al medio ambiente, extendiendo las muestras de suelo en charolas, colocándose a la sombra, al ser una prueba de campo se optó por las mejores condiciones para el manejo de la muestra. Cuando las muestras se encontraban secas fueron molidas, volviendo a homogenizar para un posterior cribado.

7.17.2.3.3 Resultados de análisis Petroflag.

La calibración previa al análisis y los factores que se deben considerar de acuerdo al contaminante a analizar fueron tomados en cuenta de acuerdo a la información contenida en el manual del equipo. Las muestras fueron analizadas por el método según las recomendaciones del fabricante.

Cada muestra analizada y su resultado se anotaron en el formato F-SEA-011. Tabla de resultados de análisis por el sistema Petroflag.

Tabla 26. Formato F-SEA-011. Tabla de resultados de análisis por sistema Petroflag.

	Tabla de resultados de análisis por sistema Petroflag F-SEA-011	
Clausula: 7.5.1	Rev. 02	Fecha de revisión: 03-Ene-17

Elabora:	Fecha:	Proyecto:

Id	Clave SPC	Referencia	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona 15Q		Tamaño de la muestra (gr)	Temperatura de calibración (°C)	Identificación de la muestra	Resultados (ppm)	Observaciones
			X	Y					

7.17.2.3.4 Interpretación de resultados sistema Petroflag.

Con los resultados obtenidos en el formato F-SEA-011 y partiendo del fundamento que el sistema Petroflag no hace diferencias en cuanto al tipo de hidrocarburos, por ejemplo, de alifáticos y aromáticos y está basado en la cuantificación de hidrocarburos totales, la calibración (en reactivos y con suelo) y en el factor de respuesta adecuado, para la interpretación de los resultados obtenidos se establecieron como valores de referencia los mayores a 1,000 ppm lo cual se estimó como un indicio que permitió presuponer la existencia de contaminación por hidrocarburos en el suelo.

En este sentido fueron identificados aquellos resultados que se encontraban fuera del límite de referencia elaborando la ficha de pasivos F-SEA-006 y agregándolo al "Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos", para su posterior estudio de caracterización, en su caso. Los resultados del Petroflag como método indirecto para la identificación de sitios con potencial contaminación sirvió de referencia, sin embargo, la confirmación de la contaminación de sitio lo establecieron los análisis llevados a cabo por un laboratorio acreditado por la EMA, en caso de encontrarse dentro de los SPC con estudio de caracterización.

Es claro que, sin análisis llevados a cabo por metodologías mediante un laboratorio acreditado, es difícil determinar con precisión a los contaminantes presentes en el sitio, sin embargo, durante la visita al SPC se pudo definir con claridad suficiente los tipos de contaminantes; para llegar a tal definición, durante la visita al sitio se estableció con la mayor certeza posible, el origen de la contaminación, las fuentes de información

como encuestas, entrevistas con autoridades locales y con la población fueron de suma importancia para este fin.

7.17.2.3.5 Identificación y registro de sitios potencialmente contaminados con otro tipo de contaminantes.

En los casos que se descartaron SPC con hidrocarburos mediante el sistema Petroflag y sin embargo, se observó que por el entorno del sitio podía presentar afectación por otro tipo de contaminante, el personal de GBN-AS utilizó el formato F-SEA-006 Pasivos Ambientales en la que se registraron las características del sitio potencialmente contaminado y sus condiciones ambientales, misma que es soportada con evidencias fotográficas, asimismo se agregaron datos de afectación a flora y fauna, para contar con antecedentes del SPC.

Los contaminantes a analizar fueron aquellos que, de acuerdo a los datos de gabinete como antecedentes del sitio, entrevista con lugareños, registro de autoridades, la visita de campo, condiciones, características específicas del SPC y todo elemento de juicio fueron utilizados como herramientas de aproximación, se valoró la evaluación de la potencial presencia en general de todo aquel compuesto alóctono sospechoso de encontrarse en el sitio que pudiera producir o estar produciendo efectos adversos al ambiente.

Las condiciones ambientales, así como los datos de afectación a flora y fauna que llevaron a determinar los muestreos y análisis en dichos sitios, con la intención de valorar la potencial presencia de todo compuesto alóctono sospechoso de encontrarse en el sitio, fueron las siguientes:

Con la herramienta de google earth y la imagen satelital adquirida para el estudio se pudo analizar la vegetación aledaña al SPC, realizando una comparativa de antes y la actual, asimismo de manera presencial con la observación en el sitio, presentando características como vegetación estresada, escasa o nula comparada con la vegetación propia de la zona.

En cuanto a la fauna silvestre, se observó la poca o nula o en su caso dependiendo del contaminante la presencia de ejemplares afectados o muertos, también se tomó como información las encuestas realizadas a algunos pobladores que refirieron antecedentes de la afectación de semovientes que, si bien no es fauna silvestre, es un indicador de la presencia de algún tipo de contaminante.

Cualquier indicio de contaminación fue verificado con los análisis de laboratorio acreditado por la EMA los que cuentan con la capacidad de llevar a cabo el plan de muestreo, toma de muestras y análisis de suelos contaminados por hidrocarburos con fundamento en la NOM-138-SEMARNAT-SSA-2012, Bifenilos Policlorados (BPCs) NOM-133-SEMARNAT-2015, así como la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (en su caso) establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

7.17.2.3.6 Resultados de la evaluación preliminar del sitio.

Con los métodos anteriores se buscó identificar cualquier afectación al ambiente derivada de la presencia de hidrocarburos u otro tipo de contaminante, sustancias o residuos peligrosos dispuestos en el suelo o cuerpos de agua, que representara un riesgo para el medio ambiente y la población.

Para los sitios que por alguno de los métodos antes descritos hayan dado como resultado un SPC, el personal de GBN-AS utilizó el formato F-SEA-006 Pasivos Ambientales en el que se registraron las características del SPC, sus condiciones ambientales, misma que fueron soportadas con evidencias fotográficas y datos de afectación a flora y fauna, en su caso. La información contenida en el F-SEA-006 Pasivos Ambientales, fue utilizada como insumo para la validación mediante procedimientos de muestreo y análisis conforme a la normatividad ambiental vigente en su caso, para la evaluación de los niveles de contaminación del sitio, asimismo se generó la ficha de registro de daños preexistentes.

Con la información anterior se elaboró la base de datos, “Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos”. Para cada uno de los SPC se creó una ficha con los datos recolectados en la visita de inspección.

Tabla 27. Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos.

	REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES VERIFICADOS MEDIANTE RECORRIDOS

PARTE I: REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES VERIFICADOS MEDIANTE RECORRIDOS

NÚM.	CAMPO	ACTIVO	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE RECORRIDO	No. DE FICHA DE REGISTRO	COORDENADAS APROX.		MUNICIPIO	LOCALIDAD	ESTADO	SUPERFICIE APROX.	CONTAMINACIÓN POR:	USO DE SUELO
						X	Y						
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

PARTE II: REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES VERIFICADOS MEDIANTE RECORRIDOS

NÚM.	SUPERFICIE APROXIMADA DE LA AFECTACIÓN M²	CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA	COLINDA CON CAMINOS DE ACCESO	ESTADO DE ACCESO AL SITIO	PRESENCIA DE EQUIPO ABANDONADO	ASENTAMIENTOS HUMANOS	DISTANCIA APROXIMADA	CUERPOS DE AGUA	DISTANCIA APROXIMADA	VEGETACIÓN DENSA
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

PARTE III: REGISTRO DE PASIVOS AMBIENTALES VERIFICADOS MEDIANTE RECORRIDOS

NÚM.	DISTANCIA APROXIMADA	AFECTACIÓN A LA FAUNA	TIPO DE FAUNA	INSTALACIÓN ALEDAÑA	TIPO DE INSTALACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA	OBSERVACIONES	EQUIPO	FECHA DE RECORRIDO
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

7.17.3 Fase III. Estudio de caracterización de suelo.

El resultado de las fases I y II, nos sirvió para la identificación de la potencial contaminación de un sitio, sin embargo, la certeza de que un sitio se encuentra contaminado sólo se confirmó mediante el estudio de caracterización elaborado para cada uno de ellos.

La metodología para la elaboración del estudio de caracterización de suelos se fundamenta en el Reglamento de la Ley General Para la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), Titulo sexto, Remediación de sitios contaminados, Capítulo II Programas de Remediación, Sección I, Disposiciones generales artículos 132 al 139, la Guía ASEA, la guía para "Propuesta de Remediación" SEMARNAT-07-035, modalidad B. Pasivo ambiental y lo establecido en la Licitación del Regulado.

Para la LBA del CCP se presentó un estudio de caracterización para cada SC el cual integra los siguientes temas.

7.17.3.1 Tipo de contaminante.

Hidrocarburos.

Debido a que en el CCP la actividad petrolera es la predominante, se han presentado problemas de contaminación principalmente por derrames ocasionados accidental o intencionalmente, en este sentido se incluyeron también a los materiales semejantes a suelos, que son todos aquellos materiales que por sus propiedades mecánicas, físicas y químicas presentan semejanzas con los suelos contaminados tales como lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento, entre otros. Para la caracterización de sitios que se encuentran contaminados con HC' se considera la Norma Oficial Mexicana: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación".

Tabla 28. Tipo de contaminante a considerar para el análisis de hidrocarburos.

Producto contaminante	
Mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo	Turbosina
Petróleo crudo	Queroseno
Combustóleo	Creosota
Parafinas	Gasavión
Petrolatos	Gasolvente
Aceites derivados del petróleo	Gasolinas
Gasóleo	Gas nafta
Diesel	

Bifenilos policlorados.

NOM-133-SEMARNAT-2015, Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo.

Residuos Peligrosos.

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Cuerpos de agua.

Los cuerpos de agua que fueron utilizados en su caso como presas de desecho los lodos fueron analizados por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, "Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación".

7.17.3.2 Plan de muestreo.

Para el criterio en la selección del tipo de contaminante y cantidad de muestras, se tomó como referencia la información disponible registrada en el formato F-SEA-006 Pasivos Ambientales, además de fotografías y/o videos y se envió al laboratorio acreditado por la EMA, este registro fue considerado por el laboratorio para elaborar el plan de muestreo, toma de muestras y análisis de acuerdo a la normatividad nacional vigente.

El plan de muestreo se llevó a cabo de acuerdo al tipo de contaminante y las normas mexicanas establecidas para suelos contaminados.

a) **Suelos contaminados con hidrocarburos.**

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Numeral 7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización.

b) **Suelos contaminados con bifenilos policlorados.**

NOM-133-SEMARNAT-2015. Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo.

El método para realizar el plan de muestreo es el procedimiento interno del laboratorio acreditado por la EMA

c) **Residuos.**

Procedimiento interno MUCO - RE-00 utilizado por el laboratorio S.A.S, S. A. de C. V.,

para llevar a cabo la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (en su caso) establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

d) Cuerpos de agua.

En su caso para cuerpos de agua que fueron identificados en el estudio geofísico para determinar verificación migratoria de hidrocarburo. Muestreo de aguas residuales. Método de muestreo utilizado NMX-AA-003-1980.

e) Suelos.

De acuerdo a la información de INEGI en el CCP existen 4 tipos de suelo se tomó una muestra de cada uno de ellos para determinar las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, para conocer las características del suelo, con referencia en la NOM-021-SEMARNAT-2000.

7.17.3.3 Metodología pruebas de campo o laboratorio.

Se presentan de manera enunciativa más no limitativa las metodologías aplicadas para las pruebas analíticas, en las que se enlistan los parámetros analizados que señala la GLBA. La toma de muestras y análisis fueron realizados por laboratorios acreditados por la EMA.

Tabla 29. Métodos de laboratorio para pruebas en suelos.

Parámetro a analizar	Norma Oficial Mexicana	Método Analítico (Norma de referencia)
Hidrocarburos Fracción Ligera	NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación	NMX-AA-105-SCFI-2014, Suelos hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas (cancela a la NMX-AA-105-SCFI-2008).
Hidrocarburos Fracción Pesada		NMX-AA-134-SCFI-2006, Suelos – hidrocarburos fracción pesada por extracción y gravimetría – método de prueba.
Hidrocarburos Fracción Media		NMX-AA-145-SCFI-2008, Suelos-hidrocarburos fracción media por cromatografía de gases con detector de ionización de flama-método de prueba.
HAP's		NMX-AA-146-SCFI-2008, Suelos - hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por cromatografía de gases/espectrometría de masas (cg/em) o cromatografía de líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (uv-vis) - método de prueba.
BTEX		NMX-AA-141-SCFI-2014, Suelos benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización método de prueba (cancela la NMX-AA-141-SCFI-2007

Parámetro a analizar	Norma Oficial Mexicana	Método Analítico (Norma de referencia)
Humedad	NOM-021-SEMARNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	El establecido en el punto 5 de la NOM-021-SEMARNAT-2000
Textura		
Salinidad		
pH		
Conductividad		
Densidad		
Capacidad de intercambio catiónico		
BPCs	NOM-133-SEMARNAT-2015, Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo.	EPA 8270 D - 2007 Bifenilos Policlorados por Cromatografía.

Tabla 30. Métodos de laboratorio para pruebas en agua.

Parámetro	Norma de referencia (Método)
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2013, Análisis de agua – medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba (cancela a la NMX-AA-005-SCFI-2000).
Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP's).	NMX-AA-117-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de hidrocarburos totales del petróleo (HTP's) en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba.

7.17.3.4 Descripción de las condiciones geológicas, geo-hidrológicas e hidrológicas específicas de los sitios.

Para la descripción de las condiciones geológicas se revisó la información del CCP dentro del contexto local para el CCP complementando con los resultados de las condiciones geológicas de cada SPC se presentan de acuerdo a la siguiente información:

- Los datos a partir de los cuales se llega a una interpretación geológica del sitio tomando como referencia los perfiles obtenidos con el método de prospección geofísica georadar.
- La interpretación de la secuencia de estratos describiendo los datos en que se basa la interpretación.
- La ubicación a profundidad del nivel de aguas subterráneas.

Para las condiciones geohidrológicas e hidrológicas de cada SPC, se consideró la información obtenida para el CCP, así como los siguientes datos:

- La interpretación de los perfiles obtenidos con el georadar.
- La interpretación gráfica de todos los datos por cortes laterales o de planta del sitio.

- Interpretación de las curvas de nivel para el dato de dirección de flujo de las aguas.
- Gráficas la ubicación a profundidad del nivel de aguas subterráneas por corte laterales.

Los datos de la influencia de cuerpos de agua superficial con respecto al sitio, ubicación de pozos, norias o cualquier aprovechamiento en radios de 1 a 5 km alrededor del sitio dependiendo de la movilidad de los contaminantes presentes.

7.17.3.5 Resultados de las determinaciones analíticas.

Los resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes, contienen las hojas del informe de pruebas que emite el laboratorio, donde se señala la fecha de muestreo, identificación de la muestra y punto de muestreo georreferenciado del cual fue extraída la misma, profundidad a la que fue tomada la muestra, el método de análisis empleado, los valores de concentración de los contaminantes que rebasan y/o no rebasan los límites máximos de contaminantes en el suelo, así como la fecha de extracción del analito de interés y del análisis de la muestra.

Los resultados individuales presentan membrete de laboratorio y firma del responsable de su emisión.

7.17.3.6 Comparación de los resultados obtenidos versus los límites máximos permisibles establecido en la normatividad nacional.

A manera de resumen se elaboró una tabla comparativa que permitió la evaluación de los resultados obtenidos versus los límites máximos permisibles tomando en consideración, entre otras, las siguientes normas.

- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
- NOM-133-SEMARNAT-2015. Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo.
- NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.
- NOM-143-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.

Tabla 31. Ejemplo de tabla comparativa para evaluación de resultados.

		Parámetro analizado	Unidad	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	Resultado Muestra 1	Resultado Muestra 2
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012								
Hidrocarburos	Fracción	Ligera	mg/kg	200	200	500		
		Media	mg/kg	1200	1200	5000		
		Pesada	mg/kg	3000	3000	6000		
	Específicos	HAP's						
		- Benzo[a]pireno		2	2	10		
		- Dibenzo[a,h]antraceno		2	2	10		
		- Benzo[a]antraceno		2	2	10		
		- Benzo[b]fluoranteno		2	2	10		
		- Benzo[k]fluoranteno		8	8	80		
		- Indeno (1 ,2,3-cd)pireno		2	2	10		
		BTEX						
		- Benceno	mg/kg	6	6	15		
		- Tolueno	mg/kg	40	40	100		
		- Etilbenceno	mg/kg	10	10	25		
		- Xileno	mg/kg	40	40	100		

7.17.3.7 Condiciones climáticas y físicas que afectan el comportamiento de los contaminantes.

Condiciones climáticas.

Para definir las condiciones climáticas que afectan el comportamiento de los contaminantes, se observaron dos factores principales: precipitación y temperatura.

Se contemplaron tres métodos, los cuales se usan para el cálculo de precipitaciones: isoyetas, polígonos de Thiessen y media aritmética, procediéndose a determinar a través del programa ArcGIS cuál era el adecuado para definir las condiciones precipitación del área de estudio.

Para el método de las isoyetas, se utilizaron los valores puntuales de precipitación que contenía cada estación: "La Cangrejera", "Tancochapa", "Minatitlán" y "Tierra Morada", y con ello se construyeron las líneas (isolíneas) con valores iguales de precipitación por interpolación, y de la misma manera se efectuó este procedimiento para las temperaturas (isotermas).

El método de polígonos de Thiessen solo para precipitaciones, consistió en que las estaciones contiguas "La Cangrejera", "Tancochapa", "Minatitlán" y "Tierra Morada". se conectaron a través de líneas rectas de manera que formaron triángulos, en cada una de las líneas rectas que fueron perfiladas se trazaron mediatrices perpendiculares, las cuales se prolongaron hasta ser cortadas por otras mediatrices, los puntos en los que

se cruzaron estas representaban los vértices del polígono cuya superficie constituía el área de influencia de cada estación. Una vez obtenidos los polígonos se calculó el área para proceder a la obtención de la precipitación media.

El método de la media aritmética es el más simple de los tres y da una visión más real de las condiciones del sitio respecto a los valores puntuales de precipitación con las estaciones seleccionadas. Los cálculos se realizaron de manera que se consideraron los registros de precipitaciones de las estaciones: "La Cangrejera", "Tancochapa" y "Minatitlán". El método se aplicó de forma que existe una relación de los valores puntuales de precipitación anual en cada estación entre el número de estaciones consideradas; resultando un promedio de las precipitaciones registradas en las estaciones. De la misma manera se empleó el mismo procedimiento para determinar la temperatura, donde las temperaturas medias anuales fueron promediadas de acuerdo al número de estaciones seleccionadas.

Debido a que no existen estaciones dentro del campo los métodos de isoyetas y polígonos de Thiessen no fueron viables, ya que no dan una visión integral de las condiciones climáticas del CCP, empleándose la media aritmética, tanto para precipitación como temperatura.

Condiciones físicas. Se consideraron entre otros los siguientes datos:

- Existencia de un sellado superficial del sitio.
- Tipo de sellado en caso de existir: asfalto, concreto, bloques, empedrados, etc.,
- Porcentajes de áreas selladas y áreas no selladas, en su caso.
- Instalaciones superficiales, subterráneas existentes como son drenajes, líneas de conducción, túneles.
- Edificios, cimentaciones y sus condiciones, en su caso.
- Inclinación del terreno.
- Tipo de suelo.

7.17.3.8 Determinación de la distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y en los acuíferos.

En el caso de los sitios contaminados con hidrocarburos para la determinación de la migración, se consideraron las siguientes características del petróleo crudo:

Características de los productos del petróleo que determinan su destino en el ambiente.

Densidad (gravedad específica). Determina su posición con respecto al agua; el petróleo y todos sus productos derivados tienen una densidad menor a la del agua, por lo tanto, forman una capa flotante.

Viscosidad. Determina su migración vertical en el subsuelo. Productos de alta

viscosidad: permanecen en la superficie del suelo (crudo, desechos petroleros) Productos de baja viscosidad: migran verticalmente hacia el agua subterránea (gasolina, gasolvente, gasavión, turbosina, diesel, queroseno) (BTEX: benceno, etilbenceno, tolueno, xilenos).

Métodos geofísicos.

En los últimos años, la resolución de problemas de carácter ambiental con la ayuda de la geofísica ha cobrado singular importancia dentro de las ciencias de la tierra. Los problemas de contaminación de suelos y aguas por actividad antrópica, su análisis, así como la viabilidad de control de dichos procesos y los posibles procedimientos de descontaminación han dado un gran impulso a esta área del conocimiento. La geofísica propone diferentes procedimientos y aplicaciones por medio de métodos como prospección eléctrica, GPR (Ground Penetrating Radar, por sus siglas en ingles), electromagnética entre otros, que son una valiosa herramienta para la evaluación de los problemas ambientales.

El propósito al emplear las técnicas geofísicas, es contribuir al estudio de los fenómenos de contaminación natural o provocada de las fuentes de agua superficial y subterránea, así como de los suelos y el medio en general. Para poder emplear las técnicas geofísicas debemos conocer bien sus posibilidades y las características físicas concretas del fenómeno de contaminación que pretendemos estudiar.

La prospección geofísica, tradicionalmente utilizada para la detección de hidrocarburos, estudios de minería, aguas subterráneas e ingeniería civil, se está aplicando en la actualidad con notable éxito en estudios ambientales (Benson et al, 1984).

Esto es debido a sus cualidades como métodos rápidos, no destructivos y económicos, que hace adecuada su utilización en lugares donde existen asociadas unas condiciones especiales de peligrosidad como son acumulaciones de gases y lixiviados, producto del lavado de los residuos que contienen.

En la mayoría de los casos el impacto ambiental de los desechos liberados sería mínimo si éstos permanecieran en el punto de liberación; desafortunadamente, la mayoría de los desechos migran desde sus puntos de liberación hasta afectar un área extensa. La vía de migración por lo general es a través de capas permeables, estructuras geológicas o las aguas subterráneas siguiendo el gradiente hidráulico local.

Previamente al inicio de la campaña de prospección geofísica, que se realiza con la finalidad de obtener información del subsuelo, se contó con otros tipos de investigaciones como:

- La recopilación de información histórica de la zona.

- El reconocimiento "in situ" del SPC.
- Resultados de los puntos que se encuentran fuera de los LMP, características del suelo.
- El estudio del medio hidrogeológico, topografía del sitio y de los datos disponibles.

El método de georadar, tiene una gran ventaja al aplicarse sobre la contaminación del suelo por hidrocarburos, siempre y cuando la saturación del agua no sea muy elevada.

Con base a lo anterior, la aplicación de los métodos geofísicos para la determinación y distribución del o los contaminantes y su grado de afectación al suelo o agua subterránea contaminada, se decidió de acuerdo al tipo de contaminante que esté afectando al suelo, las ventajas y limitaciones propias de cada metodología.

A continuación, se describen las metodologías que se utilizaron en la determinación de la distribución del o los contaminantes en el suelo.

Radar de penetración terrestre (georadar).

Este método como ya se mencionó fue utilizado en la caracterización del suelo para la determinación y distribución del o los contaminantes principalmente hidrocarburos y su grado de afectación.

El radar de penetración terrestre (GPR) proporciona una imagen de lo que hay en el subsuelo, esta tecnología desempeña un papel importante en la protección de nuestro medio ambiente. Una de las aplicaciones más importantes del georadar es la ubicación de los SPC los cuales podrían causar efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. Los alcances del GPR son:

- Cartografiar la extensión de las plumas contaminantes.
- Determinar la dirección de la migración de contaminantes.
- Identifica infraestructura no visible, (líneas, ductos, tambos, etc.).

Básicamente el parámetro que condiciona la respuesta geofísica del sistema en las medidas georadar es la constante dieléctrica. Sus valores característicos son muy bajos en la zona saturada de hidrocarburos y muy altos en la zona saturada de agua.

Para la detección de condiciones del subsuelo en sitios con posibilidad de presentar contaminación por hidrocarburos no visibles en la superficie, es decir, que se encuentren cubiertos por material terrígeno como puede suceder fugas en ductos, además de identificar las condiciones de los mismos, se utilizó el georadar marca USRADAR modelo Quantum Imager, el cual cuenta con una triple frecuencia capaz de captar grandes profundidades con gran resolución, hasta 10 m de profundidad. Los ultra pulsos escalonados combinan las ventajas del georadar de pulsos y frecuencia escalonada del radar para una insuperable resolución y profundidad.

Figura 37. Equipo Quantum Imager.

http://www.usradar.com/ground-penetrating-radar-gpr/all-in-one-gpr-systems/multi-frequency-systems/quantum-imager-triple-frequency

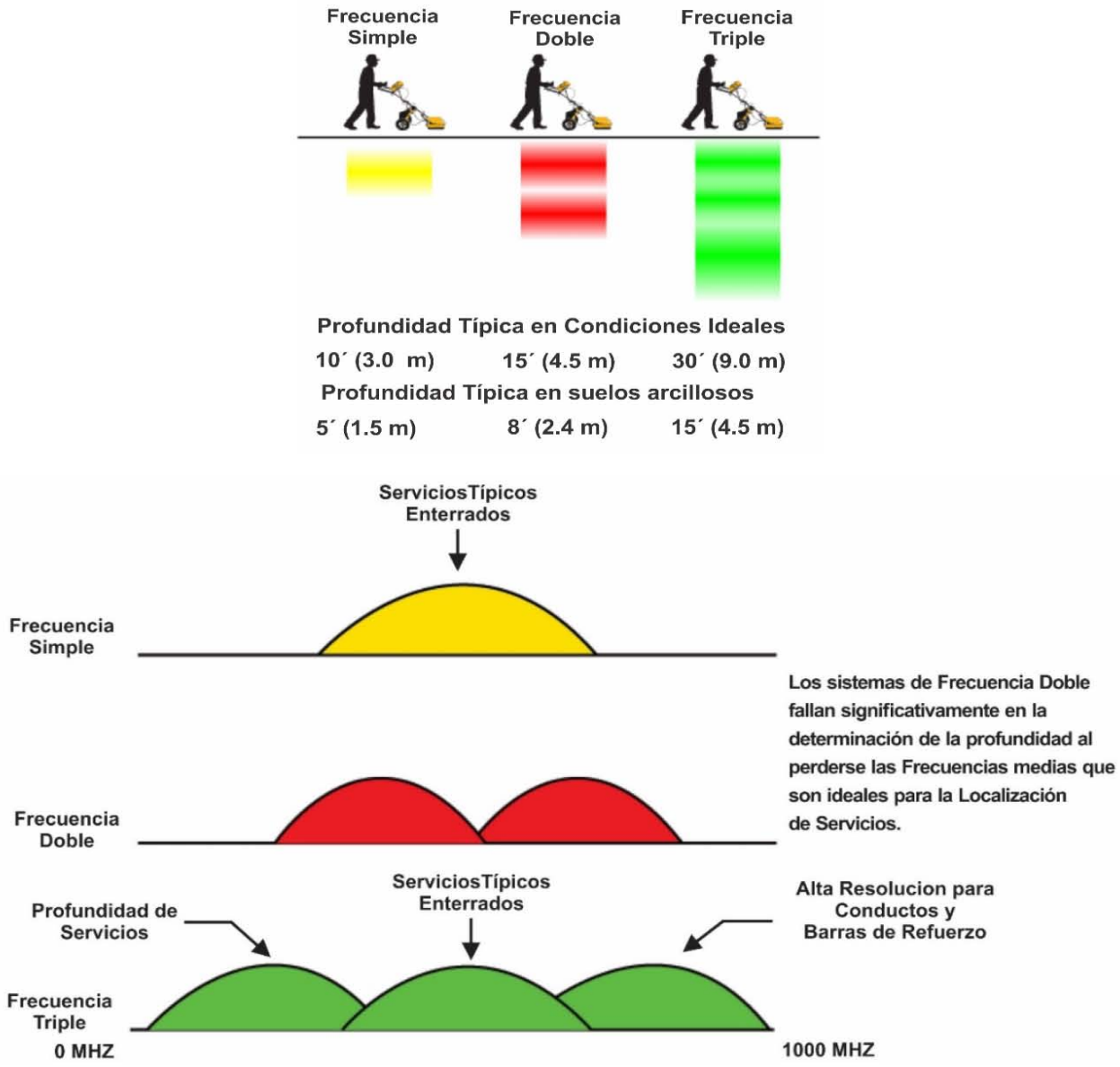


Figura 38. Ejemplificación de las ventajas de la triple frecuencia, sobre la simple y la doble frecuencia.

Fuente: http://www.usradar.com/ground-penetrating-radar-gpr/all-in-one-gpr-systems/multi-frequency-systems/quantum-imager-triple-frequency

La frecuencia triple del generador de imágenes tiene la capacidad de alcanzar profundidades significativamente mayores con muy alta resolución. Los pulsos de banda ancha ultra escalonados ofrecen una resolución y profundidad óptimas. La tecnología de muestreo directa crea imágenes claras en un segundo plano lo que facilita su localización.

- GPS Garmin™ - incorporado para un rendimiento superior con obstrucciones. El generador de imágenes tiene la capacidad de conectarse a unidades GPS

SIG y RTK de gama alta.
- Software de navegación para crear planos según construcción en terreno o en la oficina. Exporta kmz, dxf, shp
- Configuración automática - todas las configuraciones que incluyen ganancias se pueden establecer en modos automáticos o de expertos.

La técnica de prospección georadar permite averiguar, de forma indirecta, la estructura del subsuelo a partir de la transmisión de impulsos electromagnéticos y de la posterior recepción de las reflexiones generadas por discontinuidades presentes en el subsuelo. En términos físicos, la técnica georadar es sensible a todas aquellas variaciones de conductividad, permitividad eléctrica y permeabilidad magnética que pueden producirse en un medio, sean debidas bien a cambios litológicos o bien por la presencia de estructuras enterradas (Daniels, 2004; Conyers, 2004).

Concretamente, un equipo georadar consta de una unidad de control, almacenamiento y visualización de datos conectada a una antena que emite y recibe la señal electromagnética a medida que ésta se desplaza a lo largo de una dirección preestablecida. La técnica consiste en la transmisión en el subsuelo de pulsos electromagnéticos de duración breve (1 - 4 ns) y frecuencia elevada (100 – 2,000 MHz) que se propagan en profundidad con una cierta velocidad. Al encontrar una discontinuidad, o una superficie de separación entre dos medios con características electromagnéticas diferentes, parte de la energía de los pulsos trasmitidos vuelve en superficie en la forma de una onda reflejada que la antena capta.

Típicamente, para cada pulso transmitido en el suelo, un equipo georadar registra 512 valores de amplitud de onda durante un intervalo de tiempo de algunas decenas de nanosegundos. En los equipos más recientes la resolución horizontal puede alcanzar 1 cm, es decir que el sistema almacena una traza por cada centímetro de recorrido. Un ejemplo de traza de datos georadar está ilustrado en la figura que a continuación se presenta.

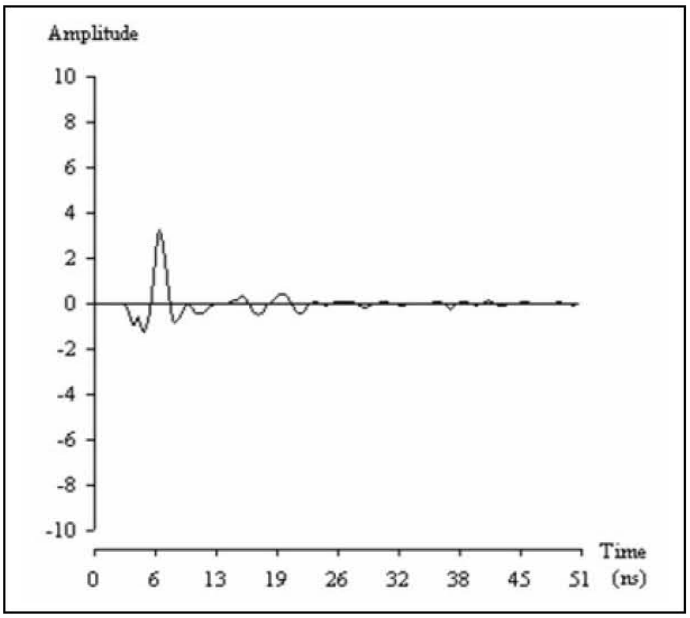


Figura 39. Ejemplo de traza de datos georadar.

Aquí, el pico de mayor amplitud es debido a la superficie del suelo mientras que los de amplitud más reducida se deben a la presencia de discontinuidades ubicadas a profundidad más elevada.

Se entiende que el tiempo de llegada a la superficie de las señales que vuelven a la superficie está directamente relacionado con la velocidad de transmisión de las ondas electromagnéticas en el terreno investigado, y con la profundidad de la discontinuidad que las ha generado. Por otro lado, la intensidad de la señal recibida depende del contraste, en términos de parámetros electromagnéticos, entre el objetivo interceptado por el georadar y el terreno circunstante. Debido a que el pulso electromagnético va perdiendo energía a medida que se propaga por el medio investigado, se produce una disminución general de amplitud de la señal a medida que aumenta el tiempo de retraso. Por lo tanto, para poder distinguir la presencia de reflectores profundos, es necesario amplificar oportunamente los datos originales

En la siguiente figura se ilustra la misma traza de la anterior tras la aplicación de una curva de amplificación lineal con respecto al tiempo; se observa la presencia de nuevos picos de amplitud no apreciables en los datos originales.

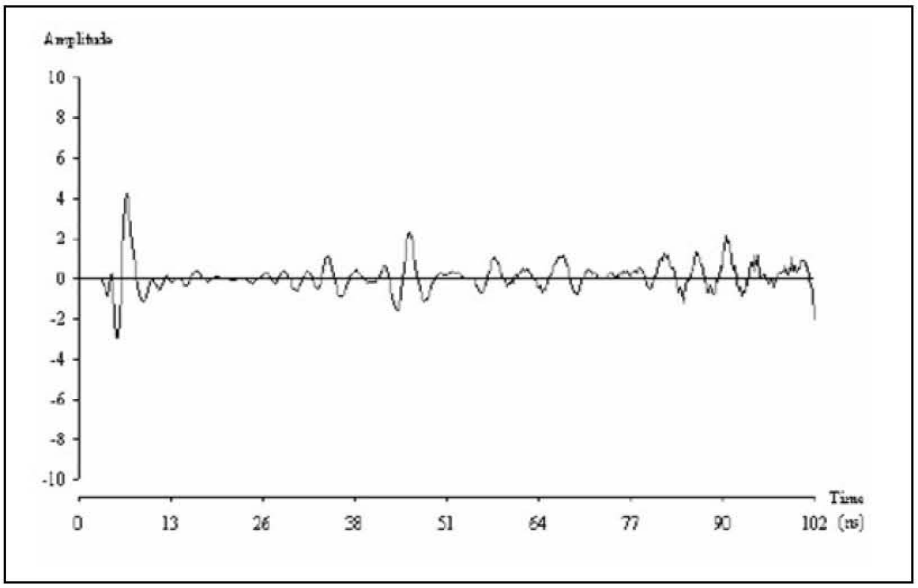


Figura 40. Traza de datos georadar oportunamente filtrada y amplificada.

En función de factores que en parte dependen de la instrumentación empleada y en parte de las características del suelo investigado, los datos brutos pueden necesitar un tratamiento ulterior cuyo objetivo suele ser la eliminación de ruidos que ocultan la presencia de señales significativas. Típicamente se emplean filtros para la eliminación del fondo y filtros pasa banda para la eliminación de frecuencias no deseadas.

Los datos de amplitud almacenados están organizados según perfiles denominados *radargramas*, es decir que el mismo equipo se encarga de yuxtaponer todas las trazas registradas a lo largo de un cierto recorrido. Un ejemplo aparece en la Figura 3, donde el eje horizontal corresponde con la dirección de movimiento del georadar (12 m) y el vertical con la ventana temporal durante la cual se el equipo recoge las señales que rebotan hacia la superficie. El eje de tiempo se convierte en eje de profundidad tras conocer la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el medio investigado. Por lo dicho un radargrama puede considerarse como una pseudo - sección de suelo.

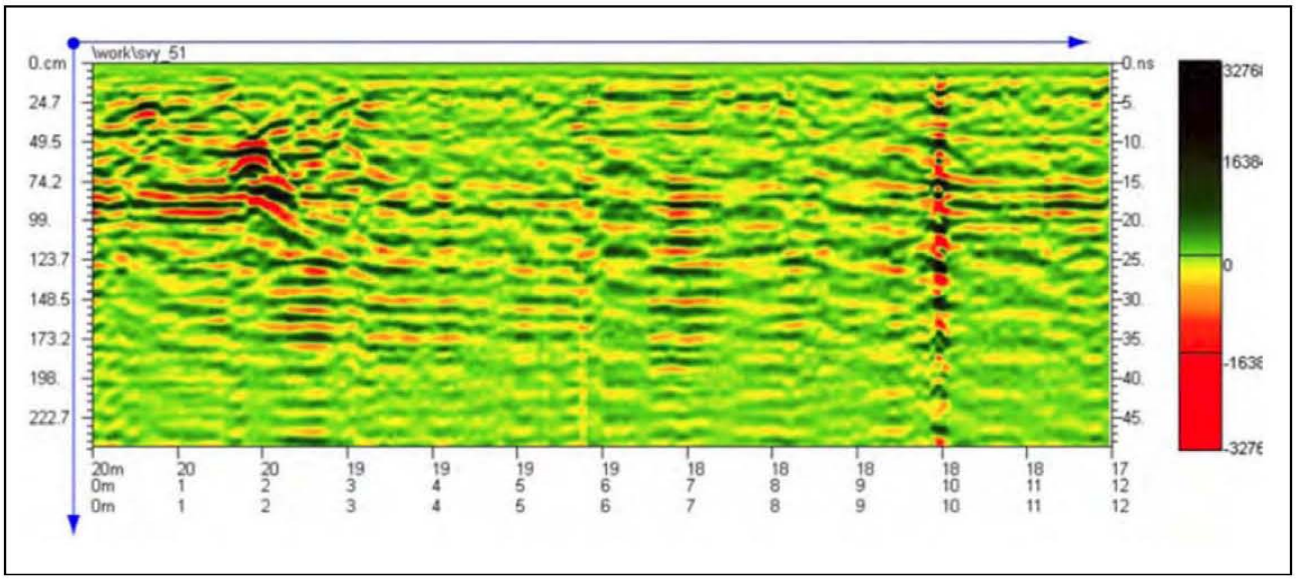


Figura 41. Ejemplo de radargrama filtrado y amplificado.

El eje horizontal del radargrama representa la distancia recorrida por la antena emisora/receptora (12 m) y en el vertical la ventana temporal de muestreo de la señal. Éste último se convierte en eje de profundidad tras determinar la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el medio investigado.

Las antenas empleadas por los georadares son de tipo direccional, es decir emiten según una dirección preferencial siendo el haz electromagnético asimilable a un tronco de cono más o menos cerrado que se abre en profundidad. Como consecuencia, las radiaciones pueden interceptar objetivos que no están en la vertical de la antena. Los reflejos generados por ellos llegarán entonces al aparato receptor con un retraso mayor, apareciendo más profundos de lo que realmente son. En este sentido, el efecto más clásico es que un objeto cilíndrico orientado perpendicularmente al perfil, se presenta en el radargrama con una sección hiperbólica donde los ramos ascendiente y descendiente son registrados antes y después del paso de la antena sobre la vertical del objetivo.

El conocimiento de la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el medio investigado es esencial para la conversión de los tiempos de retraso en profundidades. En lo referente a las antenas de los georadares, las que se usan actualmente suelen ser de tipo mono - estático (misma posición para loa dispositivos de transmisión y recepción) con apantallamiento. Éste es esencial tanto para la recepción de señales “limpias” así como para la seguridad de los operadores en cuanto a emisiones electromagnéticas.

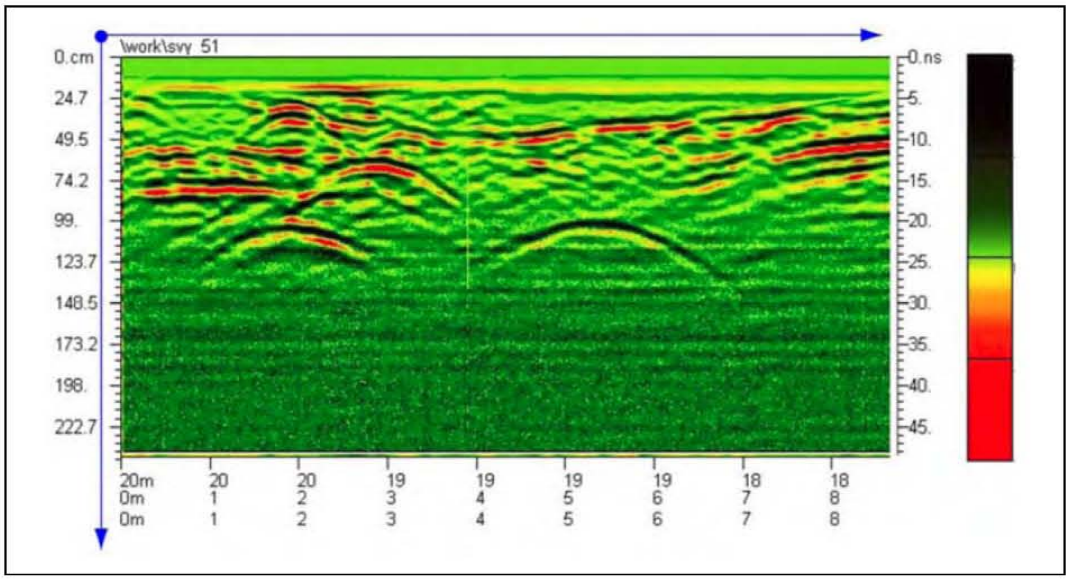


Figura 42. Ejemplo de anomalía hiperbólica generada por objetivos cilíndricos orientados transversalmente por respecto la dirección del perfil.

La velocidad puede determinarse empíricamente, es decir interceptando un objetivo ubicado a profundidad conocida, mediante técnicas de análisis electromagnético de la señal (hipérbola fitting) o estimarse en función de las características litológicas del subsuelo, como se define a continuación.

Tabla 32. Valores estimativos de constante dieléctrica y atenuación para diferentes materiales y litologías y materiales a 100 MHZ.

Material	Atenuación dB/m	Constante dieléctrica	Material	Atenuación dB/m	Constante dieléctrica
Aire	0	1	Suelo Congelado	0.1 5	4 - 8
Asfalto seco	2 - 15	2 - 4	Roca Salina Seca	0.01 - 1	4 - 7
Asfalto Húmedo	2 - 20	6 - 12	Arena Seca	0.01 - 1	4 - 6
Arcilla	10 - 100	2 - 40	Arena Saturada	0.03 - 0.3	10 - 30
Carbón seco	1 - 10	3.5 – 9	Arenisca Seca	2 - 10	2 - 3
Carbón Húmedo	2 - 20	8 - 25	Arenisca mojada	10 - 20	5 - 10
Concreto seco	2 - 12	4 - 10	Agua de mar	1,000	81
Concreto Húmedo	10 - 25	10 - 20	Agua de mar congelada	10 - 30	4 - 8
Agua Dulce	0.1	80	Esquisto Saturado	10 - 100	6 - 9
Agua Dulce Congelada	0.1 2	4	Nieve firme	0.1 - 2	8 - 12
Granito seco	0.5 - 3	5	Suelo Arenoso Seco	0.1 - 2	4 - 6
Granito Húmedo	2 - 5	7	Suelo Arenoso Húmedo	1 - 5	15 - 30
Caliza Seca	0.5 - 10	7	Suelo Arcilloso Seco	0.5 - 3	4 - 6
Caliza Húmeda	10 - 25	8	Suelo Arcilloso Húmedo	1 - 6	10 - 20

Fuente: (Daniel, D. J., 1996).

Tanto la profundidad, así como la resolución de una prospección con georadar dependen de la frecuencia de trabajo, es decir de las antenas empleadas, y de las características litológicas del terreno investigado. En general, al aumentar la frecuencia de trabajo crece la resolución y disminuye la profundidad. Para prospecciones hasta 2 - 2.5 m de profundidad suelen emplearse antenas con frecuencia de 400 - 500 MHz. Frecuencias de 200 - 250 MHz permiten alcanzar una profundidad de 4 - 5 m en condiciones litológicas favorables es decir trabajando sobre sedimentos secos de granulometría gruesa como arenas o gravas. Las de frecuencia menor (≤100 MHz) tienen utilidad en aplicaciones muy específicas que tengan como objetivo la localización de estructuras extensas y profundas (del orden de 6 - 7 metros). Por último, existen además antenas de frecuencia muy elevada, 1,000 – 2,000 MHz, que se emplean exclusivamente en el marco de estudios de ingeniería civil y de patrimonio artístico, donde los objetivos son profundidades del orden del decímetro o del centímetro (localización de armaduras, caracterización de capas de asfaltos, de pinturas y de estucos).

Los parámetros que hay que preestablecer en la mayoría de los georadares son la constante dieléctrica relativa (ε) y la atenuación. El primero permite calcular la profundidad de una discontinuidad y está definido por la expresión c_2/Vr^2, donde c es la velocidad de la luz en el vacío ($3x10^8$ m/s) y Vr es la velocidad de las ondas electromagnéticas en el medio considerado. El segundo se expresa en dB/m y representa la reducción de intensidad de la señal transmitida en el subsuelo por unidad de espacio.

La atenuación es una función compleja de la conductibilidad eléctrica que, en general, controla la profundidad máxima de penetración que puede alcanzar el georadar en un cierto material. Valores elevados de atenuación se encuentran en sedimentos de granulometría muy fina, como limos y arcillas, en materiales cristalinos solubles, metales, soluciones salinas, etc. En cambio, valores bajos son característicos de rocas cristalinas, gravas, arenas y formaciones detríticas.

Metodología.

Los sondeos realizados a lo que llamaremos trazas, fueron ubicados de acuerdo a la información histórica o reciente en los que se tengan evidencias de contaminación por hidrocarburos.

La metodología a emplear para la medición de las trazas se realizará de la siguiente manera.

1. Después de haber realizado el levantamiento topográfico, con el cual se marcaron los perfiles a levantar, se limpian y quitan obstáculos al realizar las mediciones con el Georadar Quantum Imager.

Fotografía 5. Limpieza de los perfiles a medir con el Georadar Quantum Imager.

2. Para la recopilación de datos se utilizará el Georadar Quantum Imager, iniciando con un chequeo físico del equipo, se iniciará con la programación del software Seeker SPR Acquisition Software, al ingresar el número de la traza, verificar el sistema de coordenadas con el software GPS Integration Software y el funcionamiento de las antenas del equipo.

Fotografía 6. Verificación de los sistemas del Georadar Quantum Imager.

3. Se inicia la medición avanzando sobre el perfil marcado, verificando en pantalla el radiograma obtenido conforme se avanza sobre el sitio. Realizando estas medidas para cada uno de los perfiles trazados.

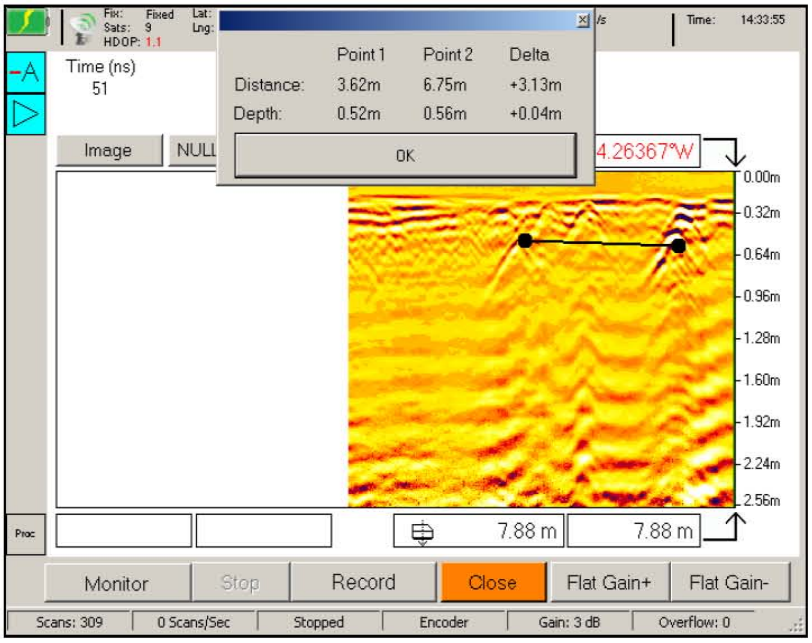


Figura 43. Software Seeker SPR Acquisition Software del georadar Quantum Imager.

4. Durante la realización de las mediciones, se tomaron fotografías del lugar para generar una idea clara del caso estudiado, así como para facilitar la comparación entre los resultados obtenidos y lo existente del terreno.
5. Posterior a las mediciones en campo, se realizó el procesado de la información obtenida aplicándoles filtros los cuales se realizan con los software 3D Imaging & Modeling, los resultados se realiza en perfiles, en los cuales mediante una paleta de colores se puede distinguir entre los diferentes materiales que se encontraron a profundidad en los perfiles, con la finalidad de mejorar su calidad a manera de que se puedan observar con mayor facilidad los resultados, los filtros se aplicaron dependiendo de las condiciones en se realizó el estudio y a conveniencia del operador.

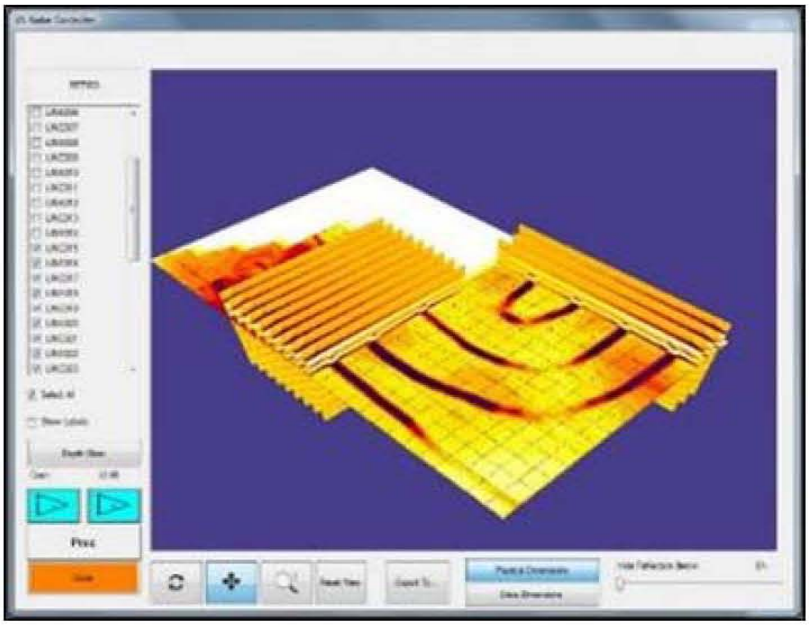


Figura 44. Software 3D Imaging & Modeling, procesado de la información obtenida del georadar Quantum Imager.

6. La interpretación, modelo y presentación de la información procesada se realizó mediante el software Third party software, mediante el cual y con apoyo de la información de los resultados de los análisis de laboratorio, se determinó el tipo de contaminante, el volumen del material contaminado y su dimensión física (área).

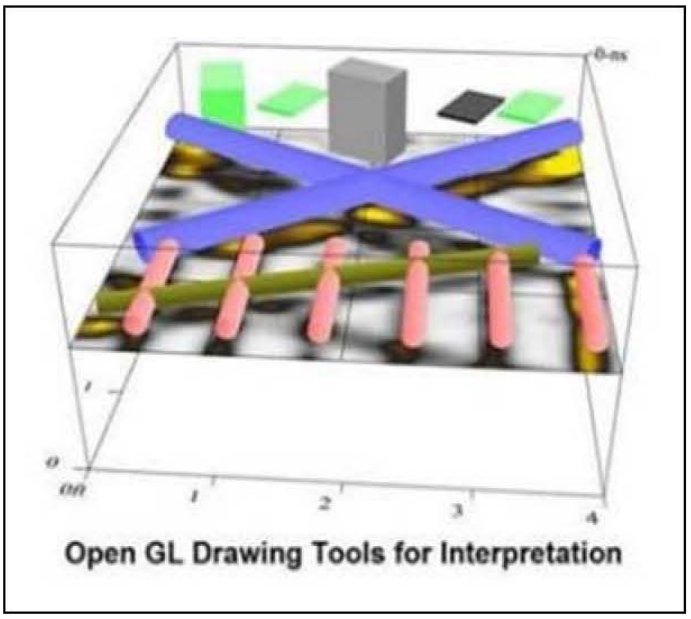


Figura 45. Software Third party software, interpretación de la información obtenida del georadar Quantum Imager.

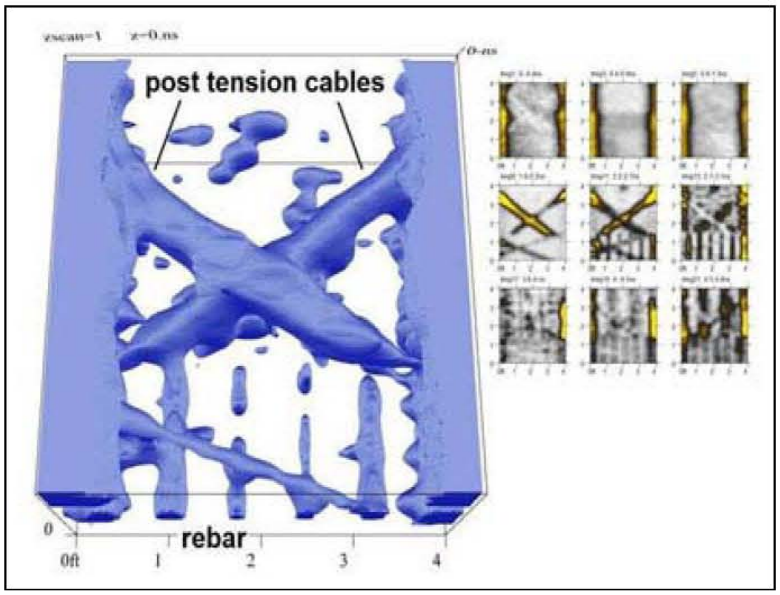


Figura 46. Correlación de la información de los análisis de laboratorio y los perfiles de georadar.

Los resultados de los análisis de laboratorio, parámetros de porosidad, humedad, textura y granulometría, y los perfiles de georadar (radargrama), se colocaron en el perfil topográfico, sobreponiendo toda la información, corroborando las anomalías que se obtuvieron del procesado de la información de los radagramas, con los valores de los análisis realizados, sobre el mismo, logrando así, una calibración del georadar.

La información generada en la prospección geofísica es proyectada con datos geológicos, resultando la configuración de las estructuras geológicas a profundidad y en las cuales se puede almacenar el hidrocarburo.

Presentación de resultados.

- Planos con los estratos u horizontes del suelo y subsuelo contaminados.
- Perfiles del suelo (la sucesión de estratos).
- Ubicación e identificación de instalaciones subterráneas.
- Ubicación e identificación de posibles depósitos de residuos subterráneos.
- Ubicación de acuíferos subterráneos.
- Área y volumen aproximado contaminado por hidrocarburos en el suelo y aguas subterráneas.

En el desarrollo del estudio geofísico se describieron entre otros.

- Textura y distribución del tamaño de partículas de los estratos.
- Distancia de la superficie del suelo al nivel del manto freático.
- Interpretación geológica e hidrológica del sitio

Se incluyó en este informe la explicación fundamentada de cómo actúan los contaminantes en el sitio con respecto a las propiedades del suelo, ubicación de cuerpos de agua superficiales y someros, con respecto al clima y las condiciones físicas del sitio.

La determinación de la migración se realizó de la mano de los planos de isoconcentración de la contaminación que nos indica la distribución espacial de la misma y las tendencias que presenta su dispersión.

Se explicó cómo pudo darse la dispersión de los contaminantes en el sitio de la mano de las características propias de los contaminantes y como los componentes de estas actúan en los contaminantes, por ejemplo, la evaporación en el suelo de los contaminantes o su disolución en agua de lluvia que se lixivia en el sitio.

7.17.3.9 Área y volumen del suelo.

Para el cálculo del área contaminada se llevó a cabo un levantamiento topográfico del sitio contaminado de la siguiente manera:

Cálculo del área afectada mediante levantamiento topográfico.

Los levantamientos topográficos son una serie de mediciones y recopilaciones de datos terrestres que se desean representar, en el que los resultados se plasman en planos que muestran su distribución espacial (planimetría y altimetría).

Para la realización del levantamiento topográfico, tanto planimétrico como altimétrico se utilizó una estación total que nos da información en los tres ejes (X, Y y Z), realizándose el levantamiento de la poligonal del área contaminada, georreferenciada a una instalación petrolera cercana (pozo, línea de descarga, planta de rebombeo, etc.) u otra infraestructura, en coordenadas UTM, WGS84.

El equipo empleado para el levantamiento consta de una Estación Total Marca Ruide Modelo RTS – 822A, con accesorios; un Nivel Automático Marca SOKKIA Modelo B40, con accesorios; un GPS Marca Trimble Modelo Juno 3d.

Posteriormente se realizó el levantamiento de los perfiles del subsuelo con el georadar, los cuales serán ordenadas como una retícula, sobre el sitio contaminado, el espaciamiento entre los perfiles se definió en campo de acuerdo al área afectada, durante el levantamiento de los perfiles se fueron marcando en campo en los cruces de los perfiles para usarlos como guía al avanzar con el georadar, asimismo, se marcaron los puntos de muestreo, ubicándolos dentro de las líneas de los perfiles y los puntos de control. Se estandariza la línea base para que se ubique en la primera línea con orientación Oeste – Este.

Levantamiento y procesamiento topográfico.

Con el GPS, se realizó lo siguiente:

1. Recorrido de campo preliminar para ubicar los puntos en lugares específicos que sirvieron como base para iniciar un levantamiento con precisión.
2. Colocación de los puntos de referencias con las cuales se dará inicio al levantamiento topográfico, Se anotaron los datos de identificación de los puntos de referencia, tales como: número y coordenadas.
3. Instalación del equipo correspondiente con sus aditamentos para tomar los puntos de precisión. En este punto en la configuración del dispositivo se revisa el sistema de referencia, cambiar al Datum WGS84 si no se encuentra en dicho sistema.
4. Lectura de los puntos de precisión.
5. Procesamiento de datos y obtención de coordenadas con el software (GNSS Solution) para GPS de alta precisión.
6. Ubicación de las coordenadas en sistema de información geográfica.

Posteriormente se usó la Estación Total, mediante el siguiente procedimiento:

7. Instalación y nivelación del equipo.

Fotografía 7. Instalación de estación total.

Fotografía 8. Nivelación de estación total.

8. Orientación de la estación a través de la brújula o con coordenadas conocidas de un Banco de Nivel de referencia.
9. Después de georreferenciar el aparato, se procede a tomar medidas altimétricas y planimétricas, lo cual consiste en situar el prisma en los puntos a medir.

Fotografía 9. Toma de lecturas con la Estación Total y el Prisma.

10. Realizar los cambios de aparato necesarios para levantar aquellos puntos de interés donde no es posible abarcar, desde la ubicación en curso de la estación total.

11. Al hacer un cambio de estación, es necesario ubicar un lugar estratégico para dominar el mayor número posible de puntos de interés.
12. Antes del cambio de estación, se sitúan dos puntos de control, cercanos entre ellos, para orientar la nueva posición con coordenadas conocidas.
13. Para evitar que haya un desfasamiento en las coordenadas, es importante verificar el ángulo de orientación, con respecto al primer punto de apoyo, de modo que ambos ángulos sean complementarios.

En caso de áreas muy grandes, se usó el nivel como apoyo para realizar el levantamiento altimétrico.

Para el procesamiento de los datos obtenidos en campo, en la presente metodología se aborda, el uso de AutoCAD y CivilCAD por ser, la forma más eficiente de representar y analizar los datos de campo.

El AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora para dibujar, en dos y tres dimensiones diferentes, entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) y vincularlas con una base de datos que las describa. Estas entidades se pueden operar a través de una pantalla gráfica, llamada editor de dibujo, en el que se despliegan sus formas.

CivilCAD es un módulo de AutoCAD cuyo objetivo es facilitar el uso de éste, acelerando y facilitando las fases del diseño y dibujo de planos y sirviendo como un elemento de interacción entre AutoCAD y el usuario a través de la programación de funciones adicionales al sistema que automatizan y hacen más fácil la ejecución de tareas específicas, con extensas cajas de diálogo que facilitan la entrada de datos y con variables de entorno propias para establecer parámetros de funcionamiento, como número de decimales de precisión para distancias, coordenadas, superficies y ángulos, color y capa para texto, lotificación y colindancias, etc.

Se ubicó en los planos la siguiente información:

1. Trayectoria de ductos y estructuras subterráneas (Detención, ubicación y trazo de los ductos e instalaciones superficiales y subterráneas de y/o ajenas a los Regulados).
2. Límites de los derechos de vía en su caso.
3. Estacado y trazo del área.
4. Colindancia en los predios con los nombres de los propietarios (en caso de existir).
5. Punto de derrame geo-referenciado.
6. Curvas de nivel.
7. Nivelación diferencial en toda el área contaminada, incluyendo un banco de referencia general fuera del área de tratamiento y geo-referenciado.

8. La infraestructura existente en el lugar.
9. El área mayor de la pluma contaminante, delimitada por el método directo.
10. Curvas de isoconcentraciones de hidrocarburos determinados en el método directo.
11. Puntos seleccionados para la toma de muestras de laboratorio acreditado por la EMA, geo referenciados.
12. Información adicional como infraestructura vial, líneas de conducción de electricidad o agua, actividades que originaron el daño, aspecto del suelo, distribución del contaminante, pendiente del terreno, accidentes topográficos o factores que pudieron haber influido en la dispersión, para hacer la descripción, ubicación y uso actual del sitio contaminado.

Como parte del levantamiento topográfico se adjunta la memoria de cálculo generada para el área afectada.

Cálculo del volumen del sitio contaminado.

La estimación del volumen de suelo dañado se llevó a cabo mediante los planos de isoconcentración y los resultados del laboratorio tomando en cuenta los Límites Máximos Permisibles de las NOM aplicables para todos y cada uno de los contaminantes presentes en el sitio. Como parte de la información, se anexan las memorias de cálculo generadas para determinar el volumen.

7.17.3.10 Memoria fotográfica de los trabajos.

Para la integración de la memoria fotográfica de cada sitio contaminado se tomaron en cuenta las siguientes actividades:

- Estudio geofísico.
- Los trabajos efectuados de perforación para el muestreo,
- Actividades de extracción de muestra.
- Toma de muestra no alterada del equipo de perforación para sustancias volátiles,
- La toma de muestras para compuestos no volátiles,
- Actividades del trasvase de muestra,
- Sellado y etiquetado,
- Registro de textura y color de los suelos,
- La forma de almacenamiento de la muestra.
- Levantamiento topográfico.
- Flora, fauna.
- Tipo de suelo
- Infraestructura existente en torno al sitio contaminado.

Toda la memoria fotográfica fue enumerada y cuenta con explicación o referencia al pie de la figura.

7.17.4 Evaluación de resultados.

Se presentó un análisis del diagnóstico general sobre la escala (local, regional) afectada por los daños preexistentes encontrados, los que permitieron determinar si el deterioro del área de estudio delimitada en la LBA puede atribuirse a las actividades relacionadas con el Sector Hidrocarburos que se llevan a cabo.

8. RESULTADOS.

8.1 Descripción detallada por cada uno de los temas aplicables al proyecto.

8.1.1 Generalidades.

En cumplimiento a la estructura de contenido, planteada en la GLBA, se desarrolla la descripción detallada de cada uno de los temas aplicables al proyecto, integrando inicialmente información referente a la identificación de infraestructura existente y lo que se definió en la delimitación del área de estudio.

De forma general podemos señalar que el Medio Abiótico integra resultados que se relacionan a las características particulares del CCP en los aspectos de: Geología y geomorfología; Edafología; Clima y meteorología; Hidrología superficial y subterránea; Calidad del aire; Erosión e Infiltración.

Respecto al Medio Biótico, el documento integra la totalidad de la información obtenida de forma directa e indirecta respecto a los componentes actuales de Flora y Fauna en el área del proyecto, así como su presencia en el ámbito regional. Adicionalmente, se continua con la descripción temática de las condiciones preponderantes que se identificaron para el Medio Socioeconómico; además de la identificación y descripción de las Áreas sensibles al interior del CCP; incluyendo, asimismo, aspectos de Paisaje y el Patrimonio arqueológico.

En el apartado 8.2 Análisis e interpretación de los resultados de los estudios realizados, se muestran los resultados de los trabajos de campo y de los laboratorios analíticos relacionados con el muestreo de los componentes de la Hidrología superficial y subterránea, así como de Calidad del aire, circunscritos al área en estudio que corresponde al CCP.

Los temas inherentes a los apartados 8.3, Registro y descripción de daños ambientales y 8.4, Registro y descripción de pasivos ambientales (daños preexistentes) han sido abordados desde una óptica técnico-científica, con el propósito de dar cumplimiento estricto a las disposiciones de la guía, además de permitir la reproducibilidad de los estudios en cada uno de los sitios evaluados.

De manera particular, el registro y descripción de pasivos ambientales se define en tres fases: Fase I. Investigación histórica; Fase II. Evaluación preliminar del sitio y Fase III. Caracterización, fases que fueron realizadas por los distintos especialistas participantes en el desarrollo del estudio.

Como corolario de los trabajos realizados para la elaboración de la LBA del CCP y para una mayor objetividad de todos los actores interesados en este estudio, se incluye la evaluación de resultados de forma individual para cada uno de los temas desarrollados en la línea base.

Se incluyen bases de datos correspondientes a cada uno de los aspectos evaluados consistentes en lo siguiente:

Flora: Sitios de Muestreo, Listado Florístico y Estatus.

Fauna: Se entrega Base de datos faunístico en formato Excel conteniendo información de fauna regional, entre los que se incluyen: listados de cuatro grupos faunísticos (para cada grupo se entrega un listado general y uno depurado), resumen numérico y listado de fauna en categoría de conservación. Asimismo, se presenta información de fauna local: listado general, registros de muestreo, listado depurado con cálculos estadísticos, datos para la elaboración de mapas de distribución faunística, listado general de fauna en categoría de conservación, listado depurado de fauna catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, por último, listado de serpientes venenosas identificadas en campo.

Infraestructura: Se entrega Base de datos de infraestructura del CCP en formato Excel conteniendo 11 hojas de información de pozos petroleros y sus condiciones físicas, operativas y de presencia de contaminación; instalaciones petroleras y sus condiciones físicas, operativas y de presencia de contaminación; ductos (líneas de descarga, oleoductos, gasoductos, acueductos); infraestructura asociada a actividades petroleras e infraestructura no asociada a instalaciones petroleras.

Los datos contenidos en la Base de Datos de Infraestructura tienen como referencia la información proporcionada por la CNH, la obtenida en recorridos de campo y en el registro, análisis y vaciado de los formatos F-SEA-003 y F-SEA-004.

Estaciones Climatológicas: En esta base de datos en formato Excel se incluyen datos históricos relacionados con Temperatura media mensual, Precipitación acumulada mensual, Evaporación total mensual, Número total de días con tormenta eléctrica durante el mes, Número total de días con granizo durante el mes, .de las Estaciones que opera CONAGUA relacionadas con el CCP, las cuales son las siguientes: Estación La Cangrejera, Estación Tancochapa, Estación Minatitlán, Estación Tierra Morada, y Estación Coatzacoalcos.

Se incluyen también datos relacionados a la Nubosidad de la Región Coatzacoalcos, Humedad Relativa de SAGARPA 2016 y las Tablas Finales de Resumen.

Paisaje: En este aspecto se incluyen las bases de datos para las 5 Unidades Paisajísticas identificadas, conteniendo las fechas de recorrido, sitios de observación, coordenadas y el vaciado de datos estipulados en la matriz de apoyo en campo para valoración del paisaje (F-SEA-007)

Daño Ambiental: Se incluye la base de datos de Daños ambientales en formato Excel con 6 hojas de cálculo que contienen: Listado de obras y actividades existentes en el Campo Cuichapa Poniente, Matriz de identificación de daños ambientales, Resumen

de interacciones, Matriz de valoración y determinación de índice de incidencia (1 general y 1 depurada) y una Matriz de jerarquización de impactos.

Imágenes: en esta base de datos se incluye la Imagen satelital adquirida para el proyecto e imagen tipo lidar de INEGI para la zona.

Logotipos: se presentan los logos de ambas empresas.

Mapas: Los mapas elaborados en el Sistema de Información Geográfica y. archivos mxd formativo nativo de Sistema de Información Geográfica ArcGIS, el cual contiene los Layouts de impresión de los mapas de infraestructura, erosión actual y potencial, infiltración y mapa de uso de suelo y vegetación, principalmente.

Shapes: Los archivos vectoriales en formato shape tanto de instituciones oficiales, como los generados con información recopilada en campo. Se encuentran organizadas en carpetas para su mejor comprensión:

Unidades de Paisaje. Unidades paisajísticas generadas por GBN-AS en base a información lidar, información temática e información de campo.

Sensibilidades. Información generada por GBN-AS como resultados de los análisis de inundación, deslizamientos, vegetación y suelos.

Temática. Datos principalmente de INEGI para la descripción en diferentes temas del área del proyecto.

Clasificación de la Vegetacion. Datos generados de la clasificación temática de la imagen satelital y de recorridos de campo.

AC7_CuichapaPoniente; Contiene Los vértices de la poligonal del Campo Cuichapa Poniente con proyecciones

Anexo 1. Bases de datos. Línea Base Ambiental Campo Cuichapa Poniente.

8.1.2 Identificación de infraestructura existente.

Durante la identificación de la infraestructura existente en el CCP, se consideró tanto la relacionada con la actividad petrolera (pozos, instalaciones de producción, ductos e instalaciones de apoyo y/o servicios), así como también aquella referente de otras actividades industriales y de servicios no asociadas a la industria petrolera que se localizaron tanto en el ámbito regional como local de la poligonal.

Los resultados obtenidos relativos a la infraestructura existente en el CCP, bajo los conceptos de revisión y corroboración de información, así como del análisis cartográfico, se presentan a continuación.

A) Revisión de la información bibliográfica proporcionada por la CNH, relativa a la infraestructura petrolera presente en el Campo Cuichapa Poniente.

De la revisión de la información contenida en el Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015, así como de la existente en la página web de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (www.cnh.gob.mx), se encontró que el inventario de activos del CCP contiene la siguiente infraestructura petrolera.

Tabla 33. Inventario de pozos petroleros en el Campo Cuichapa Poniente, de acuerdo al Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015.

Operación	Cerrados	Taponados	Total de pozos
16	111	136	263

Fuente: CNH, 2016. Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015.

Las coordenadas de ubicación de dicha infraestructura, proporcionadas por la CNH y manifestadas en coordenadas geográficas WGS84, se transformaron en un archivo shape (shp) mediante la plataforma SIG, con la finalidad de alinearlo a aspectos ambientales para un mejor análisis; de igual manera, estas coordenadas de origen fueron convertidas a coordenadas UTM WGS84, en formato gpx, para su lectura en equipos de geoposicionamiento portátiles y facilitar la navegación en campo.

Con base en el análisis realizado, se elaboró una imagen de representación cartográfica de la ubicación de los 263 pozos, en la cual son identificados en base a un código de color: Negro = taponados (136 pozos); Amarillo = cerrados (111 pozos) y Rojo = operación (16 pozos).

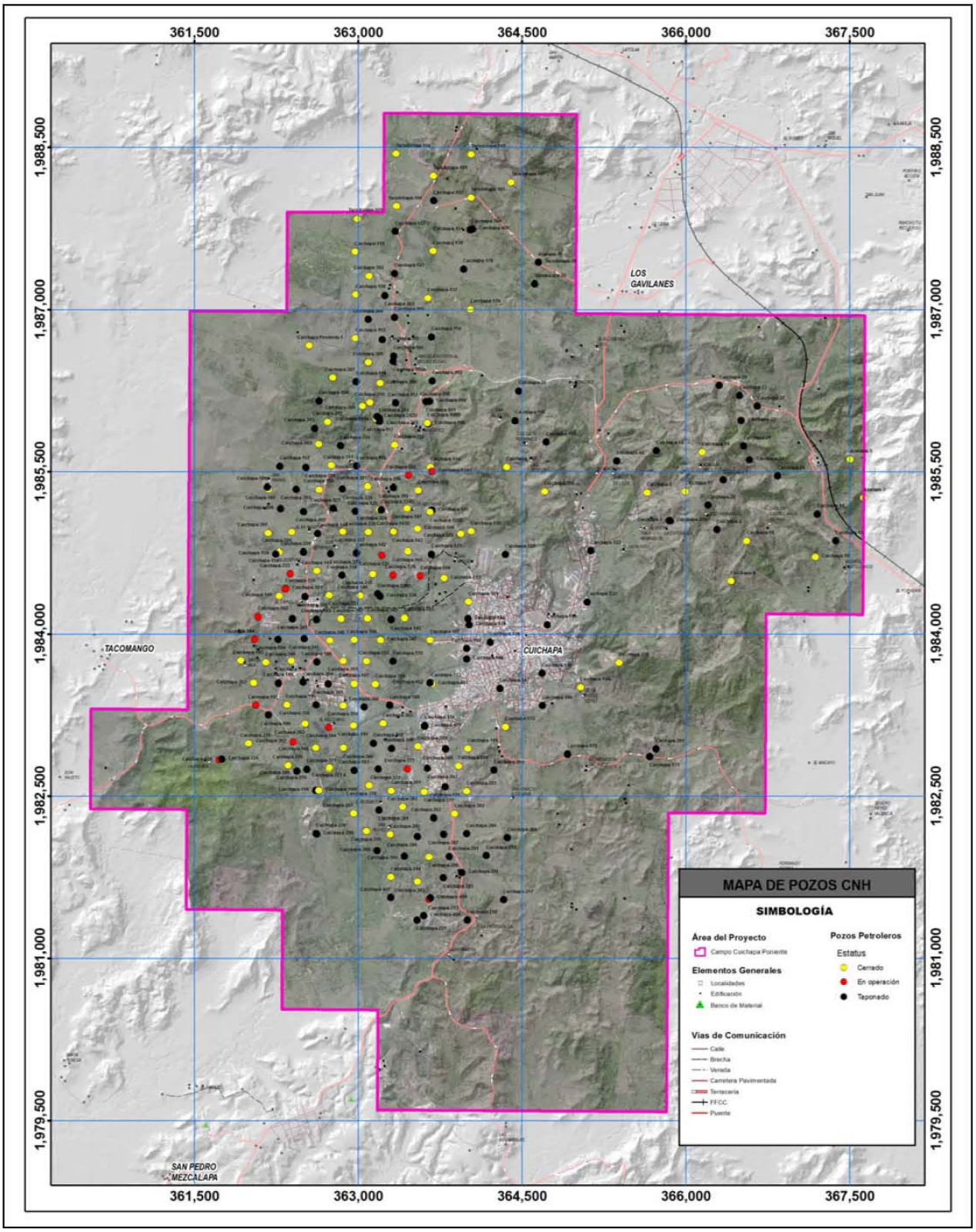


Figura 47. Ubicación pozos petroleros en el Campo Cuichapa Poniente, con base a coordenadas proporcionadas por la CNH.
Fuente: CNH, Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015.

B) Análisis de la Carta Topográfica Esc. 1: 50,000 e Imagen Satelital WorldView2 en falso color, para la identificación de infraestructura industrial y/o de servicios asociada y no asociada a la industria petrolera.

Como resultado del análisis realizado a la carta topográfica de INEGI E15C16 Las Choapas, escala 1: 50,000 y a la combinación de bandas multiespectrales de la imagen satelital WorldView 2 del 11 de abril de 2016, se identificaron aquellos elementos que correspondieron a infraestructuras asociadas y no asociadas a actividades petroleras, las cuales fueron posicionadas geográficamente y plasmadas en el Mapa de Infraestructura del CCP.

Durante las visitas de campo efectuadas por GBN-AS a estas instalaciones asociadas y no asociadas al sector petrolero, se obtuvieron los siguientes datos: nomenclatura, tipo de instalación, uso o servicio que brinda la instalación y coordenadas de localización, entre otros datos.

Esta información fue integrada en la base de datos de pozos e instalaciones del CCP.

C) Corroboración de la información obtenida del Inventario de Activos proporcionada por la CNH, del análisis de la Carta topográfica INEGI E15C16 Las Choapas, escala 1: 50,000 y de la Imagen Satelital WorldView 2 mediante recorridos de campo.

Una vez identificadas en gabinete, tanto la infraestructura petrolera como aquella relativa a otras actividades industriales no relacionadas al sector petrolero, se procedió a verificar en campo su ubicación geográfica y condiciones de las mismas, con la finalidad de contrastar y/o complementar la información contenida en el Anexo 5. Inventario de Activos y elaborar una base de datos relativa a la infraestructura asociada y no asociada a actividades petroleras en el CCP.

Con la información obtenida en campo se elaboró una base de datos relativa a la infraestructura petrolera presente en el CCP con sus respectivas Fichas Técnicas de Pozos e Instalaciones y el Mapa de Infraestructura.

8.1.2.1 Infraestructura asociada a actividades petroleras.

8.1.2.1.1 Pozos petroleros.

Como resultado de los recorridos de campo realizados en el CCP, del total de 263 pozos considerados para el CCP por la CNH en el Anexo 5. Inventario de Activos, se visitaron un total de 257 localizaciones, debido a que 6 pozos fueron excluidos por encontrarse duplicados en la relación de pozos (Anexo 5 CNH), como puede apreciarse a continuación.

Tabla 34. Relación de pozos duplicados y no considerados en las visitas de pozos en el Campo Cuichapa Poniente por parte de GBN-AS.

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Observaciones GBN-AS
1	Cuichapa-105	Taponado	23/06/2016	Información duplicada en Anexo 5
2	Cuichapa-117 A	Cerrado	23/06/2016	
3	Cuichapa-199 D	Cerrado	23/06/2016	
4	Cuichapa-321 D	Taponado	23/06/2016	
5	Cuichapa-371 A	Cerrado	23/06/2016	
6	Tlacuilolapa-18	Taponado	23/06/2016	

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

Es importante señalar que, durante los recorridos de campo se localizó el pozo Cuichapa 131, el cual no se encontraba enlistado en dicho anexo y que se incluyó dentro del listado de pozos cerrados, por lo que el número total de pozos visitados es de 258, de los cuales 121 correspondieron a pozos taponados, 100 a pozos cerrados, 18 a pozos en operación y 19 a pozos no localizados.

Tabla 35. Pozos visitados por GBN-AS durante recorridos de campo en el Campo Cuichapa Poniente.

Pozos taponados	Pozos cerrados *	Pozos en operación	Pozos no localizados	Total de localizaciones visitadas
121	100 *	18	19	258

* Incluye el pozo Cuichapa 131 no enlistado en el Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015, identificado y considerado en la relación de pozos visitados por GBN-AS.

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

Aunado a lo anterior, durante los recorridos de campo, se ubicaron 2 pozos petroleros fuera de los límites territoriales del CCP, referenciados en el Anexo 5. Inventario de Activos.

Tabla 36. Pozos localizados fuera del límite territorial del Campo Cuichapa Poniente durante recorridos de campo GBN-AS.

Pozo	Coordenadas de referencia CNH		Coordenadas de campo GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Distancia fuera del CCP
	X	Y	X	Y	
Acalapa 7	367627.41	1985258.60	367894.00	1985635.00	265 m hacia el E del límite territorial y a 461 m al NE de la coordenada de referencia de la CNH.
Tlacuilolapa 105	362990.00	1987840.00	362979.00	1987929.00	30 m hacia el N del límite territorial y 90 m al NNO de la coordenada de referencia de la CNH.

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

Con base en la información proporcionada por la CNH (Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015 para la Extracción de Hidrocarburos Bajo la

Modalidad de Licencia para el Área Contractual 7) y los recorridos de campo realizados por GBN-AS, se presenta la relación de pozos visitados señalando la fecha de visita, las coordenadas de campo obtenidas y su estatus al momento de la visita.

Tabla 37. Relación de pozos y su estatus, visitados por personal de GBN-AS en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
1	Cuichapa 105	Taponado	23/06/2016	363325.00	1986530.00	Taponado	-----
2	Cuichapa 106	Taponado	23/06/2016	363643.00	1985934.00	Taponado	-----
3	Cuichapa 106 D	Cerrado	23/06/2016	363636.00	1985949.00	Cerrado	-----
4	Cuichapa 115	Taponado	23/06/2016	363321.00	1986935.00	Taponado	-----
5	Cuichapa 125	Taponado	23/06/2016	363674.00	1985143.00	Taponado	-----
6	Cuichapa 125 D	Cerrado	23/06/2016	363657.00	1985127.00	Cerrado	-----
7	Cuichapa 137	Cerrado	23/06/2016	363637.00	1987097.00	Cerrado	-----
8	Cuichapa 167	Cerrado	23/06/2016	363661.00	1983936.00	En operación	-----
9	Cuichapa 201	Cerrado	23/06/2016	363307.00	1982547.00	Cerrado	-----
10	Cuichapa 206	Cerrado	23/06/2016	363650.00	1981934.00	Cerrado	-----
11	Cuichapa 303	Taponado	23/06/2016	363211.00	1987134.00	Taponado	-----
12	Cuichapa 306	Cerrado	23/06/2016	363095.00	1986515.00	Cerrado	-----
13	Cuichapa 350	Cerrado	23/06/2016	362388.00	1983750.00	Cerrado	-----
14	Cuichapa 361	Cerrado	23/06/2016	363543.00	1982953.00	Cerrado	-----
15	Cuichapa 374	Cerrado	23/06/2016	363919.00	1982755.00	Cerrado	-----
16	Cuichapa 377	Cerrado	23/06/2016	363600.00	1982526.00	Cerrado	-----
17	Cuichapa 382	Cerrado	23/06/2016	363407.00	1982394.00	Cerrado	-----
18	Cuichapa 391	Taponado	23/06/2016	363840.00	1981930.00	Taponado	-----
19	Cuichapa 500	Cerrado	23/06/2016	363643.00	1986135.00	Cerrado	-----
20	Cuichapa 507	Cerrado	23/06/2016	363440.00	1985157.00	Cerrado	-----
21	Cuichapa 508	Cerrado	23/06/2016	363547.00	1985324.00	Cerrado	-----
22	Cuichapa 509	Taponado	23/06/2016	363657.00	1986147.00	Taponado	-----
23	Cuichapa 143	Taponado	24/06/2016	363314.00	1984947.00	Taponado	-----
24	Cuichapa 143 D	Cerrado	24/06/2016	363323.00	1984946.00	Cerrado	-----
25	Cuichapa 166	Cerrado	24/06/2016	362963.00	1983936.00	Cerrado	-----
26	Cuichapa 183	Cerrado	24/06/2016	361925.00	1983750.00	Cerrado	-----
27	Cuichapa 184	Taponado	24/06/2016	362270.00	1983945.00	Taponado	-----
28	Cuichapa 187	Cerrado	24/06/2016	362961.00	1983535.00	Cerrado	-----
29	Cuichapa 331	En operación	24/06/2016	363223.00	1984731.00	En operación	-----
30	Cuichapa 341	Taponado	24/06/2016	362395.00	1984129.00	Taponado	-----
31	Cuichapa 344	En operación	24/06/2016	362060.00	1983946.00	En operación	Pozo Inyector
32	Cuichapa 346	Cerrado	24/06/2016	362739.00	1983937.00	Cerrado	-----
33	Cuichapa 349	Cerrado	24/06/2016	362148.00	1983741.00	Cerrado	-----
34	Cuichapa 351	Cerrado	24/06/2016	362859.00	1983748.00	Cerrado	-----
35	Cuichapa 352	Cerrado	24/06/2016	363080.00	1983740.00	Cerrado	-----
36	Cuichapa 365	Cerrado	24/06/2016	363227.00	1983166.00	Cerrado	-----
37	Cuichapa 503	Cerrado	24/06/2016	363422.00	1984142.00	Cerrado	-----
38	Cuichapa 505	Cerrado	24/06/2016	363439.00	1984763.00	Cerrado	-----

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
39	Cuichapa 506	Cerrado	24/06/2016	363543.00	1984968.00	Cerrado	-----
40	Cuichapa 118	Taponado	27/06/2016	362980.00	1985549.00	Taponado	-----
41	Cuichapa 119	Cerrado	27/06/2016	363325.00	1985346.00	Cerrado	-----
42	Cuichapa 120	Taponado	27/06/2016	362976.00	1985139.00	Taponado	-----
43	Cuichapa 133	Taponado	27/06/2016	365083.00	1984301.00	Taponado	-----
44	Cuichapa 139	Cerrado	27/06/2016	362633.00	1985352.00	Cerrado	-----
45	Cuichapa 146	Taponado	27/06/2016	364696.00	1983331.00	Taponado	-----
46	Cuichapa 147	Taponado	27/06/2016	364299.00	1983503.00	Taponado	-----
47	Cuichapa 148	Taponado	27/06/2016	363995.00	1983773.00	Taponado	-----
48	Cuichapa 149	Taponado	27/06/2016	364685.00	1983627.00	Taponado	-----
49	Cuichapa 168	Taponado	27/06/2016	363998.00	1983336.00	No localizado	-----
50	Cuichapa 169	Cerrado	27/06/2016	365020.00	1983499.00	Cerrado	-----
51	Cuichapa 172	Cerrado	27/06/2016	364344.00	1983132.00	Cerrado	-----
52	Cuichapa 173	Cerrado	27/06/2016	363661.00	1983540.00	Cerrado	-----
53	Cuichapa 176	Cerrado	27/06/2016	365389.00	1983729.00	Cerrado	-----
54	Cuichapa 189	Cerrado	27/06/2016	364001.00	1982935.00	Cerrado	-----
55	Cuichapa 317	Cerrado	27/06/2016	362752.00	1985553.00	Cerrado	-----
56	Cuichapa 320	Taponado	27/06/2016	362860.00	1985346.00	Taponado	-----
57	Cuichapa 321	Cerrado	27/06/2016	363086.00	1985364.00	Cerrado	-----
58	Cuichapa 323	Taponado	27/06/2016	362772.00	1985161.00	Taponado	-----
59	Cuichapa 324	Cerrado	27/06/2016	363198.00	1985139.00	Cerrado	-----
60	Cuichapa 324 D	Taponado	27/06/2016	363203.00	1985147.00	Taponado	-----
61	Cuichapa 327	Cerrado	27/06/2016	362854.00	1984948.00	Cerrado	-----
62	Cuichapa 328	Cerrado	27/06/2016	363088.00	1984945.00	Cerrado	-----
63	Cuichapa 401	Cerrado	27/06/2016	363663.00	1983535.00	Cerrado	-----
64	Cuichapa 402	Taponado	27/06/2016	363659.00	1983543.00	Taponado	-----
65	Cuichapa 502	Operación	27/06/2016	363449.00	1985471.00	En operación	-----
66	Cuichapa 101	Cerrado	28/06/2016	364021.00	1986142.00	Cerrado	-----
67	Cuichapa 107	Cerrado	28/07/2016	364356.00	1985543.00	Cerrado	-----
68	Cuichapa 108	Cerrado	28/06/2016	364706.00	1985326.00	Cerrado	-----
69	Cuichapa 113	Cerrado	28/06/2016	362973.00	1986733.00	Cerrado	-----
70	Cuichapa 114	Taponado	28/06/2016	362974.00	1986330.00	Taponado	-----
71	Cuichapa 150	Cerrado	28/06/2016	362982.00	1987132.00	Cerrado	-----
72	Cuichapa 163	Cerrado	28/06/2016	362633.00	1985749.00	Cerrado	-----
73	Cuichapa 164	Taponado	28/06/2016	362639.00	1986152.00	Taponado	-----
74	Cuichapa 190	Taponado	28/06/2016	363308.00	1982940.00	Taponado	-----
75	Cuichapa 193	Taponado	28/06/2016	362967.00	1982743.00	Taponado	-----
76	Cuichapa 205	Cerrado	28/06/2016	363307.00	1982141.00	Cerrado	-----
77	Cuichapa 207	Cerrado	28/06/2016	362957.00	1982346.00	Cerrado	-----
78	Cuichapa 213	Operación	28/06/2016	363644.00	1981543.00	En operación	-----
79	Cuichapa 302	Cerrado	28/06/2016	363093.00	1987305.00	Taponado	-----
80	Cuichapa 304	Taponado	28/06/2016	363095.00	1986902.00	Taponado	-----
81	Cuichapa 307	Cerrado	28/06/2016	362768.00	1986369.00	Cerrado	-----
82	Cuichapa 369	Taponado	28/06/2016	363133.00	1982985.00	Taponado	-----
83	Cuichapa 372	Taponado	28/06/2016	363185.00	1982744.00	Taponado	-----

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
84	Cuichapa 373	Operación	28/06/2016	363457.00	1982753.00	En operación	-----
85	Cuichapa 376	Cerrado	28/06/2016	363100.00	1982593.00	Cerrado	-----
86	Cuichapa 378	Taponado	28/06/2016	363795.00	1982583.00	No localizado	-----
87	Cuichapa 381	Taponado	28/06/2016	363188.00	1982352.00	Taponado	-----
88	Cuichapa 385	Cerrado	28/06/2016	363079.00	1982171.00	Cerrado	-----
89	Cuichapa 389	Taponado	28/06/2016	363190.00	1981957.00	Taponado	-----
90	Cuichapa 392	Cerrado	28/06/2016	363544.00	1981713.00	Cerrado	-----
91	Cuichapa 393	Taponado	28/06/2016	363771.00	1981727.00	Taponado	-----
92	Cuichapa 404	Taponado	28/06/2016	363647.00	1981546.00	Taponado	-----
93	Cuichapa 1	Taponado	29/06/2016	366342.00	1985382.00	Cerrado	-----
94	Cuichapa 2	Taponado	29/06/2016	366266.00	1984956.00	Taponado	-----
95	Cuichapa 3	Taponado	29/06/2016	365858.00	1985050.00	Taponado	-----
96	Cuichapa 5	Cerrado	29/06/2016	365637.00	1985303.00	Cerrado	-----
97	Cuichapa 8	Cerrado	29/06/2016	366412.00	1984486.00	No localizado	-----
98	Cuichapa 16	Cerrado	29/06/2016	366568.00	1984853.00	Cerrado	-----
99	Cuichapa 17	Cerrado	29/06/2016	366001.00	1985304.00	Cerrado	-----
100	Cuichapa 18	Taponado	29/06/2016	365739.00	1985689.00	No localizado	-----
101	Cuichapa 19	Cerrado	29/06/2016	366152.00	1985684.00	Cerrado	-----
102	Cuichapa 20	Taponado	29/06/2016	366201.00	1985190.00	Taponado	-----
103	Cuichapa 112	Taponado	29/06/2016	363335.00	1986141.00	Taponado	-----
104	Cuichapa 117	Taponado	29/06/2016	362975.00	1985947.00	Taponado	-----
105	Cuichapa 122	Taponado	29/06/2016	365130.00	1984767.00	No localizado	-----
106	Cuichapa 135	Taponado	29/07/2016	364730.31	1984082.88	No localizado	-----
107	Cuichapa 136	Taponado	29/06/2016	364212.00	1983928.00	Taponado	-----
108	Cuichapa 174	Taponado	29/06/2016	363609.00	1983142.00	Taponado	-----
109	Cuichapa 178	Taponado	29/06/2016	363994.00	1987264.00	Taponado	-----
110	Cuichapa 179	Cerrado	29/06/2016	364030.00	1987000.00	Cerrado	-----
111	Cuichapa 185	Taponado	29/06/2016	362266.00	1983544.00	Taponado	-----
112	Cuichapa 188	Taponado	29/06/2016	363290.00	1983332.00	Taponado	-----
113	Cuichapa 191	Cerrado	29/06/2016	362957.00	1983148.00	Cerrado	-----
114	Cuichapa 192	Taponado	29/06/2016	363653.00	1982743.00	Taponado	-----
115	Cuichapa 200	Taponado	29/06/2016	365866.00	1985046.00	Taponado	-----
116	Cuichapa 202	Taponado	29/06/2016	363680.00	1982281.00	Taponado	-----
117	Cuichapa 203	Cerrado	29/06/2016	363998.00	1982536.00	Cerrado	-----
118	Cuichapa 204	Taponado	29/06/2016	363992.00	1982148.00	Taponado	-----
119	Cuichapa 308	Cerrado	29/06/2016	363194.00	1986307.00	Cerrado	-----
120	Cuichapa 309	Cerrado	29/06/2016	362887.00	1986143.00	Cerrado	-----
121	Cuichapa 310	Cerrado	29/06/2016	363116.00	1986134.00	Cerrado	-----
122	Cuichapa 312	Taponado	29/06/2016	363182.00	1985984.00	Taponado	-----
123	Cuichapa 315	Taponado	29/06/2016	363199.00	1985959.00	Taponado	-----
124	Cuichapa 353	Cerrado	29/06/2016	362034.00	1983552.00	Cerrado	-----
125	Cuichapa 355	Taponado	29/06/2016	362725.00	1983534.00	No Localizado	-----
126	Cuichapa 356	Cerrado	29/06/2016	363155.00	1983528.00	Cerrado	-----
127	Cuichapa 364	En operación	29/06/2016	362736.00	1983143.00	En operación	-----
128	Cuichapa 368	Cerrado	29/06/2016	362872.00	1982948.00	Cerrado	-----

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
129	Cuichapa 383	Cerrado	29/06/2016	363886.00	1982337.00	Cerrado	-----
130	Cuichapa 386	Taponado	29/06/2016	363531.00	1982131.00	Taponado	-----
131	Cuichapa 387	Taponado	29/06/2016	363774.00	1982140.00	Taponado	-----
132	Cuichapa 403	Taponado	29/06/2016	363607.00	1983143.00	Taponado	-----
133	Cuichapa 111	Cerrado	30/06/2016	363325.00	1985749.00	Cerrado	-----
134	Cuichapa 124	Cerrado	30/06/2016	363675.00	1985545.00	Cerrado	-----
135	Cuichapa 124 D	En operación	30/06/2016	363677.00	1985497.00	En operación	-----
136	Cuichapa 140	Taponado	30/06/2016	362623.00	1984944.00	Taponado	-----
137	Cuichapa 141	Cerrado	30/06/2016	362619.00	1984576.00	Cerrado	-----
138	Cuichapa 142	Taponado	30/06/2016	362971.00	1984743.00	Taponado	-----
139	Cuichapa 144	Cerrado	30/06/2016	363015.00	1984357.00	Cerrado	-----
140	Cuichapa 157	Taponado	30/06/2016	362288.00	1985555.00	Taponado	-----
141	Cuichapa 158	Cerrado	30/06/2016	362279.00	1984748.00	Cerrado	-----
142	Cuichapa 180	Cerrado	30/06/2016	362275.00	1984348.00	En operación	Pozo Inyector
143	Cuichapa 181	En operación	30/06/2016	362070.00	1984552.00	En operación	Pozo Inyector
144	Cuichapa 182	En operación	30/06/2016	362070.00	1984154.00	En operación	Pozo Inyector
145	Cuichapa 316	Taponado	30/06/2016	362518.00	1985537.00	Taponado	-----
146	Cuichapa 319	Taponado	30/06/2016	362421.00	1985354.00	Taponado	-----
147	Cuichapa 322	Taponado	30/06/2016	362502.00	1985138.00	Taponado	-----
148	Cuichapa 325	Cerrado	30/06/2016	362192.00	1984931.00	Cerrado	-----
149	Cuichapa 326	Cerrado	30/06/2016	362391.00	1984941.00	Cerrado	-----
150	Cuichapa 329	Taponado	30/06/2016	362489.00	1984761.00	Taponado	-----
151	Cuichapa 330	Taponado	30/06/2016	362739.00	1984748.00	Taponado	-----
152	Cuichapa 333	En operación	30/06/2016	362379.00	1984556.00	En operación	Pozo Inyector
153	Cuichapa 334	Taponado	30/06/2016	362853.00	1984541.00	Taponado	-----
154	Cuichapa 335	Cerrado	30/06/2016	363131.00	1984549.00	Cerrado	-----
155	Cuichapa 336	Taponado	30/06/2016	362507.00	1984342.00	Taponado	-----
156	Cuichapa 338	Taponado	30/06/2016	363201.00	1984343.00	Cerrado	-----
157	Cuichapa 338 D	Taponado	30/06/2016	363175.00	1984362.00	Taponado	-----
158	Cuichapa 339	En operación	30/06/2016	362012.00	1984345.00	En operación	Pozo Inyector
159	Cuichapa 396	Taponado	30/06/2016	362186.00	1985354.00	Taponado	-----
160	Cuichapa 397	Cerrado	30/06/2016	362175.00	1984928.00	Cerrado	-----
161	Cuichapa 121	Taponado	01/07/2016	364354.00	1984741.00	Taponado	-----
162	Cuichapa 126	Cerrado	01/07/2016	364040.00	1984953.00	Cerrado	-----
163	Cuichapa 127	Taponado	01/07/2016	363667.00	1984741.00	Taponado	-----
164	Cuichapa 128	En operación	01/07/2016	363318.00	1984544.00	En operación	-----
165	Cuichapa 134	Taponado	01/07/2016	364012.00	1984146.00	Taponado	-----
166	Cuichapa 165	Taponado	01/07/2016	362622.00	1984139.00	Taponado	-----
167	Cuichapa 175	Taponado	01/07/2016	363313.00	1983743.00	Taponado	-----
168	Cuichapa 195	Taponado	01/07/2016	362612.00	1983345.00	Taponado	-----
169	Cuichapa 197	En operación	01/07/2016	362062.00	1983338.00	En operación	Pozo Inyector
170	Cuichapa 198	Cerrado	01/07/2016	362615.00	1982947.00	Cerrado	-----
171	Cuichapa 199	Taponado	01/07/2016	362615.00	1982551.00	Taponado	-----
172	Cuichapa 215	Cerrado	01/07/2016	362345.00	1982793.00	Cerrado	-----
173	Cuichapa 216	Cerrado	01/07/2016	361986.00	1982982.00	Cerrado	-----

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
174	Cuichapa 219	Taponado	01/07/2016	362615.00	1982151.00	Taponado	-----
175	Cuichapa 220	Taponado	01/07/2016	362960.00	1981943.00	Cerrado	-----
176	Cuichapa 224	En operación	01/07/2016	361727.00	1982833.00	En operación	-----
177	Cuichapa 337	Cerrado	01/07/2016	362727.00	1984348.00	Cerrado	-----
178	Cuichapa 342	Cerrado	01/07/2016	362853.00	1984141.00	Cerrado	-----
179	Cuichapa 343	Cerrado	01/07/2016	363082.00	1984140.00	Cerrado	-----
180	Cuichapa 347	Cerrado	01/07/2016	363198.00	1983940.00	Cerrado	-----
181	Cuichapa 354	Taponado	01/07/2016	362497.00	1983552.00	Taponado	-----
182	Cuichapa 358	Cerrado	01/07/2016	362348.00	1983341.00	Cerrado	-----
183	Cuichapa 359	Cerrado	01/07/2016	362860.00	1983335.00	Cerrado	-----
184	Cuichapa 363	Cerrado	01/07/2016	362509.00	1983163.00	Cerrado	-----
185	Cuichapa 367	En operación	01/07/2016	362400.00	1982993.00	En operación	-----
186	Cuichapa 370	Taponado	01/07/2016	362528.00	1982752.00	Taponado	-----
187	Cuichapa 371	Cerrado	01/07/2016	362739.00	1982748.00	Cerrado	-----
188	Cuichapa 399	Taponado	01/07/2016	362436.00	1982727.00	No localizado	-----
189	Cuichapa 504	En operación	01/07/2016	363541.00	1984530.00	En operación	-----
190	Cuichapa 513	Cerrado	01/07/2016	363785.00	1984531.00	Cerrado	-----
191	Cuichapa 102	Taponado	04/07/2016	363678.00	1986340.00	Taponado	-----
192	Cuichapa 103	Taponado	04/07/2016	364720.00	1985773.00	Taponado	-----
193	Cuichapa 116	Taponado	04/07/2016	363670.00	1986743.00	Taponado	-----
194	Cuichapa 123	Taponado	04/07/2016	363331.00	1987334.00	Taponado	-----
195	Cuichapa 138	Cerrado	04/07/2016	363692.00	1987547.00	Cerrado	-----
196	Cuichapa 151	Cerrado	04/07/2016	362984.00	1987532.00	Cerrado	-----
197	Cuichapa 152	Taponado	04/07/2016	363334.00	1987728.00	Taponado	-----
198	Cuichapa 153	Taponado	04/07/2016	363692.00	1987947.00	Taponado	-----
199	Cuichapa 154	Taponado	04/07/2016	364032.00	1987745.00	Taponado	-----
200	Cuichapa 170	Taponado	04/07/2016	364692.00	1982933.00	Taponado	Localizado 23/11/16 por coordenadas nuevas CNH
201	Cuichapa 171	Taponado	04/07/2016	365042.00	1983129.00	Taponado	Localizado 23/11/16 por coordenadas nuevas CNH
202	Cuichapa 208	Taponado	04/07/2016	364245.00	1982734.00	Taponado	-----
203	Cuichapa 366	Taponado	04/07/2016	363792.00	1982933.00	Taponado	-----
204	Cuichapa 345	Taponado	04/07/2016	362501.00	1983944.00	Taponado	-----
205	Cuichapa 394	Taponado	04/07/2016	363032.00	1987743.00	Taponado	-----
206	Cuichapa 400	Taponado	04/07/2016	364042.00	1987747.00	Taponado	-----
207	Tlacuilolapa 18	Taponado	04/07/2016	364624.00	1987445.00	Cerrado	-----
208	Tlacuilolapa 20	Taponado	04/07/2016	364624.00	1987245.00	Cerrado	-----
209	Tlacuilolapa 100	Cerrado	04/07/2016	363327.00	1988132.00	Taponado	-----
210	Tlacuilolapa 101	Cerrado	04/07/2016	363674.00	1988325.00	Cerrado	-----
211	Tlacuilolapa 102	Taponado	04/07/2016	364018.00	1988523.00	Taponado	-----
212	Tlacuilolapa 103	Taponado	04/07/2016	364027.00	1988128.00	Taponado	-----
213	Tlacuilolapa 104	Taponado	04/07/2016	363331.00	1988526.00	Taponado	-----
214	Tlacuilolapa 105	Cerrado	04/07/2016	362979.00	1987929.00	Taponado	Localizado fuera del CCP (sólo contrapozo)
215	Acalapa 5	Cerrado	05/07/2016	367489.00	1985699.00	Cerrado	-----
216	Acalapa 7	Cerrado	05/07/2016	367895.00	1985636.00	Taponado	Localizado fuera del CCP

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
217	Cuichapa Poniente 1	Taponado	05/07/2016	362550.09	1986662.61	No Localizado	Sólo se localizó la mojonera de referencia
218	Cuichapa 10	Cerrado	05/07/2016	366821.00	1984951.00	Taponado	Localizado 17/11/16 por coordenadas nuevas CNH
219	Cuichapa 14	Taponado	05/07/2016	367194.00	1985108.00	Taponado	-----
220	Cuichapa 15	Taponado	05/07/2016	367019.00	1984673.00	Taponado	Localizado 17/11/16 por coordenadas nuevas CNH
221	Cuichapa 129	Taponado	05/07/2016	364011.00	1984290.00	No Localizado	-----
222	Cuichapa 131	Cerrado	05/07/2016	363657.00	1984341.00	Cerrado	Pozo no incluido en Anexo 5 (CNH)
223	Cuichapa 145	Taponado	05/07/2016	363315.00	1984139.00	Taponado	-----
224	Cuichapa 214	Cerrado	05/07/2016	363302.00	1981741.00	Cerrado	-----
225	Cuichapa 305	Taponado	05/07/2016	363229.00	1986703.00	Taponado	-----
226	Cuichapa 311	Cerrado	05/07/2016	362720.00	1985956.00	Cerrado	-----
227	Cuichapa 313	Taponado	05/07/2016	362417.00	1985769.00	Taponado	-----
228	Cuichapa 314	Taponado	05/07/2016	362837.00	1985735.00	Taponado	-----
229	Cuichapa 407	Taponado	05/07/2016	363299.00	1981560.00	No localizado	-----
230	Cuichapa 21	Taponado	11/07/2016	366528.00	1985747.00	Taponado	-----
231	Cuichapa 22	Taponado	11/07/2016	365948.00	1986030.00	Taponado	Localizado 28/11/16 por coordenadas nuevas CNH
232	Cuichapa 23	Taponado	11/07/2016	366692.00	1986034.00	Taponado	Localizado 28/11/16 por coordenadas nuevas CNH
233	Cuichapa 24	Taponado	11/07/2016	366850.00	1985444.00	Taponado	Localizado 18/11/16 por coordenadas nuevas CNH
234	Cuichapa 26	Taponado	11/07/2016	367322.00	1985059.00	No Localizado	visitado 26/11/16 por coordenadas nuevas CNH
235	Cuichapa 27	Taponado	11/07/2016	367030.00	1985603.00	No localizado	visitado 17/11/16 por coordenadas nuevas CNH
236	Cuichapa 28	Taponado	11/07/2016	366582.00	1985610.00	Taponado	-----
237	Cuichapa 25	Taponado	12/07/2016	367203.00	1985462.00	No localizado	visitado 16/11/16 por coordenadas nuevas CNH
238	Cuichapa 110	Taponado	12/07/2016	364434.00	1985974.00	No Localizado	visitado 17/11/16 por coordenadas nuevas CNH
239	Cuichapa 156	Taponado	12/07/2016	362283.00	1985157.00	Taponado	-----
240	Cuichapa 159	Taponado	12/07/2016	361937.00	1984955.00	Taponado	Localizado 22/11/16 por coordenadas nuevas CNH
241	Cuichapa 186	Taponado	12/07/2016	362616.00	1983744.00	Taponado	-----
242	Cuichapa 211	Taponado	12/07/2016	363995.00	1981737.00	Taponado	-----
243	Cuichapa 217	Taponado	12/07/2016	364340.00	1981535.00	Taponado	-----
244	Cuichapa 318	Taponado	12/07/2016	363319.00	1985348.00	Taponado	-----
245	Cuichapa 360	Taponado	12/07/2016	363053.00	1983320.00	Taponado	-----
246	Cuichapa 209	Taponado	13/07/2016	364349.00	1982317.00	Taponado	Localizado 30/11/16 por coordenadas nuevas CNH
247	Cuichapa 212	Taponado	13/07/2016	364261.00	1981937.00	Taponado	-----
248	Cuichapa 218	Taponado	13/07/2016	363989.00	1981335.00	Taponado	-----
249	Cuichapa 221	Taponado	13/07/2016	363529.00	1981337.00	Taponado	-----
250	Cuichapa 301	Taponado	13/07/2016	365726.00	1982931.00	No localizado	-----
251	Cuichapa 390	Taponado	13/07/2016	363425.00	1981946.00	Taponado	-----
252	Cuichapa 406	Taponado	13/07/2016	363598.00	1981389.00	No Localizado	Se localizó la mojonera de referencia
253	Tlacuilolapan 107	Cerrado	13/07/2016	364387.00	1988272.00	Cerrado	-----

No.	Nombre del Pozo	Estatus del pozo CNH	Fecha de recorrido	Coordenadas GBN-AS UTM Zona 15Q WGS84		Estatus del pozo durante la visita	Observaciones
				X	Y		
254	Cuichapa 6A	Taponado	14/07/2016	365352.00	1985577.00	Taponado	-----
255	Cuichapa 225	Taponado	14/07/2016	361751.00	1982841.00	No localizado	-----
256	Cuichapa 501	Taponado	14/07/2016	363620.00	1986146.00	No Localizado	-----
257	Cuichapa 395	Cerrado	15/07/2016	362058.00	1982765.00	Taponado	-----
258	Cuichapa 196	Taponado	16/08/2016	362266.00	1983146.00	Taponado	-----

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

8.1.2.1.1.1 Condiciones físicas y operativas de pozos.

Como ya fue establecido anteriormente, durante las visitas de campo realizadas a las instalaciones, se aplicó el formato Ficha de Campo para Pozos F-SEA-004, conteniendo 39 rubros (24 condiciones operativas y 15 de presencia de contaminación), a fin de verificar sus condiciones y elaborar las fichas técnicas de cada pozo verificado, en el Anexo registros de campo se adjuntan los del F-SEA-004.

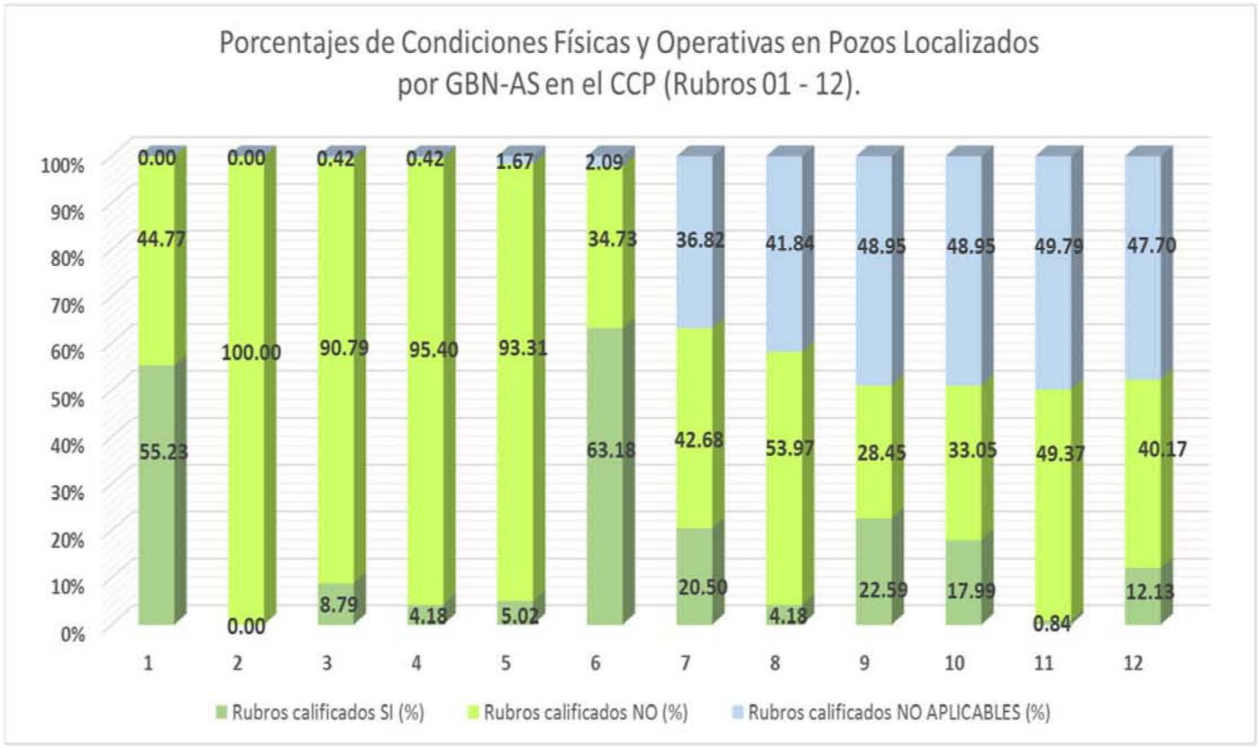
Anexo 2. Registros de campo de pozos petroleros. Campo Cuichapa Poniente.

Es de relevancia mencionar que sólo se consideraron para el presente análisis estadístico 239 pozos petroleros localizados, excluyendo de este análisis a los 19 pozos petroleros determinados en campo como no localizados.

Cabe aclarar que la Ficha de Campo para Pozos en su numeral 17 de condiciones operativas de la instalación y 29 para presencia de contaminación, refiere el término “presa de terracería”, el cual aplicado para el CCP corresponde a las reconocidas como “presa de desechos”, citándose de tal forma en los apartados correspondientes.

Anexo 3. Fichas técnicas de pozos petroleros. Campo Cuichapa Poniente.

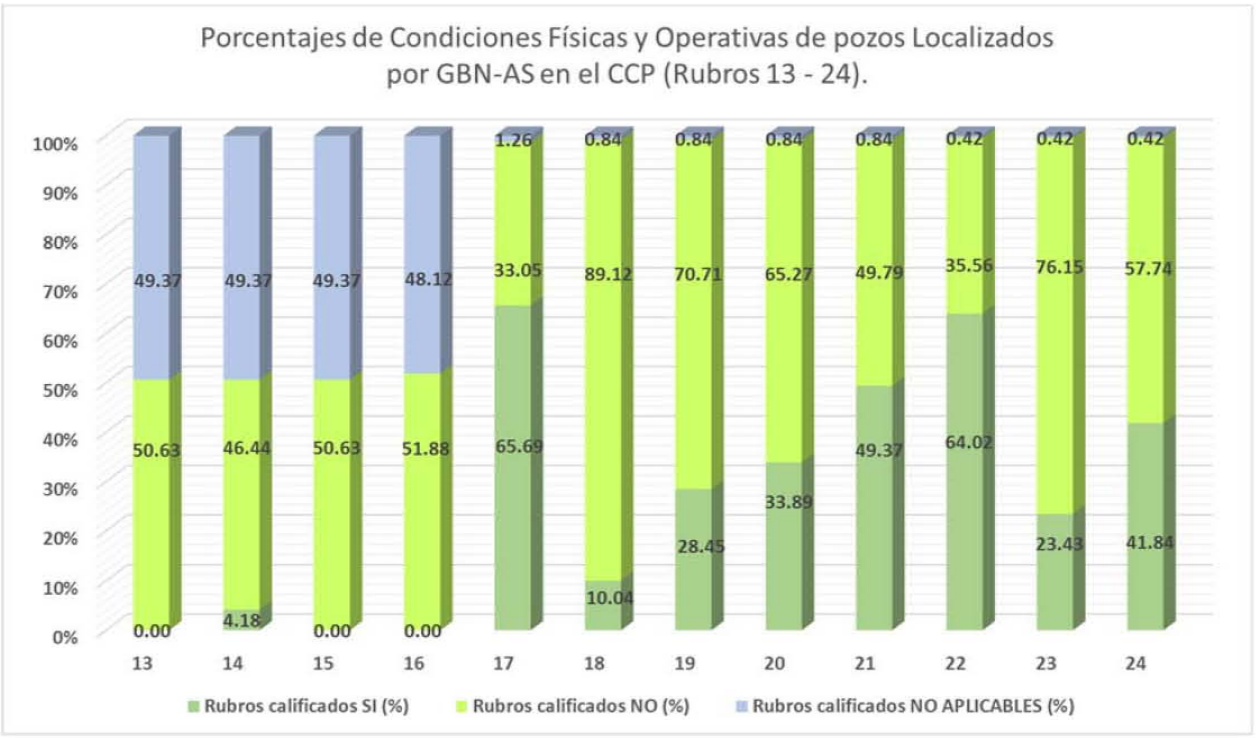
En las siguientes gráficas se muestran los resultados de la verificación de 24 rubros relacionados con las condiciones físicas y operativas de los pozos petroleros localizados en el CCP que, para una mejor visualización de la información, se han dividido en dos grupos: Rubros 01 -12 y Rubros 13 – 24.



1. El camino de acceso se encuentra en buenas condiciones.
2. Cuenta con señalamiento que indica el nombre del pozo.
3. Cuentan con puerta de acceso y guardaganado (cuando se requiera en zona ganadera).
4. Se encuentra delimitada el área de operación del pozo con cercado perimetral.
5. El área de la plataforma se encuentra libre de maleza.
6. La plataforma se encuentra en buenas condiciones (compactación, deslaves).
7. El árbol de válvulas cuenta con contrapozo.
8. Protegen los contrapozos con rejillas y barandal.
9. El árbol de válvulas se encuentra libre de corrosión.
10. El árbol de válvulas cuenta con todos los volantes, espárragos o bridas.
11. Presencia de tanque a boca de pozo.
12. Presencia de cabezales de recolección.

Figura 48. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 01 - 12).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.



13. Cuenta con quemador.
14. Cuenta con equipo artificial de producción.
15. Cuenta con equipo mejorador de flujo.
16. Cuenta con presa metálica.
17. Presencia de presa de terracería en la periferia del pozo.
18. Otros equipos al interior del cuadro del pozo.
19. Colinda con líneas de transmisión eléctrica.
20. Colinda con viviendas.
21. Colinda con caminos de acceso de tránsito común.
22. La plataforma es paso obligado como acceso a potreros u otros caminos.
23. Colinda con cuerpos de agua.
24. Colinda con cerros o barrancos.

Figura 49. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 13 - 24).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

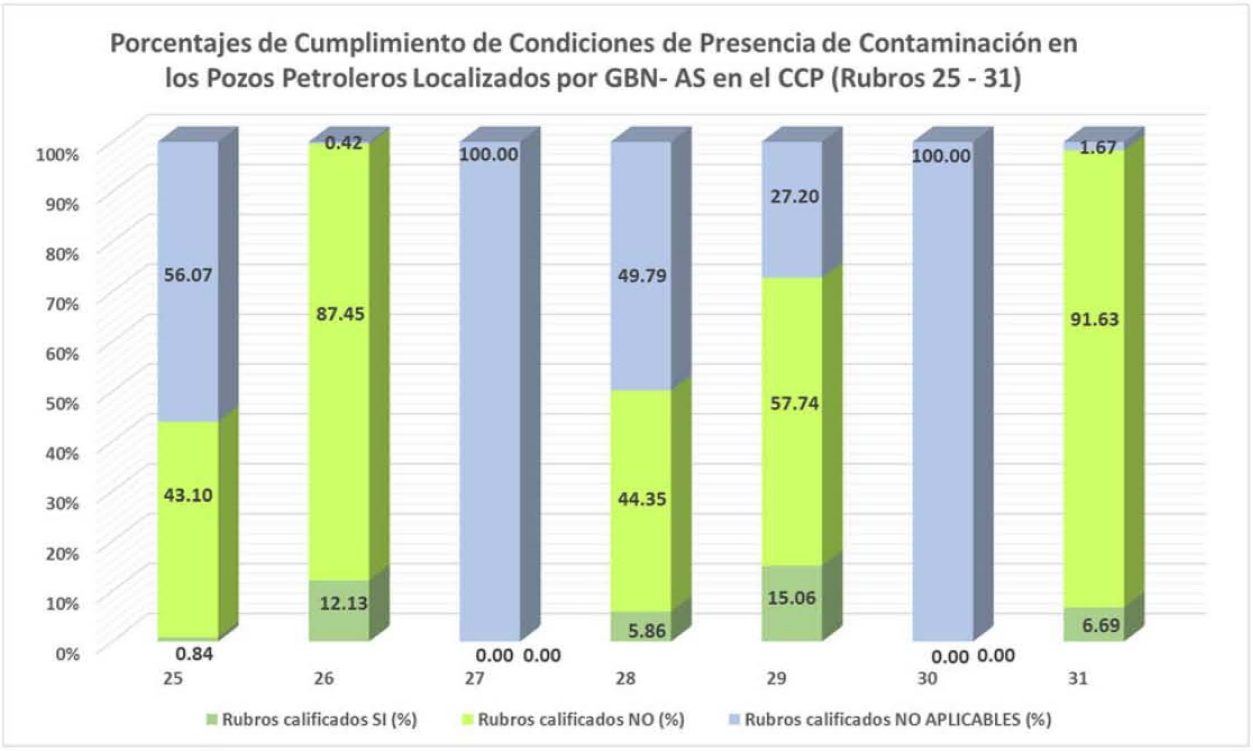
De la verificación realizada a los 239 pozos, se tiene que el 55.23% de los caminos de acceso a los pozos están en buenas condiciones; 63.18% de las plataformas se encuentra en buenas condiciones de compactación; el 65.69% presenta presa de desechos en la periferia y el 64.02% son utilizadas como paso obligado hacia potreros u otros caminos.

Por otra parte, el 100% de las plataformas no cuenta con señalamiento que indique el nombre del pozo; el 90.79% de las plataformas no cuenta con puerta de acceso y guardaganado; el 95.40% de las plataformas no se encuentran debidamente delimitadas; el 93.31% de las plataformas presentan maleza; el 53.97% de los contrapozos no cuentan con protección (rejilla y barandal).

8.1.2.1.1.2 Presencia de contaminación en pozos.

Con la finalidad de conocer las condiciones de presencia de contaminación que presentaban las plataformas y pozos localizados en el CCP, dentro del formato Ficha de Campo para Pozos F-SEA-004, se calificaron 15 rubros de carácter ambiental, verificando su condición en campo.

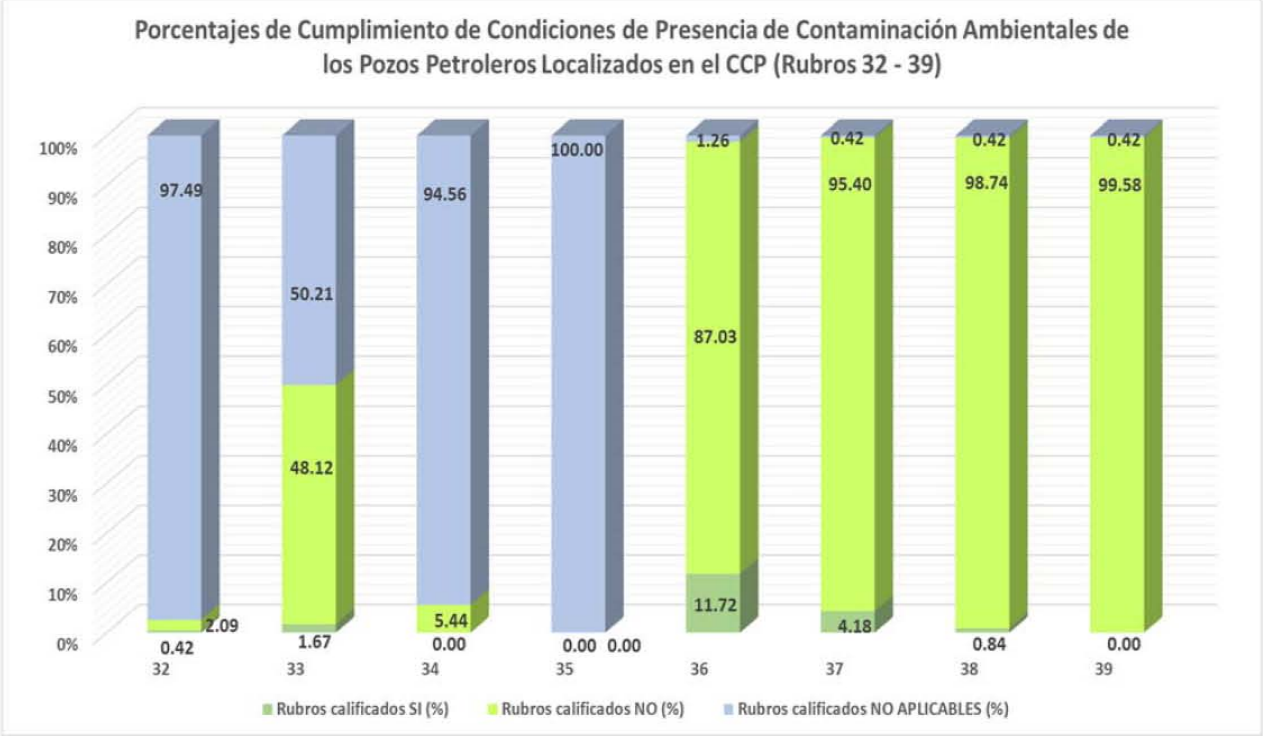
En las siguientes gráficas se muestran los resultados de la verificación de 15 rubros (presencia de contaminación) de los pozos petroleros localizados en el CCP información, que ha sido dividida en dos grupos: Rubros 25 – 31 y Rubros 32 – 39.



25. El contrapozo contiene fluidos contaminados o residuos peligrosos.
26. El área de la plataforma presenta de manchas de hidrocarburo, combustibles o lubricantes.
27. Manchas de hidrocarburo en el área del quemador.
28. El árbol de válvulas se encuentra manchado.
29. Presa de terracería con HC intemperizado o semi intemperizado.
30. El área de la presa metálica presenta contaminación.
31. Presencia de HC en la periferia de la plataforma.

Figura 50. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 25 - 31).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.



32. Manchas de HC en el área del tanque a boca de pozo.
33. El árbol de válvulas del pozo presenta fugas.
34. Los equipos artificiales de producción presentan fugas o derrames.
35. El equipo mejorador de flujo presenta fugas o derrames.
36. Presencia de tubería o chatarra dentro o en la periferia de la plataforma.
37. Presencia de residuos sólidos dentro o fuera de la localización.
38. Presencia de residuos peligrosos dentro o fuera de la localización.
39. Presencia de emanaciones naturales en la periferia de la plataforma.

Figura 51. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 32 - 39).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

De los rubros revisados durante la verificación de condiciones de presencia de contaminación, se destacan los siguientes: el 87.45% de las plataformas no presenta manchas de hidrocarburos, combustibles o lubricantes; sólo el 15.06% de los pozos presentan presa de desechos con hidrocarburo intemperizado, semi intemperizado o con iridiscencias; el 91.63% de las plataformas no presentó hidrocarburos en su periferia; el 98.74% de las localizaciones no presentaron residuos peligrosos dentro de la plataforma y el 99.58% de ellas no presentaron emanaciones naturales en su periferia.

En contraste, los altos valores obtenidos dentro del calificativo No Aplica para los rubros 27, 30, 32 y 35, se debe a que la mayoría de los pozos no cuentan con quemador, presa metálica, tanque a boca de pozo ni mejorador de flujo.

8.1.2.1.2 Instalaciones de producción.

De acuerdo con la información consultada en gabinete, en relación a la actividad petrolera regional, se identificó que la porción sur de la República Mexicana está conformada por los Activos Integrales Bellota – Jujo, Macuspana, Muspac, Samaria - Luna y Cinco Presidentes, incluidos en los estados de Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.

En cuanto a la porción sur del estado de Veracruz, parte de Tabasco y una menor proporción de Oaxaca, se tiene el Activo Integral Cinco Presidentes, mismo que cuenta con el mayor número de campos, identificándose entre ellos el CCP.

Dentro del Activo Integral Cinco Presidentes, en el estado veracruzano las actividades petroleras se desarrollan en los municipios de Coatzacoalcos, Agua Dulce, Acayucan, Las Choapas, Nanchital de Lázaro Cárdenas, Ixhuatlán del Sureste, Minatitlán, Hidalgotitlán, Chinameca y Moloacán.

De los 43 campos petroleros que integran el Activo Integral Cinco Presidentes, sólo los campos Moloacán, Ágata, Lacamango, La Venta y El Plan se encuentran en interacción directa con el CCP, la cual se debe principalmente, a la red de transporte de hidrocarburos y otros fluidos, cuyo flujo se desplaza entre las baterías de separación, plantas de inyección de agua, estaciones de compresión y plantas deshidratadoras.

Las instalaciones petroleras identificadas pertenecientes a dichos campos, se definen a continuación.

Tabla 38. Instalaciones petroleras identificadas a nivel regional y su interacción con el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Tipo de instalación	[redacted]	Campo	Estatus operativo	[redacted]
1	Batería de Separación Moloacán 1		Moloacán	Operación	
2	Batería de Separación Moloacán 2		Moloacán	Operación	
3	Batería de Separación Moloacán 3		Moloacán	Operación	
4	Planta Deshidratadora Ágata		Ágata	Operación	
5	Batería de Separación Lacamango		Lacamango	Operación	
6	CPG La Venta		La Venta	Operación	
7	Planta Deshidratadora El Plan		El Plan	Operación	

No.	Tipo de instalación	[redacted]	Campo	Estatus operativo	[redacted]
8	Caseta Saladino		GTDH Región Sur	F. de Operación	

*La distancia de ubicación de la instalación es en línea recta con respecto a la ubicación de la instalación administrativa La Factoría Pemex (X= 364978.00, Y= 1984482.00) en la localidad Villa Cuichapa.
GTDH= Gerencia de Transporte y Distribución de Hidrocarburos PEMEX.

Fuente: Resumen Ejecutivo AR-0437 Campo Cuichapa Poniente y Ductos_CNH_R01_L03.kmz, CNH y GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

Del análisis realizado a los archivos Resumen Ejecutivo AR-0437 CCP y Ductos_CNH_R01_L03.kmz, de las 8 instalaciones de producción identificadas a nivel regional, solo 4 tienen interacción directa con el CCP de acuerdo a lo siguiente:

- **Batería de Separación Moloacán 3.** Un ducto hacia la Ex Batería de Separación Cuichapa 1 (ducto con destino final la Estación de Compresoras Cuichapa).
- **Planta Deshidratadora Ágata.** Un ducto con destino a la Planta de Inyección de Agua Cuichapa. Recibe 1 ducto de la Batería de Separación Cuichapa 2 y 1 ducto de la Estación Compresoras Cuichapa.
- **Batería de Separación Lacamango.** Dos ductos con destino a la Batería de Separación Cuichapa 2.
- **CPG La Venta.** Un ducto procedente de la Estación Compresoras Cuichapa.

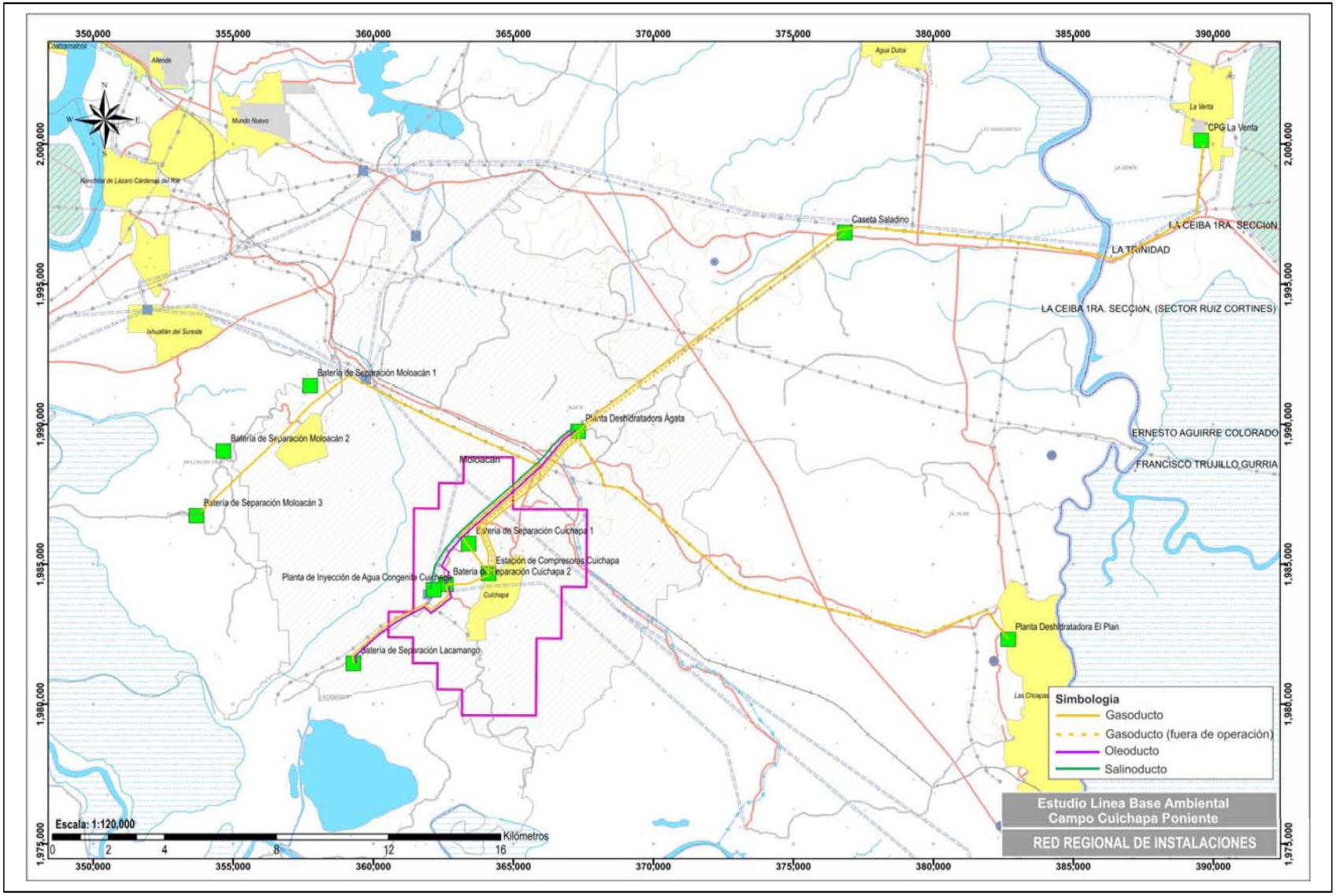


Figura 52. Localización de la infraestructura de producción identificada a nivel regional, con interacción en el CCP.
Fuente: Campo Cuichapa Poniente y Ductos_CNH_R01_L03.kmz, CNH, con imagen de Google Earth.

El reconocimiento de las instalaciones de producción para el CCP, recurrió tanto a la información documental proporcionada por la CNH referente a las instalaciones petroleras de producción del CCP, como al análisis de la imagen satelital WorldView 2 del 11 de abril de 2016, además de los recorridos de campo realizados para verificar la localización, condiciones operativas y ambientales de la infraestructura de operación ocurrente en el CCP, realizando su registro fotográfico, levantamiento de datos mediante la aplicación del formato F-SEA-003 Formato de Campo para Instalaciones, además de elaborar las fichas técnicas de cada instalación visitada.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que en el área territorial del CCP se encuentran 6 instalaciones de producción, 3 de ellas en operación (Batería de Separación Cuichapa 2, Estación Compresoras Cuichapa y la Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa) y tres fuera de operación (Batería de Separación Cuichapa 1, Batería de Separación Cuichapa 3 y la Batería Acalapa).

Tabla 39. Instalaciones visitadas en el Campo Cuichapa Poniente durante los recorridos de campo realizados por GBN-AS.

No.	Nombre de la Instalación	Estatus de la Instalación CNH	Fecha de recorrido	[redacted]	Estatus de la instalación durante la visita	Observaciones
1	Batería de Separación Cuichapa 2	Operación	22/06/2016		Operación	En operación al momento de la visita de GBN-AS
2	Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa	Operación	22/06/2016		Operación	En operación al momento de la visita de GBN-AS
3	Estación Compresoras Cuichapa	Operación	06/07/2016		Operación	En operación al momento de la visita de GBN-AS
4	Batería de Separación Cuichapa 1	Fuera de operación	08/07/2016		Fuera de operación	Desmantelada
5	Batería de Separación Cuichapa 3	Fuera de operación	08/07/2016		Fuera de operación	En proceso de urbanización (el terreno ocupado fue devuelto al Ejido Villa Cuichapa)
6	Batería Acalapa *	---	11/07/2016		Fuera de operación	Semi desmantelada y en abandono

*Instalación identificada por imagen satelital y no incluida en la información documental proporcionada por la CNH.

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

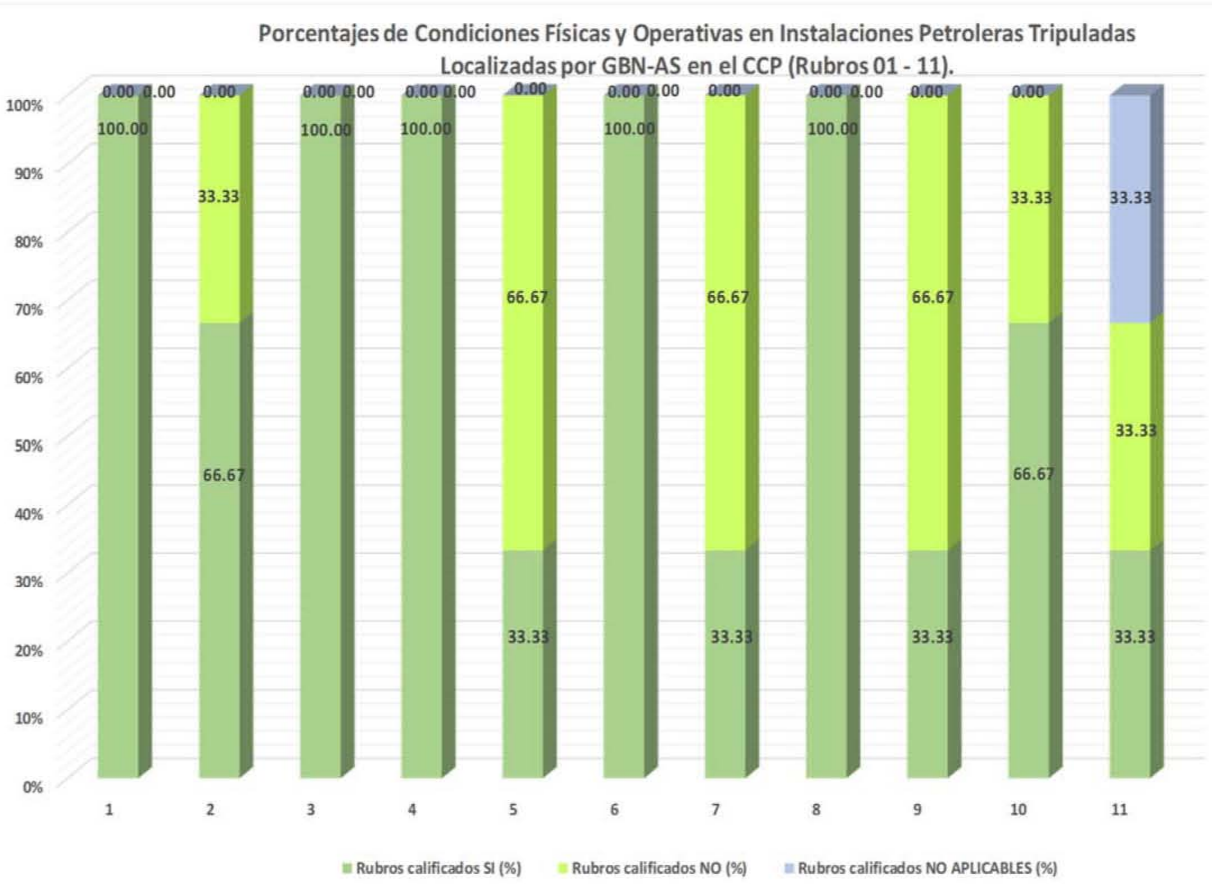
Para facilitar el análisis de los resultados de la aplicación del formato F-SEA-003 Formato de Campo para Instalaciones, la información fue dividida en dos categorías: instalaciones tripuladas en operación e instalaciones fuera de operación, considerando condiciones físicas y operativas, así como la presencia de contaminación.

8.1.2.1.2.1 Condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras tripuladas.

Durante las visitas de campo realizadas a las 6 instalaciones, se aplicó el formato F-SEA-003, conteniendo 31 rubros (23 condiciones físicas-operativas y 8 de presencia de contaminación), a fin de verificar las condiciones de cada una de ellas

Anexo 4. Registros de campo de instalaciones petroleras. Campo Cuichapa Poniente.

En las siguientes gráficas se muestran los resultados de la verificación de 23 rubros relacionados con las condiciones físicas y operativas de las instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el CCP que, para una mejor visualización de la información, se han dividido en dos grupos: Rubros 01 – 11 y Rubros 12 – 23.



1. El camino de acceso se encuentra en buenas condiciones.
2. Cuenta con señalamiento que indica el nombre de la instalación.
3. Cuenta con puerta de acceso.
4. Cuenta con barda perimetral.
5. El área de la instalación se encuentra libre de maleza.
6. La plataforma se encuentra en buenas condiciones (compactación, deslaves).
7. Cuenta con cono indicador de vientos.
8. El tanque de almacenamiento cuenta con nomenclatura de identificación.
9. El área del tanque de almacenamiento cuenta con dique de contención de derrames.
10. El tanque de almacenamiento se encuentra libre de corrosión.
11. Cuenta con quemador.

Figura 53. Porcentaje de verificación de condiciones físicas-operativas de instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 01 – 11).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

12. Se cuenta con recipientes adecuados e identificados para los residuos peligrosos.
13. Cuenta con contenedores para residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
14. Cuenta con red contraincendio.
15. Otros equipos al interior del cuadro de la instalación.
16. Colinda con líneas de transmisión eléctrica.
17. Colinda con viviendas.
18. Colinda con caminos de acceso de tránsito común.
19. La instalación es paso obligado como acceso a potreros u otros caminos.
20. Colinda con cuerpos de agua.
21. Colinda con cerros o barrancos.
22. Cuenta con sistema de iluminación en buen estado.
23. La instalación cuenta con salida de emergencia.

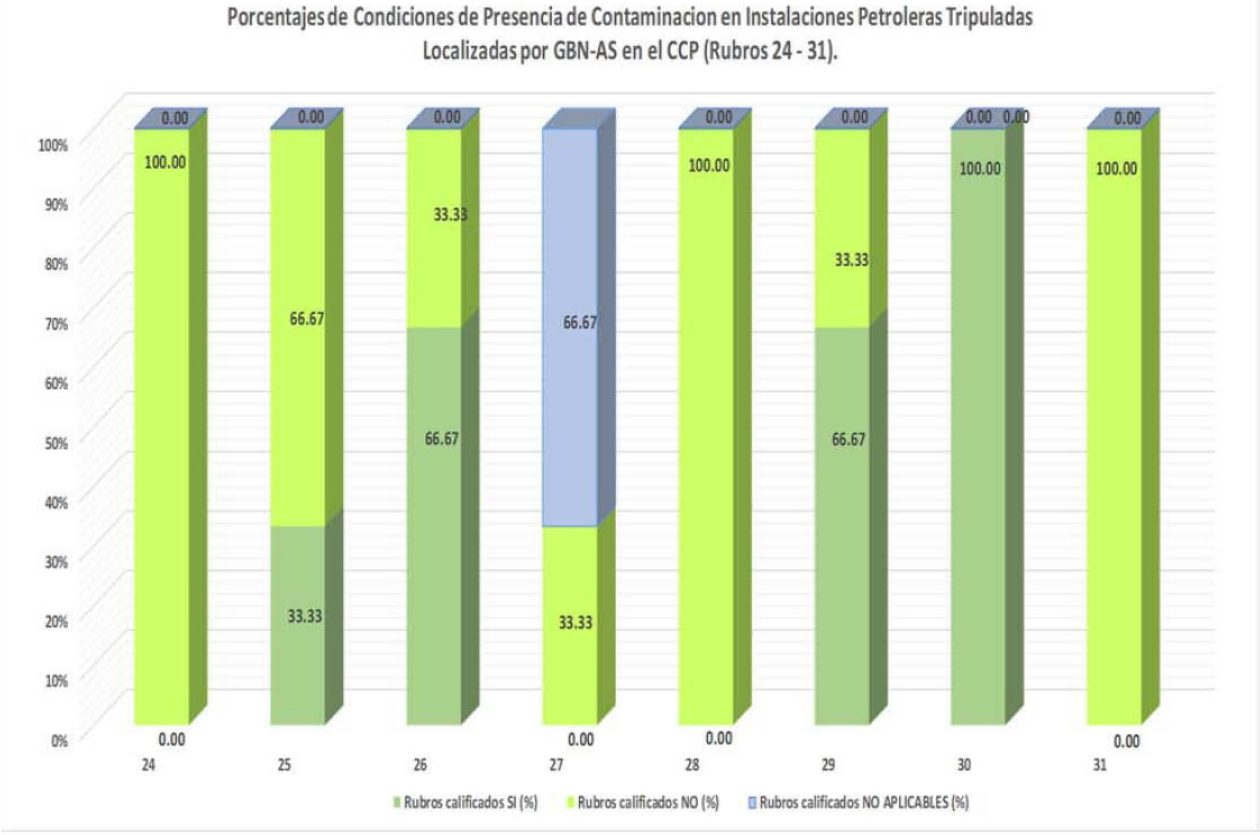
Figura 54. Porcentaje de verificación de condiciones físicas-operativas de instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 12 – 23).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

De la verificación realizada a las 3 instalaciones tripuladas, se desprende que el 100% de estas tienen caminos de acceso en buenas condiciones, cuentan con puerta de acceso, barda perimetral y sus plataformas se encuentran en buenas condiciones, sus tanques de almacenamiento cuentan con nomenclatura.

En comparación, el 100% de las instalaciones no cuenta con salida de emergencia y el 66.67% de las instalaciones no cuenta con red de contra incendio, no cuenta con cono de vientos y se encuentra con maleza.

8.1.2.1.2.2 Presencia de contaminación de instalaciones petroleras tripuladas.



24. El área del tanque de almacenamiento se encuentra con contaminación.
25. El área de la instalación presenta de manchas de hidrocarburo, combustibles o lubricantes.
26. El área de bombeo presenta contaminación.
27. Manchas de HC en el área del quemador.
28. Presencia de residuos peligrosos dentro o fuera de la instalación.
29. Presencia de residuos sólidos dentro o fuera de la instalación.
30. Presencia de tubería o chatarra dentro de la periferia de la instalación.
31. Presencia de emanaciones naturales en la periferia de la instalación.

Figura 55. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 24 – 31).

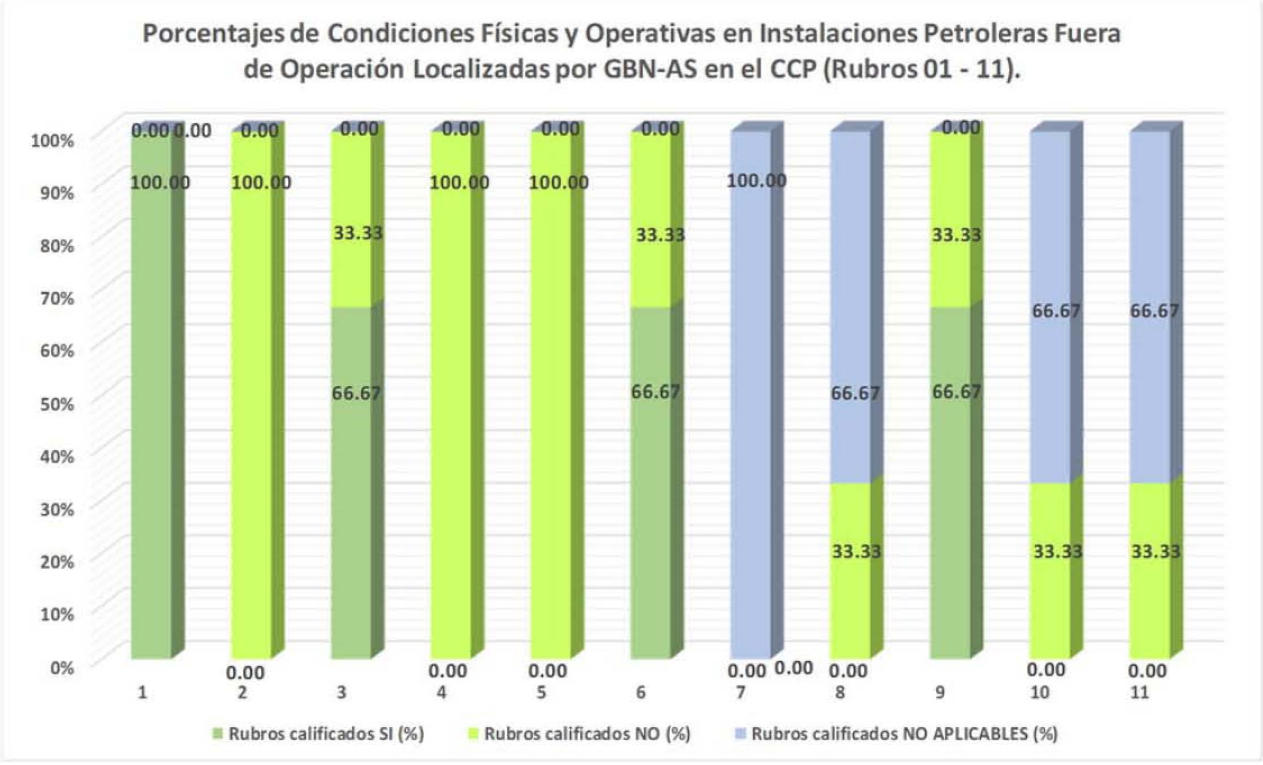
Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

De los rubros aplicados durante la verificación de condiciones de presencia de contaminación en instalaciones petroleras tripuladas, se destacan los siguientes: 100% de las instalaciones presenta el área del tanque de almacenamiento sin contaminación, no presenta residuos peligrosos ni emanaciones naturales en la periferia de la instalación.

Por el contrario, el 100% de las instalaciones presenta tubería o chatarra hacia el interior de las mismas y el 66.67% de ellas presentan contaminación en el área de bombeo y residuos sólidos al interior.

8.1.2.1.2.3 Condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras fuera de operación.

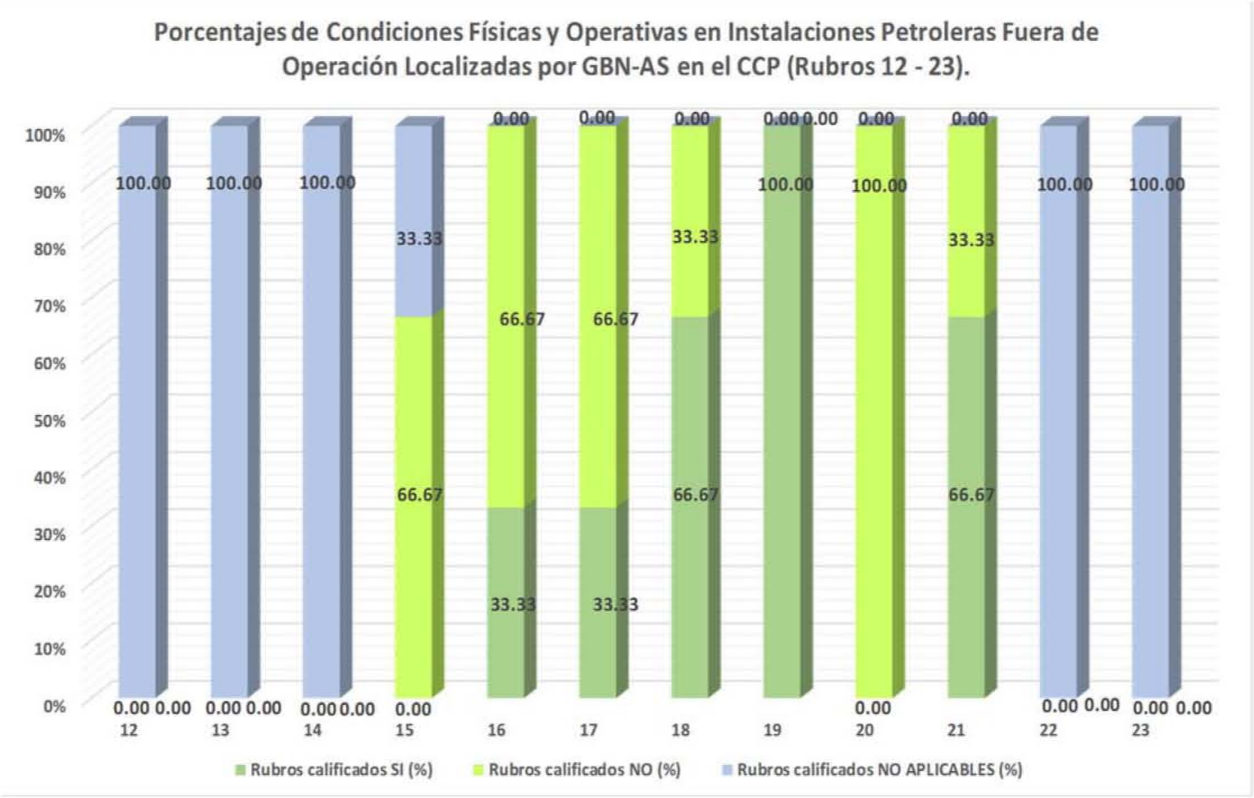
En las siguientes gráficas se muestran los resultados de la verificación de 23 rubros (condiciones físicas y operativas) de las instalaciones petroleras con estatus de fuera de operación ubicadas en el CCP cuya información fue dividida en dos grupos: Rubros 01 – 11 y Rubros 12 – 23.



1. El camino de acceso se encuentra en buenas condiciones.
2. Cuenta con señalamiento que indica el nombre de la instalación.
3. Cuenta con puerta de acceso.
4. Cuenta con barda perimetral.
5. El área de la instalación se encuentra libre de maleza.
6. La plataforma se encuentra en buenas condiciones (compactación, deslaves).
7. Cuenta con cono indicador de vientos.
8. El tanque de almacenamiento cuenta con nomenclatura de identificación.
9. El área del tanque de almacenamiento cuenta con dique de contención de derrames.
10. El tanque de almacenamiento se encuentra libre de corrosión.
11. Cuenta con quemador.

Figura 56. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras fuera de operación localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 01 – 11).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.



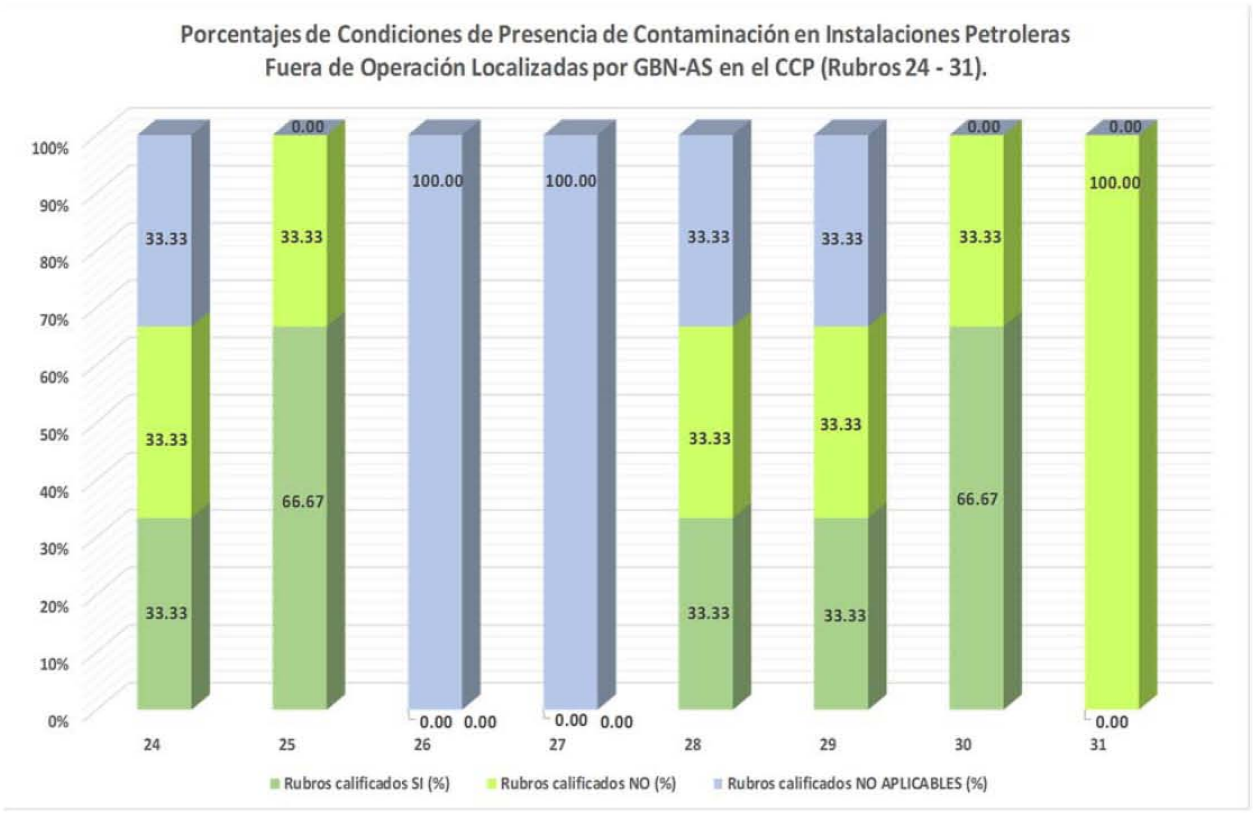
12. Se cuenta con recipientes adecuados e identificados para los residuos peligrosos.
13. Cuenta con contenedores para residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
14. Cuenta con red contraincendios.
15. Otros equipos al interior del cuadro de la instalación.
16. Colinda con líneas de transmisión eléctrica.
17. Colinda con viviendas.
18. Colinda con caminos de acceso de tránsito común.
19. La instalación es paso obligado como acceso a potreros u otros caminos.
20. Colinda con cuerpos de agua.
21. Colinda con cerros o barrancos.
22. Cuenta con sistema de iluminación en buen estado.
23. La instalación cuenta con salida de emergencia.

Figura 57. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras fuera de operación localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 12 – 23).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

De la verificación realizada a las 3 instalaciones petroleras fuera de operación, se desprende que el 100% de los caminos de acceso a las instalaciones se encuentran en buenas condiciones, mientras que el 100% de ellas no cuentan con letrero de identificación, no tienen barda perimetral y se encuentran con maleza.

8.1.2.1.2.4 Presencia de contaminación de instalaciones petroleras fuera de operación.



24. El área del tanque de almacenamiento se encuentra con contaminación.
25. El área de la instalación presenta de manchas de hidrocarburo, combustibles o lubricantes.
26. El área de bombeo presenta contaminación.
27. Manchas de HC en el área del quemador.
28. Presencia de residuos peligrosos dentro o fuera de la instalación.
29. Presencia de residuos sólidos dentro o fuera de la instalación.
30. Presencia de tubería o chatarra dentro de la periferia de la instalación.
31. Presencia de emanaciones naturales en la periferia de la instalación.

Figura 58. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de instalaciones petroleras fuera de operación localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 24 – 31).

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP (Rubros 24 – 31).

De los rubros aplicados durante la verificación de condiciones de presencia de contaminación, se destacan los siguientes: el 100% de las instalaciones no presenta emanaciones naturales en su periferia; el 66.67% de las instalaciones presenta manchas de hidrocarburo, combustibles o lubricantes y tubería o chatarra en su interior; el 33.33% presenta el área del tanque de almacenamiento contaminada, residuos peligrosos y sólidos dentro o fuera del área de la instalación.

Anexo 5. Fichas técnicas de instalaciones petroleras. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.2.1.3 Ductos.

De acuerdo con la información proporcionada por la CNH, se realizó el análisis al contenido de los archivos CUICHAPA_CENSO_Ductos, LDD, Líneas de descarga inventario_ac7_103, Ductos_CNH_R01_L03_2015.kmz y Esquema General del Campo Cuichapa_dwg, con la finalidad de identificar los ductos asociados a pozos petroleros e infraestructura de producción, tanto a nivel regional como local.

Desde el punto de vista regional, durante el análisis de información considero aquellos ductos que tienen interacción directa, desde y hacia el CCP, de tal modo que se identificaron 9 ductos, entre los que se incluyen 5 gasoductos (GDO), 2 oleoductos (OLD), 1 saloducto (SDO) y 1 línea de bombeo neumático (LBN).

Tabla 40. Relación de ductos identificados a nivel regional, con interacción directa en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Origen	[redacted]	Destino	[redacted]	Ø pg	Long. km	Tipo de ducto	Estatus CNH
1	Batería Moloacán 3		Ex Batería Cuichapa 1 *		20	1.217	GDO	Operando
2	Batería Lacamango		Batería Cuichapa 2		20	4.679	GDO	Operando
3	Caseta Saladino		Estación Compresoras Cuichapa		4	6.471	GDO	Fuera de Operación Definitiva
4	Estación Compresoras Cuichapa		Planta Deshidratadora Ágata **		4	7.055	GDO	Operando
5	Estación Compresoras Cuichapa		CPG La Venta		18	34.875	GDO	Operando
6	Batería Lacamango		Batería Cuichapa 2		6	4.625	OLD	Operando
7	Batería Cuichapa 2		Planta Deshidratadora Ágata		8	8.048	OLD	Operando
8	Planta Deshidratadora Ágata		Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa		10	7.784	SDO	Operando
9	TDD Cuichapa 345***		Pozo Lacamango 129		6	7.133	LBN	Operando

* Ducto con destino final la Estación Compresoras Cuichapa. ** Ducto con destino final la Planta Deshidratadora El Plan. *** Ducto con origen en la Estación Compresoras Cuichapa.

Fuente: Archivo en formato kmz Ductos_CNH_R01_L03_2015 (CNH).

Con base al análisis documental realizado, se encontró que dentro del área territorial del CCP se contemplan 533 registros de ductos, de los cuales se descartaron 4 ductos (03 identificados fuera del CCP y sin interacción con éste, además de 01 ducto sin evidencia en campo de su existencia en el CCP), quedando un total de 529 registros identificados en base a las siguientes categorías: 139 acueductos, 7 gasoductos, 6

oleoductos, 10 saloductos, 166 líneas de bombeo neumático, 166 líneas de descarga y 35 líneas de inyección de agua.

Tabla 41. Relación de ductos identificados dentro del área territorial del Campo Cuichapa Poniente, del Inventario, proporcionado por la CNH.

Tipo de ducto	Operación	Fuera de operación temporal	Fuera de operación definitiva	Sin información	Subtotal
Acueducto	1	0	138	0	139
Gasoducto	5	1	1	0	7
Oleoducto	2	0	4	0	6
Saloducto	6	4	0	0	10
Línea de bombeo neumático	7	1	158	0	166
Línea de descarga	7	2	152	5	166
Línea de inyección de agua	0	0	35	0	35
Totales	**28**	**8**	**488**	**5**	**529**

Fuente: Archivos CUICHAPA_CENSO_Ductos, LDD y Lineas de Descarga Inventario_ac7_103, (CNH).

De acuerdo al estatus operativo establecido en la información de referencia, del total de 529 registros se tienen 28 ductos operativos, 8 fuera de operación temporal, 488 fuera de operación definitiva y 5 sin información.

De los 529 ductos registrados por la CNH, durante los recorridos de campo se visitaron los 28 ductos con estatus de operación y los 8 señalados fuera de operación; asimismo, se realizaron recorridos con los operadores de la empresa Servicios de Extracción Petrolera Lifting de México por las diferentes instalaciones de producción e infraestructura de apoyo para verificar la salida y llegada de ductos en las mismas, identificándose 73 ductos de los cuales 17 se encuentran desmantelados y de los 56 ductos existentes en el CCP, la CNH no cuenta con registro de 17.

Cabe mencionar que en el año 2011 PEMEX contrató a una compañía para retirar la tubería de los ductos fuera de operación definitiva, es por ello la diferencia de los ductos registrados por la CNH y los existentes en el CCP recorridos por GBN-AS.

Tabla 42. Tipo de ductos y su estatus operativo con base en las visitas de campo realizadas por GBN-AS en el el Campo Cuichapa Poniente.

Tipo de ducto	Operación	Fuera de operación	Desmantelada	Subtotal
Gasoducto	8	1	1	10
Oleoducto	2	0	0	2
Saloducto	10	2	4	16
Línea de bombeo neumático	9	5	8	22
Línea de descarga	14	5	4	23
Totales	43	13	17	**73**

Tabla 43. Relación de ductos visitados en el Campo Cuichapa Poniente durante recorridos de GBN-AS.

No.	Tipo	Origen	[redacted]	Destino	[redacted]	Ø "	Longitud km	Fecha de visita	Estatus	
									CNH	GBN AS
1	LDD	Cuichapa 187		Batería de Separación Cuichapa 2		3	0.827	29/08/2016	Fuera de Operación	Operación*
2	LDD	Cuichapa 213		Batería de Separación Cuichapa 2		3	3.067	29/08/2016	Operación	Operación
3	LDD	Cuichapa 346		Batería de Separación Cuichapa 2		3	0.314	29/08/2016	Fuera de Operación	Fuera de Operación
4	LDD	Cuichapa 352		Batería de Separación Cuichapa 2		3	0.691	29/08/2016	Fuera de Operación	Fuera de Operación
5	LBN	Estación de Bombeo Neumático 11		Cuichapa 187		2	0.485	29/08/2016	Fuera de Operación	Fuera de Operación
6	LBN	Estación de Bombeo Neumático 11		Cuichapa 346		2	0.277	29/08/2016	Fuera de Operación	Fuera de Operación
7	LBN	Estación de Bombeo Neumático 11		Cuichapa 373		2	Sin datos	29/08/2016	Operación	Operación
8	LBN	Interconexión Km 1 + 578 LBN Cuichapa 373		Cuichapa 213		2	1.236	29/08/2016	Operación	Operación
9	LBN	TDD Cuichapa 323		TDD Cuichapa 345		6	1.232	29/08/2016	Operación	Operación
10	SDO	Estación de Inyección de Agua C		Cuichapa 197		3	0.278	29/08/2016	Fuera de Operación Temporal (empacado)	Operación
11	SDO	Estación de Inyección de Agua C		Cuichapa 224		3	0.81	29/08/2016	Fuera de Operación Temporal (empacado)	Operación
12	LDD	Cuichapa 373		Batería de Separación Cuichapa 2		3	2.198	29/08/2016	Operación	Operación
13	LDD	Cuichapa 128		Batería de Separación Cuichapa 2		3	0.708	30/08/2016	Operación	Operación
14	LDD	Cuichapa 504		Inter LDD Cuichapa 128		3	Sin datos	30/08/2016	Operación	Operación
15	LDD	Cuichapa 505		Batería de Separación Cuichapa 2		3	1.2	30/08/2016	Operación	Operación
16	LDD	Cuichapa 331		Inter LDD Cuichapa 505		3	Sin datos	31/08/2016	Operación	Operación
17	LDD	Cuichapa 513		Batería de Separación Cuichapa 2		3	1.486	30/08/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
18	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 128		2	0.465	30/08/2016	Operación	Operación
19	LBN	Inter LBN Cuichapa 128		Cuichapa 504		2	Sin datos	30/08/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
20	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 331		2	0.35	30/08/2016	Fuera de Operación Definitiva	Desmantelada
21	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 505		2	0.586	30/08/2016	Operación	Operación
22	LBN	Inter LBN Cuichapa 505		Cuichapa 331		2	Sin datos	30/08/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación

No.	Tipo	Origen	[redacted]	Destino	[redacted]	Ø "	Longitud km	Fecha de visita	Estatus	
									CNH	GBN AS
23	GDO	Batería de Separación Cuichapa 2		Estación Compresoras		16	1.551	30/08/2016	Operación	Operación
24	GDO	Batería de Separación Cuichapa 2		Quemador Estación Compresoras		12	Sin datos	30/08/2016	No existe en Base de Datos CNH	Fuera de Operación
25	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 181		3	0.82	30/08/2016	Operación	Operación
26	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 182		3	0.939	30/08/2016	Operación	Operación
27	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 339		3	0.71	30/08/2016	Operación	Operación
28	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 397		3	0.251	30/08/2016	Fuera de Operación Temporal (empacado)	Fuera de Operación
29	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 325		3	0.249	30/08/2016	Fuera de Operación Temporal (empacado)	Fuera de Operación
30	SDO	Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa		Estación de Inyección de Agua B		12	1.071	30/08/2016	Operación	Operación
31	LDD	Cuichapa 364		Inter LDD Cuichapa 187		3	Sin datos	13/10/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
32	LDD	Cuichapa 367		Inter LDD Cuichapa 373		3	Sin datos	13/10/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
33	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 142		2	Sin datos	10/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Desmantelada
34	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 328		2	0.45	10/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
35	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 336		2	Sin datos	10/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Desmantelada
36	GDO	Batería de Separación Cuichapa 3		Estación Compresoras		16	1.9	12/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
37	GDO	Estación Compresoras		Quemador Estación Compresoras		8	Sin datos	12/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
38	GDO	Estación Compresoras		Piloto Quemador Estación Compresoras		2	Sin datos	12/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
39	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 141		2	Sin datos	14/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Fuera de Operación
40	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 144		2	0.33	14/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
41	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 327		2	0.43	14/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Fuera de Operación
42	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 330		2	0.34	14/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
43	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 338		2	0.33	14/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
44	OLD	Batería de Separación Cuichapa 2		Planta Deshidratadora Ágata		8	8.048	14/11/2016	Operación	Operación

No.	Tipo	Origen	[redacted]	Destino	[redacted]	Ø "	Longitud km	Fecha de visita	Estatus	
									CNH	GBN AS
45	SDO	Planta Deshidratadora Ágata		Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa		10	7.784	14/11/2016	Operación	Operación
46	LBN	Estación de Bombeo Neumático 8		Cuichapa 500		2	Sin datos	15/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Desmantelada
47	GDO	Batería de Separación Moloacán 3		Ex Batería de Separación Cuichapa 1**		20	21.744	16/11/2016	Fuera de Operación (empacada)	Operación
48	GDO	Ex Batería de Separación Cuichapa 1**		Estación Compresoras		16	1.373	16/11/2016	Operación	Operación
49	GDO	Estación Compresoras		Planta Deshidratadora Ágata		4	7.055	16/11/2016	Operación	Operación
50	GDO	Estación Compresoras		Centro de Procesamiento de Gas La venta		18	34.875	16/11/2016	Operación	Operación
51	SDO	Estación de Inyección de Agua C		Cuichapa 333		3	1.265	18/11/2016	Operación	Operación
52	SDO	Estación de Inyección de Agua C		Cuichapa 344		3	Sin datos	18/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Operación
53	SDO	Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa		Estación de Inyección de Agua C		12	Sin datos	18/11/2016	Operación	Operación
54	LBN	Estación Compresoras		TDD Cuichapa 323		6	1.495	18/11/2016	Operación	Operación
55	LBN	TDD Cuichapa 345		Lacamango 129		6	7.133	20/11/2016	Operación	Operación
56	GDO	Batería de Separación Lacamango		Batería de Separación Cuichapa 2		20	4.679	19/11/2016	Operación	Operación
57	OLD	Batería de Separación Lacamango		Batería de Separación Cuichapa 2		6	4.625	19/11/2016	Operación	Operación
58	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 156		3	0.1	20/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
59	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 157		3	0.38	20/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
60	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 313		3	0.55	20/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
61	SDO	Estación de Inyección de Agua B		Cuichapa 396		3	0.18	20/11/2016	Fuera de Operación Definitiva (empacado)	Desmantelada
62	LDD	Cuichapa 106 D		Batería de Separación Cuichapa 1		3	Sin datos	21/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Desmantelada
63	LDD	Cuichapa 101		Batería de Separación Cuichapa 2		3	2.736	21/11/2016	Operación	Operación*
64	LDD	Cuichapa 107		Inter LDD Cuichapa 101		3	Sin datos	21/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Fuera de Operación
65	LDD	Cuichapa 124		Batería de Separación Cuichapa 1		3	1	21/11/2016	Fuera de Operación (desmantelada)	Desmantelada
66	LDD	Cuichapa 124 D		Inter LDD Cuichapa 502		3	Sin datos	21/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación

No.	Tipo	Origen	[redacted]	Destino	[redacted]	Ø "	Longitud km	Fecha de visita	Estatus	
									CNH	GBN AS
67	LDD	Cuichapa 500		Batería de Separación Cuichapa 1		3	0.57	21/11/2016	Fuera de Operación (desmantelada)	Desmantelada
68	LDD	Cuichapa 502		Inter LDD Cuichapa 101		3	Sin datos	21/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Operación
69	LDD	Cuichapa 141		Batería de Separación Cuichapa 2		3	0.48	22/11/2016	Fuera de Operación (desmantelada)	Operación
70	LBN	Estación de Bombeo Neumático 11		Cuichapa 167		2	Sin datos	22/11/2016	Fuera de Operación Temporal (empacado)	Fuera de Operación
71	LDD	Cuichapa 167		Batería de Separación Cuichapa 2		3	Sin datos	22/11/2016	Fuera de Operación Temporal (empacado)	Fuera de Operación
72	LDD	Cuichapa 401		Inter LDD Cuichapa 167		3	Sin datos	22/11/2016	No existe en Base de Datos CNH	Fuera de Operación
73	LDD	Cuichapa 343		Batería de Separación Cuichapa 2		3	Sin datos	22/11/2016	Fuera de Operación (desmantelada)	Desmantelada

* LDD con estatus en operación debido a que se le interconecta la LDD de un pozo productor.

** Gasoducto con origen en la Batería de Separación Moloacán 3 y destino final la Estación de Compresoras Cuichapa, en la Ex Batería Cuichapa 1 llega a un juego de válvulas donde se reduce su diámetro para añadir presión y continua su trayecto.

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

8.1.2.1.4 Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras.

Durante el análisis cartográfico y de imagen satelital, de manera complementaria se identificaron 20 instalaciones de infraestructura asociada a instalaciones petroleras, mismas que fueron verificadas durante los recorridos de campo realizados por GBN-AS; dentro de estas estructuras se identificaron las siguientes: 8 trampas de diablos (TDD de envío y TDD de recepción), 2 estaciones de bombeo neumático (EBN), 2 estaciones de inyección de agua (EIA), 4 pozos de captación de agua (PCA) y una sub estación eléctrica (SE), entre otras.

De igual forma, esta infraestructura fue georreferenciada para su inclusión en el Mapa de Infraestructura del CCP. La relación de la infraestructura asociada se enlista a continuación.

Tabla 44. Relación de Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras, identificada por personal de GBN-AS en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Tipo	Nombre de la infraestructura	Estatus	[redacted]	Instalación asociada	Observaciones
1	VS	Válvula de seccionamiento 8" Ø Batería Cuichapa 2 - Planta Deshidratadora Ágata	Operación		Batería de Separación Cuichapa 2	----
2	TDDr	Trampa de diablos (recepción) gasoducto de 20" Ø de la Batería Lacamango a la Batería Cuichapa 2	Operación		Batería de Separación Cuichapa 2	----
3	TDDe	Trampa de diablos (envío) oleoducto de 8" Ø de la Batería Cuichapa 2 a la Planta Deshidratadora Ágata	Operación		Batería de Separación Cuichapa 2	----
4	TDDr	Trampa de diablos (recepción) oleoducto de 6" Ø de la Batería Lacamango a la Batería Cuichapa 2	Operación		Batería de Separación Cuichapa 2	----
5	TDDe	Trampa de diablos (envío) gasoducto de 4" Ø de la Estación Compresoras Cuichapa a la Planta Deshidratadora Ágata	Operación		Estación Compresoras Cuichapa	----
6	Q	Quemador de la Estación Compresoras Cuichapa	Operación		Estación Compresoras Cuichapa	----
7	SE	Subestación Eléctrica Mina 2 Cuichapa	Operación		Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa	----
8	TDDr	Trampa de diablos (recepción) gasoducto de 20" Ø de la Batería Moloacán a la Ex Batería Cuichapa 1	Fuera de operación		Ex Batería Cuichapa 1	La Ex Batería Cuichapa 1 se encuentra desmantelada
9	TDDe	Trampa de diablos (envío) gasoducto de 16" Ø de la Batería Cuichapa 1 a la Estación Compresoras Cuichapa	Fuera de operación		Ex Batería Cuichapa 1	La Ex Batería Cuichapa 1 se encuentra desmantelada
10	EIA	Estación B Inyección de Agua	Operación		Pozo Cuichapa 156	----
11	EIA	Estación C Inyección de Agua	Operación		Pozo Cuichapa 353	----
12	EBN	Estación de Bombeo Neumático No. 8	Operación		Pozo Cuichapa 334	----

No.	Tipo	Nombre de la infraestructura	Estatus	[redacted]	Instalación asociada	Observaciones
13	EBN	Estación de Bombeo Neumático No. 11	Operación		Pozo Cuichapa 166	----
14	TDDe	Trampa de diablos (envío) gasoducto de 8" Ø del pozo Cuichapa 323 al pozo Cuichapa 345	Operación		Pozo Cuichapa 323	----
15	TDDe	Trampa de diablos (envío) gasoducto de 6" Ø del pozo Cuichapa 345 al pozo Lacamango 129	Operación		Pozo Cuichapa 345	----
16	PCA	Pozo de Captación de Agua 1	Fuera de operación		Macropera pozo Cuichapa 325	Se encuentra desmantelado
17	PCA	Pozo de Captación de Agua 2	Fuera de operación		Pozo Cuichapa 333	Se encuentra desmantelado
18	PCA	Pozo de Captación de Agua 3	Fuera de operación		Pozo Cuichapa 339	Se encuentra desmantelado
19	PCA	Pozo de Captación de Agua 6	Operación		Pozo Cuichapa 350	----
20	PTBQ	Patio de Tuberías y Bodega de Productos Químicos	----		----	Se encuentra parcialmente incluida dentro del límite territorial del CCP y está fuera de operación

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

Dentro de esta infraestructura, también se ubicó la unidad administrativa denominada "La Factoría Cuichapa" de Petróleos Mexicanos, cuyas coordenadas de ubicación obtenidas en campo por GBN-AS son las siguientes.

Tabla 45. Unidades administrativas de petróleos mexicanos ubicadas en el Campo Cuichapa Poniente.

Nombre de la instalación	Tipo de instalación	[redacted]
La Factoría	Administrativa	

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

Es importante señalar que esta instalación no se encontraba incluida dentro de la información referida por la CNH contenida en el Anexo 5.

8.1.2.2 Infraestructura no asociada a la industria petrolera.

La identificación de actividades e infraestructura no asociada a la industria petrolera en un contexto regional, se realizó en la Región denominada Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos y Tonalá, la cual cuenta con una alta densidad de industrias instaladas en los municipios de Coatzacoalcos, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Ixhuatlán del Sureste, Agua Dulce, Cosoleacaque, Minatitlán y Moloacán.

Como resultado del análisis y consulta de información de fuentes oficiales y registros de actividades económicas, se observó que dentro de la región se encuentran instaladas 40 industrias, cuyos ramos varían entre los de la industria química, petróleo

y petroquímica, alimenticia y/o de consumo humano, metalúrgica (incluyendo la siderúrgica), servicios de salud y asistencia y otros.

En este sentido en cuanto a la infraestructura no asociada a la industria petrolera, en la región se identificaron 20, la ciudad con mayor número de industrias es Coatzacoalcos con 10 industrias, el resto están distribuidas en Minatitlán, Cosoleacaque, Agua Dulce, Ixhuatlán del Sureste, Jaltipan y Nanchital.

Además de la utilización de la cartografía e imagen satelital para la identificación de la infraestructura no asociada a actividades petroleras, durante los recorridos de campo realizados por personal de GBN-AS, se identificó infraestructura de servicios que por sus dimensiones no pudo ser detectada por la imagen satelital, además de aquella que fue referida por comunicación personal con los habitantes y/o autoridades de las localidades del CCP.

Dentro de la infraestructura no asociada a la industria petrolera en el ámbito local, se reportan 43 instalaciones que fueron categorizadas de acuerdo a la naturaleza de las funciones, uso o servicio que proporcionan a la comunidad, tales como: administrativas, de servicios públicos, de servicios médicos, comerciales, instituciones educativas y áreas recreativas, entre otras.

A continuación, se presenta la relación de la infraestructura no asociada a la industria petrolera presente en el CCP.

Tabla 46. Relación de Infraestructura no asociada a instalaciones petroleras, identificada por personal de GBN-AS en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Nombre de la infraestructura	Utilidad	[redacted]	Localización
1	Departamento de Obras Públicas	Administrativo		Villa Cuichapa
2	Agencia Municipal	Administrativo		San Lorenzo Mexcalapa
3	Mercado Municipal	Comercio		Villa Cuichapa
4	Salón de Usos Múltiples	Diversos		Villa Cuichapa
5	Oficina de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento	Administrativo		Villa Cuichapa
6	Clínica del Sector Salud	Servicio Médico		Villa Cuichapa
7	Consultorio Periférico de Petróleos Mexicanos	Servicio Médico		Villa Cuichapa
8	Panteón Municipal	Servicios Públicos		Villa Cuichapa
9	Rastro Municipal	Servicios Públicos		Villa Cuichapa
10	Basurero Municipal	Servicios Públicos		Villa Cuichapa
11	Instalaciones del 44° Batallón de Infantería	Instalación Militar		Villa Cuichapa
12	Periódico 60 Minutos	Comunicación		Villa Cuichapa
13	Estación de Servicio 8418 Gasolinera	Suministro de Combustibles		Villa Cuichapa

No.	Nombre de la infraestructura	Utilidad	[redacted]	Localización
14	Estación de Servicio Gasera	Suministro de Combustibles		Villa Cuichapa
15	Planta de Bombeo No. 2 (CONAGUA)	Suministro de agua		Tlacuilolapan
16	Sub Estación Eléctrica CFE	Suministro de energía eléctrica		San Lorenzo Mexcalapa
17	Pozo 3C Junta Municipal de Agua y Saneamiento	Suministro de agua		Villa Cuichapa
18	Pozo 3D Junta Municipal de Agua y Saneamiento	Suministro de agua		Villa Cuichapa
19	Pozo 3E Junta Municipal de Agua y Saneamiento	Suministro de agua		Villa Cuichapa
20	Pozo 3A1 -3A2 Junta Municipal de Agua y Saneamiento	Suministro de agua		Villa Cuichapa
21	Pozo San Lorenzo Mexcalapa Junta Municipal de Agua y Saneamiento	Suministro de agua		San Lorenzo Mexcalapa
22	Terminal de Autobuses	Transporte		Villa Cuichapa
23	Parroquia	Religioso		Villa Cuichapa
24	Biblioteca de Petróleos Mexicanos	Educativo		Villa Cuichapa
25	Jardín de Niños	Educativo		Villa Cuichapa
26	Jardín de Niños	Educativo		San Lorenzo Mexcalapa
27	Escuela Primaria Artículo 123	Educativo		Villa Cuichapa
28	Escuela Primaria	Educativo		San Lorenzo Mexcalapa
29	Escuela Primaria Lázaro Cárdenas del Río	Educativo		Villa Cuichapa
30	Escuela Primaria Miguel Alemán Valdez	Educativo		Villa Cuichapa
31	Escuela Secundaria Alfonso G. Alarcón	Educativo		Villa Cuichapa
32	Escuela de Bachilleres	Educativo		Villa Cuichapa
33	Colegio de Bachilleres COBAEV 44	Educativo		Villa Cuichapa
34	Parque Benito Juárez	Recreativo		Villa Cuichapa
35	Explanada	Recreativo		San Lorenzo Mexcalapa
36	Cancha de Futbol Rápido	Deportivo		Villa Cuichapa
37	Campo de Béisbol	Deportivo		Villa Cuichapa
38	Oficina de la Sección 16 del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana	Administrativo		Villa Cuichapa
39	Auditorio de la Sección 16 del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana	Diversos		Villa Cuichapa
40	Salón de Jubilados de la Sección 16 del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana	Diversos		Villa Cuichapa
41	Oficina del Sindicato de la CTM Residencia Villa Cuichapa	Administrativo		Villa Cuichapa
42	Oficina del Sindicato de la CTM del Municipio de Moloacán, Ver. Reg.Est.1729/998	Administrativo		Villa Cuichapa
43	Banco de materiales MADISA	Extractiva		San Martín

Fuente: GBN-AS (2016). Base de Datos de Instalaciones Petroleras para el Estudio LBA del CCP.

De acuerdo con la relación presentada, del total de 43 instalaciones no asociadas a la industria petrolera destacan las siguientes: 10 instituciones educativas (01 biblioteca, 02 jardines de niños, 04 escuelas primarias, 01 secundaria y 02 preparatorias); 06 instalaciones administrativas; 06 instalaciones para suministro de agua; 03 instalaciones de servicios públicos; 03 instalaciones de usos diversos y 02 instalaciones de servicios médicos y un banco de materiales, aunque este último pertenece al Ejido San Martín y sólo una pequeña porción se encuentra en la parte SW del CCP.

Anexo 6. Mapa de infraestructura. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.2.3 Análisis e interpretación de resultados obtenidos.

El análisis e interpretación de resultados se realiza sobre el contexto particular de la infraestructura existente dentro del CCP y se presenta de acuerdo al arreglo estructural de la información contenida en el presente apartado, de tal manera que está organizada de la siguiente manera:

- Identificación de la infraestructura existente.
- Pozos petroleros.
- Instalaciones petroleras.
- Ductos.
- Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras.
- Infraestructura no asociada a la industria petrolera.

8.1.2.3.1 Identificación de la infraestructura existente.

Con la finalidad de identificar la infraestructura existente, tanto a nivel regional como local, asociada a la industria petrolera o no asociada y su interrelación con el CCP, se recurrió a la información de base proporcionada por la CNH, a consulta de fuentes oficiales de información, así como a la interpretación de cartas topográficas y de imagen satelital.

Como resultado de esta revisión y consulta, en primera instancia se realizó la conversión de las coordenadas de ubicación de las instalaciones petroleras presentes en el CCP proporcionadas por la CNH CCP, del sistema de coordenadas geográficas al sistema de coordenadas UTM WGS84 con la intención de elaborar mapas de localización, así como de convertirlas a formatos shape y kmz para facilitar la rápida consulta y la navegación en campo durante los recorridos de localización y verificación de las condiciones físicas y operativas de las instalaciones petroleras.

En segunda instancia, la identificación de la infraestructura no asociada a la industria petrolera, se llevó a cabo mediante el análisis e interpretación de cartas topográficas, así como de la imagen de satélite.

En ambos casos, la información fue corroborada y complementada con los datos obtenidos durante los recorridos de campo, de tal forma que como producto final se elaboró el Mapa de Infraestructura del CCP.

8.1.2.3.2 Pozos petroleros.

Con base en la información proporcionada por la CNH, se encontró un total de 263 registros de pozos petroleros, correspondientes a 16 pozos en operación, 111 cerrados y 136 taponados, sin embargo, durante el análisis bibliográfico realizado se excluyeron 06 registros debido a que se trataba de información duplicada, quedando el número de pozos a visitar en 257.

Posteriormente, durante los recorridos de campo para verificar la localización y condiciones físicas, operativas y de presencia de contaminación, se localizó el pozo Cuichapa 131 no incluido en el Anexo 5. Inventario de Activos, por lo que el número final de pozos visitados fue de 258.

Es importante señalar que, durante los recorridos de campo, se ubicaron 2 pozos petroleros referenciados el Anexo 5. Inventario de Activos, fuera de los límites territoriales del CCP, correspondiendo al Acalapa 7 y Tlacuilolapa 105.

Condiciones físicas y operativas de pozos petroleros.

En relación a las condiciones físicas y operativas que presentan los pozos petroleros del CCP, durante las visitas de campo se aplicó el formato Ficha de Campo para Pozos F-SEA-004, calificando 39 rubros, los cuales correspondían a 24 rubros de condiciones operativas y 15 rubros de presencia de contaminación.

Es de relevancia mencionar que, para el análisis estadístico, sólo se consideraron 239 pozos petroleros localizados, excluyéndose de este análisis a 19 pozos no localizados en campo.

Con base en los resultados obtenidos de los 24 rubros aplicados para determinar las condiciones físicas y operativas de los pozos petroleros, se encontró que el 55.23% de los caminos de acceso a los pozos están en buenas condiciones; 63.18% de las plataformas se encuentra en buenas condiciones de compactación; el 65.69% presenta presas de terracería en la periferia y el 64.02% son utilizadas como paso obligado hacia potreros u otros caminos.

Por otra parte, el 100% de las plataformas no cuenta con señalamiento que indique el nombre del pozo; el 90.79% de las plataformas no cuenta con puerta de acceso y guardaganado; el 95.40% de las plataformas no se encuentran debidamente delimitadas; el 93.31% de las plataformas presentan maleza; el 53.97% de los contrapozos no cuentan con protección (rejilla y barandal).

Presencia de contaminación en pozos petroleros.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en cuanto a la presencia de contaminación en los 230 pozos petroleros y sus plataformas, se tiene que el 87.45% de las plataformas no presenta manchas de hidrocarburos, combustibles o lubricantes; sólo el 15.06% de los pozos presentan presas de terracería con hidrocarburo intemperizado, semi intemperizado o con iridiscencias; el 91.63% de las plataformas no presentó hidrocarburos en su periferia; el 98.74% de las localizaciones no presentaron residuos peligrosos dentro de la plataforma y el 99.58% de ellas no presentaron emanaciones naturales en su periferia.

En contraste, los altos valores obtenidos dentro del calificativo No Aplica para los rubros 27, 30, 32 y 35, se debe a que la mayoría de los pozos no cuentan con quemador, presa metálica, tanque a boca de pozo ni mejorador de flujo.

8.1.2.3.3 Instalaciones de producción.

En cuanto a la infraestructura de producción operativa presente en el CCP, se identificaron a la Batería de Separación Cuichapa 2, Estación Compresoras Cuichapa y Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa.

Las tres instalaciones operativas tienen interacción con infraestructura petrolera de producción de los campos: Moloacán, Ágata, Lacamango, La Venta y El Plan; esta interacción se da principalmente mediante del flujo de hidrocarburos y otros fluidos, a través de gasoductos, oleoductos, saloductos y líneas de bombeo neumático.

Asimismo, se identificaron 3 instalaciones fuera de operación, las cuales corresponden a la Batería de Separación Cuichapa 1, Batería de Separación Cuichapa 3 y Batería de Separación Acalapa, cuya situación actual es la siguiente: B.S Cuichapa 1 está desmantelada; B.S Acalapa semi desmantelada y la B.S Cuichapa 3 en proceso de urbanización, ya que el terreno ocupado fue devuelto a la localidad Villa Cuichapa una vez que la instalación fue desmantelada.

Condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras.

Para identificar las condiciones físicas, operativas y de presencia de contaminación de la infraestructura de producción identificada en el CCP, se aplicó el formato F-SEA-003 Ficha de Campo para Instalaciones, conteniendo 31 rubros: 23 de condiciones físicas-operativas y 8 de presencia de contaminación. El análisis de resultados se realizó considerando su estatus operativo, de tal modo que se diferenciaron las instalaciones operativas de las no operativas.

Instalaciones operativas. De los resultados obtenidos de las visitas de verificación a las instalaciones en operación, en cuanto a condiciones físicas y operativas se refiere, se tiene que el 100% de estas, tienen caminos de acceso en buenas condiciones,

cuentan con puerta de acceso, barda perimetral y sus plataformas se encuentran en buenas condiciones, así como sus tanques de almacenamiento cuentan con nomenclatura de identificación.

En comparación, el 100% de las instalaciones no cuenta con salida de emergencia y el 66.67% de las instalaciones no cuenta con red de contra incendio, no cuenta con cono de vientos y se encuentra con maleza en su interior.

Instalaciones fuera de operación. La revisión en campo de las condiciones físicas y operativas de las instalaciones fuera de operación, arrojo los siguientes resultados: el 100% de los caminos de acceso a las instalaciones se encuentran en buenas condiciones, mientras que el 100% de ellas no cuentan con letrero de identificación, no tienen barda perimetral y se encuentran con maleza.

Es importante señalar que, de forma oficial, no pudieron establecerse las fechas en que dichas instalaciones dejaron de operar.

Presencia de contaminación en instalaciones petroleras.

Instalaciones operativas. En cuanto a la verificación de presencia de contaminación de las instalaciones en operación, se tiene que las 3 instalaciones (100%) presentan el área del tanque de almacenamiento sin contaminación, no presentan residuos peligrosos ni emanaciones naturales en la periferia.

Por el contrario, el 100% de las instalaciones presenta tubería o chatarra hacia el interior de las mismas y el 66.67% de ellas presentan contaminación en el área de bombeo (B.S. Cuichapa 2 y la PIAC Cuichapa) y residuos sólidos al interior (PIAC Cuichapa y la Estación Compresoras Cuichapa).

Instalaciones fuera de operación. De los rubros aplicados durante la verificación de condiciones de presencia de contaminación, se destacan los siguientes: el 100% de las instalaciones no presenta emanaciones naturales en su periferia; el 66.67% de las instalaciones presenta manchas de hidrocarburo, combustibles o lubricantes y tubería o chatarra en su interior (B.S. Cuichapa 1 y la Batería Acalapa); el 33.33% presenta el área del tanque de almacenamiento contaminada, residuos peligrosos y sólidos dentro y fuera del área de la instalación (Batería Acalapa).

8.1.2.3.4 Ductos.

Con base en la información proporcionada, la CNH considera un universo de 529 ductos registrados para el CCP, categorizados de la siguiente manera 139 acueductos, 7 gasoductos, 6 oleoductos, 10 saloductos, 166 líneas de bombeo neumático, 166 líneas de descarga y 35 líneas de inyección de agua.

En cuanto al estatus operativo de los 529 ductos registrados, 28 ductos se encuentran

operativos, 8 fuera de operación temporal, 488 fuera de operación definitiva y 5 sin información.

Sin embargo, durante los recorridos realizados para la identificación y localización de los ductos registrados, solo se visitaron 73 ductos, de los cuales 23 corresponden a líneas de descarga (14 operativas, 5 fuera de operación y 4 desmanteladas); 22 líneas de bombeo neumático (9 operativas, 5 fuera de operación y 8 desmanteladas); 16 saloductos (10 operativos y 2 fuera de operación y 4 desmanteladas); 2 oleoductos (operando) y 10 gasoductos (8 en operación, 1 fuera de operación y 1 desmantelado), cuyos diámetros variaron entre 2" y 16".

Es importante señalar que el número de ductos recorridos por GBN-AS corresponde a ductos con estatus de operación, fuera de operación y ductos desmantelados de acuerdo a la CNH; de igual forma en campo se visitaron aquellos ductos que de acuerdo a la información levantada en las diversas instalaciones de producción existen dentro del CCP, los recorridos anteriormente señalados fueron llevados a cabo mediante un muestreo aleatorio que nos permitiera contar con la información suficiente para emitir un resultado.

8.1.2.3.5 Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras.

Dentro del CCP y asociada a la infraestructura petrolera, se identificaron 20 instalaciones petroleras, entre las que se encuentran: 8 trampas de diablos, tanto de envío como de recepción; 2 estaciones de bombeo neumático, 2 estaciones de inyección de agua, 4 pozos de captación de agua, 1 subestación eléctrica, 1 quemador, 1 válvula de seccionamiento y 1 patio de servicios.

De estas 20 estructuras, 19 de ellas sirven de apoyo para el desarrollo de las actividades de producción de hidrocarburos, ya sea a través del transporte de hidrocarburos o fluidos, el aporte de sistemas artificiales de producción o el desfogue de excedentes de producción.

En el caso del patio de servicios (patio de tuberías y almacén de productos químicos), como parte de los recorridos de campo, se confirmó que se encuentra fuera de operación, encontrándose únicamente galeras vacías que fueron utilizadas como almacén de químicos.

De igual forma, dentro del campo se identificó una instalación de carácter administrativo, denominada "La Factoría" y perteneciente a Petróleos Mexicanos.

8.1.2.3.6 Infraestructura no asociada a instalaciones petroleras.

La identificación de infraestructura no asociada a la industria petrolera consideró, tanto el análisis de la cartografía e imagen satelital como los recorridos de campo realizados

por GBN-AS en el CCP, de tal forma que se registraron todas aquellas instalaciones de infraestructura de servicios que por sus dimensiones no pudieron ser detectada por la imagen satelital, además de aquella que fue referida por comunicación personal con dependencias y/o autoridades locales del CCP.

Dentro del CCP se localizaron 43 instalaciones que proporcionan diversos servicios a la comunidad, tales como: administrativas, servicios públicos, servicios médicos, comerciales, instituciones educativas y áreas recreativas, entre otras.

Destacan entre estas instalaciones no asociadas a la industria petrolera 10 instituciones educativas (1 biblioteca, 2 jardines de niños, 3 escuelas primarias, 1 secundaria y 2 preparatorias); 6 instalaciones administrativas; 6 instalaciones para suministro de agua; 3 instalaciones de servicios públicos; 3 instalaciones de usos diversos y 2 instalaciones de servicios médicos.

Como dato a resaltar el banco de materiales MADISA, se encuentra en el límite SO del bloque y se dedica a la extracción de arena silica, aunque la mayor parte del banco de materiales se encuentra fuera del bloque, las unidades de transporte del material extraído atraviesan el CCP.

8.1.3 Delimitación del área de estudio.

De acuerdo con el Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015 para la Extracción de Hidrocarburos bajo la Modalidad de Licencia, en su Anexo 1 Coordenadas y Especificaciones del Área Contractual, el CCP presenta una superficie aproximada de 41.464 km^2 y coordenadas geográficas para un polígono con 22 vértices.

Los vértices al ser ingresados al sistema de información geográfica, definieron una superficie real de 41.513 km^2 como área total del CCP, la cual fue referida en su equivalencia de 4,151.32 ha en cada uno de los apartados involucrados.

8.1.4 Medio Abiótico.
8.1.4.1 Geología y geomorfología.
8.1.4.1.1 Características geomorfológicas más importantes del área de estudio.

La zona que nos ocupa, pertenece a la Provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur, la cual es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sur del Golfo de México.

La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de Los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Está representada por áreas que forman parte de dos subprovincias y de una discontinuidad: subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, subprovincia de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños y la discontinuidad fisiográfica de la Sierra de Los Tuxtlas.

La subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, se divide a su vez en tres grandes regiones: los sistemas de Lomeríos del oeste, la Llanura Costera Aluvial propiamente y los Sistemas de Lomeríos del sur y sureste. El CCP se localiza dentro de la Llanura Costera Aluvial (o llanura aluvial costera inundable).

Geomorfológicamente, las llanuras de inundación son áreas adyacentes a corrientes de agua, una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por los ríos; hidrológicamente, está mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por desbordamientos de ríos. Más sencillamente en otras palabras, una llanura de inundación se define como "una franja de tierra relativamente plana, junto a un río y que sufre desborde de las aguas durante las crecidas". Las llanuras aluviales son importantes para el medio ambiente, ya que contribuyen a regular el cauce de un río y limitan la extensión del daño por inundaciones.

8.1.4.1.2 Características del relieve.

En la Planicie Costera de Veracruz, se extiende un paisaje de lomerío suave a localmente ondulado, con 100 a 150 m de altitud, desarrollado sobre areniscas y conglomerados del Mioceno, localmente fracturados. Está constituida en su mayor parte por depósitos de sedimentos recientes (suelos), que cubren gran parte de la secuencia sedimentaria depositada en cuencas marinas del Terciario. Las rocas que afloran en la provincia cubren un lapso geo cronológico que va del Jurásico Superior al Cuaternario (reciente).

En la descripción estratigráfica de la subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, están representados por los depósitos del Mioceno, que sobreyacen en aparente concordancia a las rocas del Oligoceno y están representados por las unidades de lutita–arenisca–conglomerado, arenisca–conglomerado y arenisca, las cuales pertenecen a las formaciones Depósito, Encanto, Concepción, Filisola y Paraje Solo. Las lutitas arenosas, están bien consolidadas y en ocasiones mal estratificadas. Las areniscas con matriz calcáreas, de grano fino, en estratos cuyo espesor varía de 10 a 30 centímetros. Los conglomerados están formados por gravas provenientes de material volcánico, con matriz calcárea. También existen algunas intercalaciones de tobas y arenas no consolidadas. En esta provincia los depósitos están ampliamente distribuidos, su expresión morfológica es de pequeños montículos y de planicies. Se localizan en las localidades de Acayucan, Minatitlán, Xochiapa y Estación Jesús Carranza.

Anexo 7. Mapa - Fisiografía. Campo Cuichapa Poniente.

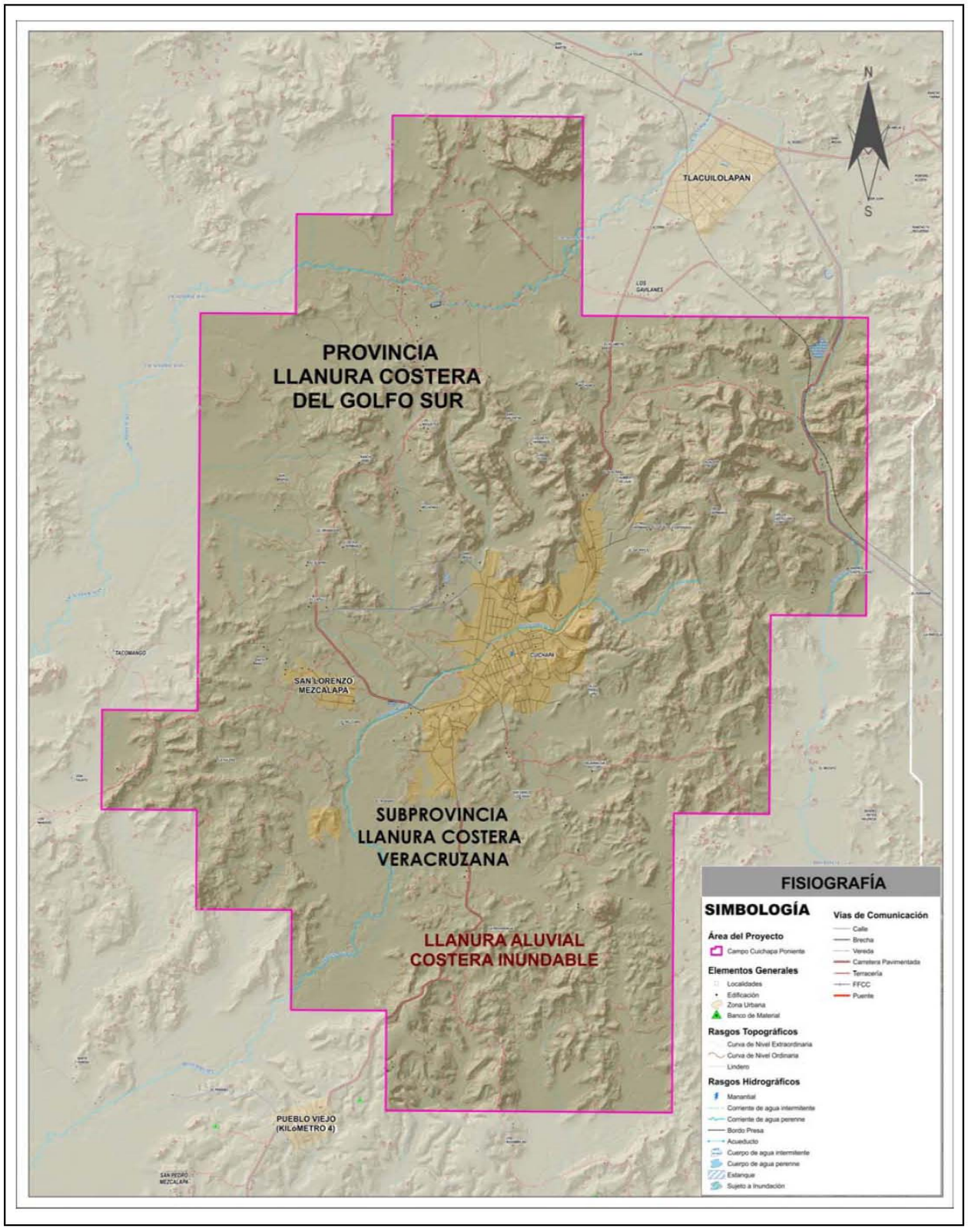


Figura 59. Fisiografía. Campo Cuichapa Poniente.

Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

8.1.4.1.3 Descripción geológica centrada en el área de estudio.

En un contexto geológico regional, el área de estudio forma parte de la Cuenca Terciaria de Veracruz, la cual corresponde a una gran depresión donde se depositaron durante el Terciario, sedimentos terrígenos derivados de la erosión de las rocas carbonatadas del Mesozoico.

Tales depósitos tienen un predominio de areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de lutitas, cuerpos aislados de conglomerados y estratos carbonatados.

Las principales unidades litoestratigráficas que comprenden el período, se encuentran Velasco, Chicontepec, Guayabal, Tantoyuca, Horcones, Chapopote, La Laja, Depósito, Encanto, Concepción y Paraje Solo, cuyos sedimentos actualmente forman la denominada Planicie Costera del Golfo, dentro de la provincia geológica Cuenca Deltáica de Veracruz.

La Cuenca Terciaria de Veracruz ó Cuenca Terciaria del Sureste, es considerada como la más prolífica en producción de aceite y gas en México; se integra por las cuencas Salina del Istmo, Comalcalco, Macuspana y el Pilar Reforma-Akal, con una superficie costa adentro y costa afuera.

La columna geológica del CCP reconoce la presencia de la formación Salina, Méndez, Lutitas Nanchital, Depósito, Encanto, Paraje Solo y Cedral. Las unidades más recientes Paraje Solo y Cedral representan al Plioceno y Plioceno – Pleistoceno respectivamente, encontrándose la primera profusamente distribuida en la Cuenca Salina del Istmo formando conglomerados y areniscas. Cedral con areniscas, lutitas y conglomerados.

En la totalidad del CCP, las unidades de rocas son de tipo sedimentario, constituidas por areniscas y conglomerados e intercalaciones de lutitas y areniscas.

Tabla 47. Superficies por tipo de roca dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Clave	Litología	Superficie ha	Porcentaje %
TplQptAr-Cgp	Arenisca - Conglomerado	1928.69	46.46
TplAr-Lu	Arenisca - Lutita	2094.71	50.46
S/lt	N/A	127.92	3.08
Total		**4,151.32**	**100.00**

Anexo 8. Mapa - Geología. Campo Cuichapa Poniente.

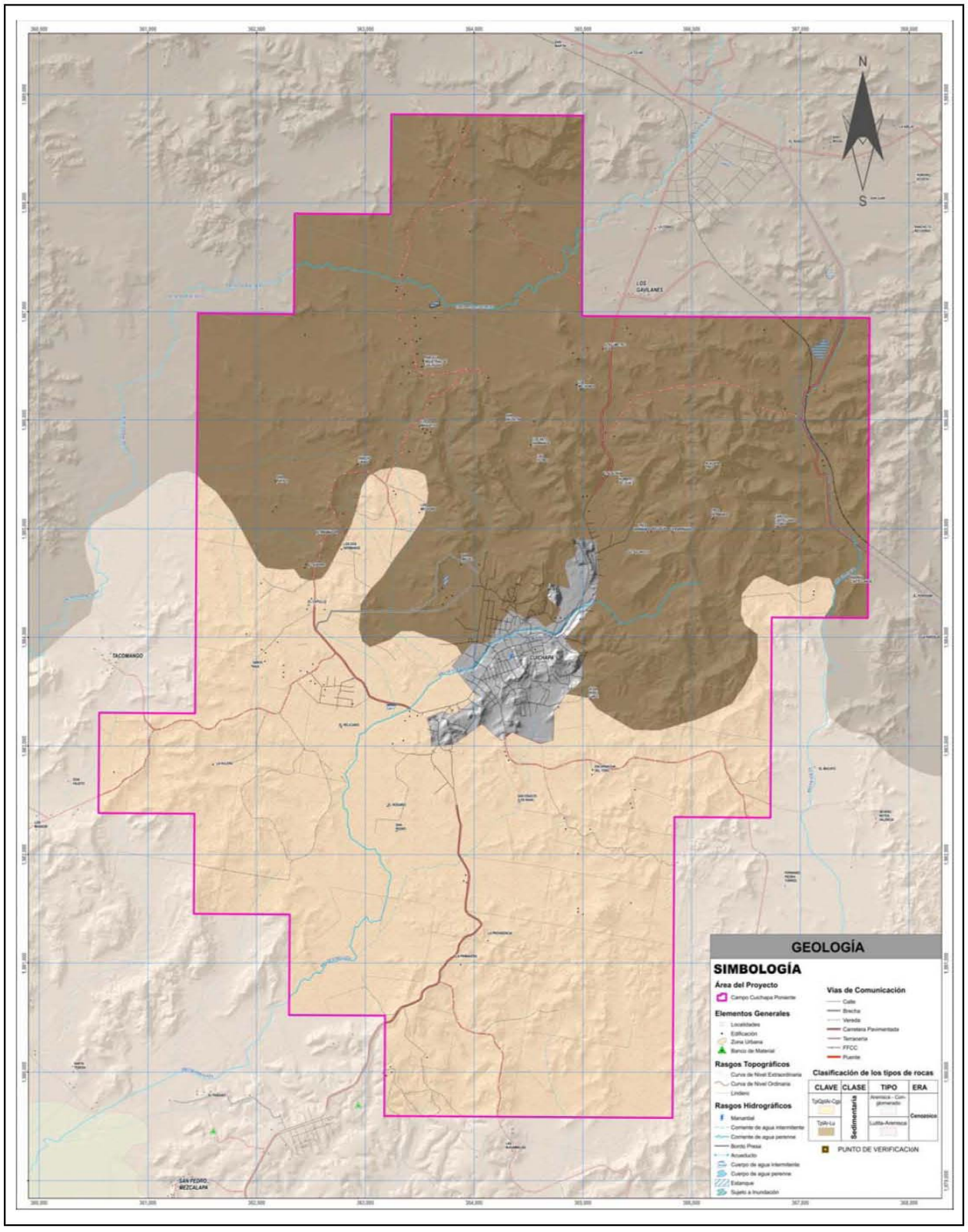


Figura 60. Geología. Campo Cuichapa Poniente.

Fuente: Elaboración propia (2016) con información del Servicio Geológico Mexicano SGM.

La lutita es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. Las areniscas son rocas detríticas sedimentarias dominadas por capas de arenas consolidadas cuyo tamaño oscila ente 2 mm y 0,06 mm de diámetro. Los conglomerados son rocas sedimentarias formadas por consolidación de cantos, guijarros o gravas, de fragmentos superiores a 4 mm, englobados por una matriz arenosa o arcillosa y con un cemento de grano fino que los une (caliza o silícea).

Como parte de la identificación geológica, la cartografía disponible por el SGM de la zona E15-7, señala que el CCP pertenece a la clasificación TplAr-Lu (con una correspondencia INEGI de Tm lu-ar), la cual indica conformación de areniscas y lutitas que dan testimonio de la formación geológica Paraje Solo. El polígono TplQptAr-Cgp del SGM (con correspondencia INEGI de Tm-ar), identificando afloramientos de areniscas y conglomerados dando evidencia de la formación geológica Cedral.

Fotografía 10. Formación Paraje Solo. Cerca de Batería Acapala 1.

Fotografía 11. Formación Cedral. Al norte de Batería Cuichapa 2.

La cuenca Salina del Istmo cuenta con una extensión de alrededor de 15,300 km^2, la cual contiene una gruesa columna sedimentaria de rocas clásticas que en varios sitios se encuentran intrusionados por sal.

En la Cuenca se producen aceites ligeros principalmente a partir de plays que sobreyacen, terminan o subyacen contra la sal alóctona de origen Jurásico que se encuentra formando domos, diapiros y canopies. La columna sedimentaria mesozoica y terciaria se encuentra fuertemente afectada por la presencia de grandes canopies de sal e intrusiones salinas con raíz profunda que dan origen a la deformación y en algunos casos al rompimiento de las estructuras mesozoicas y terciarias. El movimiento de la sal influyó activamente en la sedimentación, dando lugar a la formación de minicuencas por evacuación de sal, donde los sedimentos de edad Plioceno quedan confinados, pudiendo llegar a formar trampas de tipo estratigráfico o mixto.

Basados en la Información cartográfica del Servicio Geológico Mexicano (SGM), se realizó un perfil geológico con una orientación W-E, en la zona del CCP, encontrando solo parte de la columna geológica de la cuenca salina del Istmo.

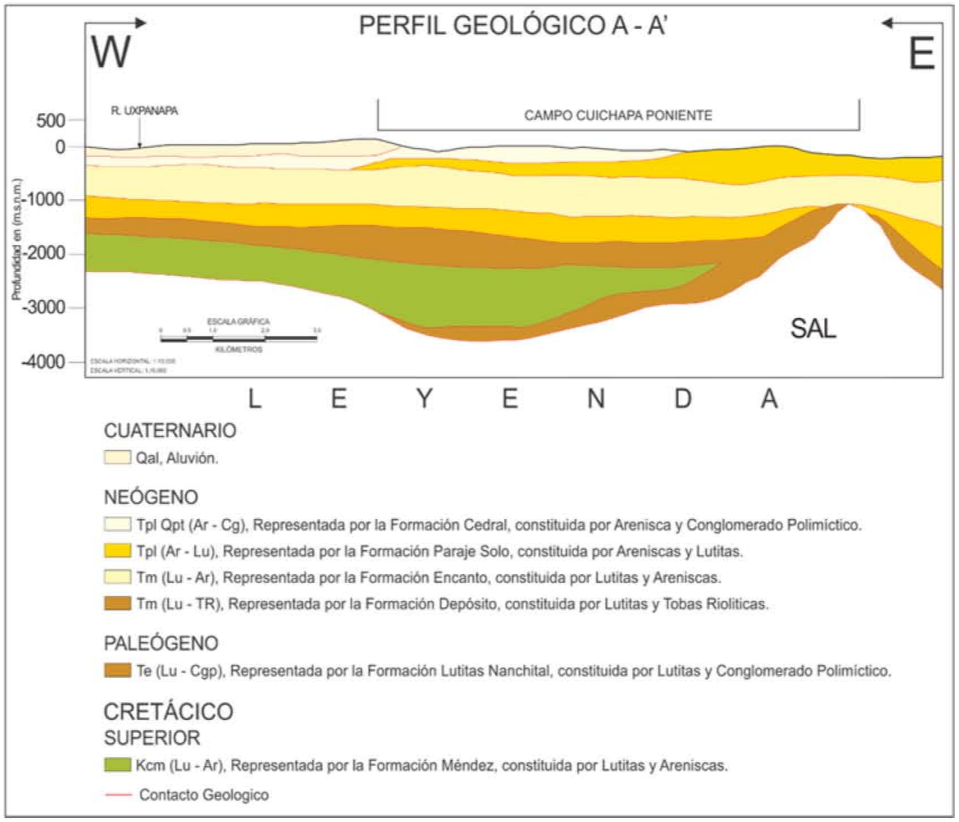


Figura 61. Perfil geológico del Campo Cuichapa Poniente.

Fuente Servicio Geológico Mexicano SGM.

Estratigrafía.

La provincia Salina del Istmo tiene un grueso relleno de sedimentos siliciclásticos intrusionados por sal; en los horizontes arenosos se producen aceites ligeros principalmente a partir de plays que sobreyacen, terminan o subyacen contra la sal alóctona de origen Jurásico.

De acuerdo a Benavides (1956), la secuencia sedimentaria que forma la Cuenca Salina del Istmo, está compuesta por 16 formaciones geológicas, de las cuales 5 son Mesozoicas y las restantes 11 son Cenozoicas.

La columna estratigráfica general de la Cuenca Salina del Istmo está representada en la siguiente figura.

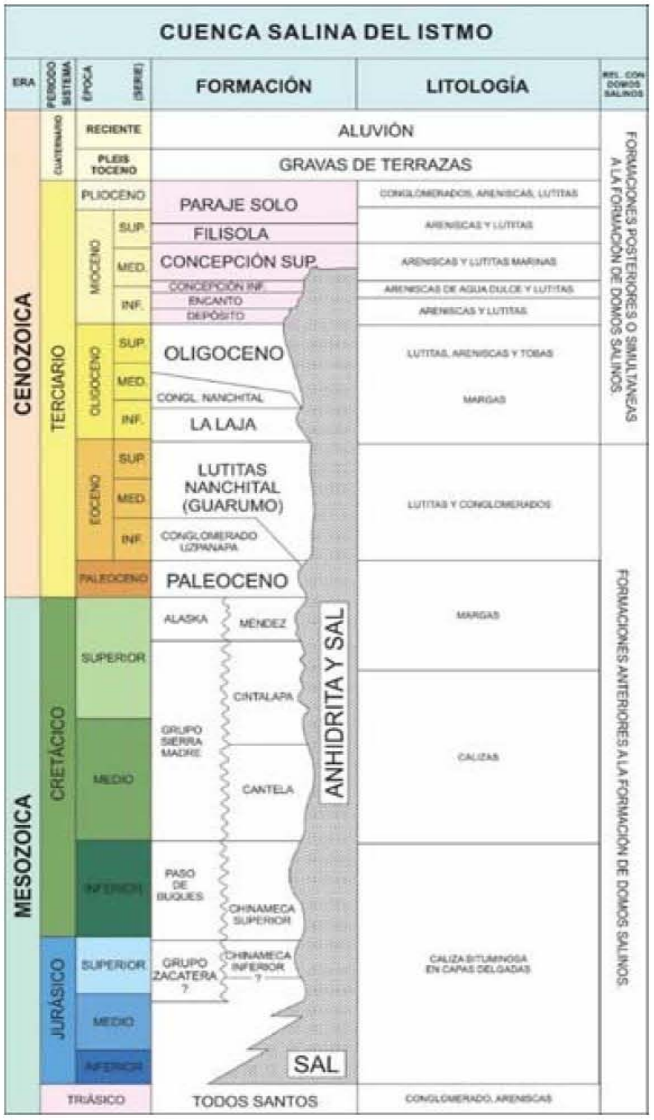


Figura 62. Columna estratigráfica general de la Cuenca Salina del Istmo.

Fuente: Modificado de Evaluación de Formaciones en México, Schlumberger 1984.

Apéndice 7. Formaciones geológicas conforme el Servicio Geológico Minero. Carta Geológico–Minera Minatitlán E15-7.

Cuencas Petroleras del Sureste.

En el contexto de las Cuencas Petroleras de México, nuestra área de estudio se localiza en “Las Cuencas del Sureste”, las cuales evolucionan dentro de un margen pasivo, desde la apertura del Golfo de México en el Jurásico Medio, la instalación y extensión de plataformas de sedimentación carbonatada durante el Cretácico, hasta las condiciones de cuenca subsidente de tipo antefosa que termina con el cierre y colmatación sedimentaria al final del Neógeno.

Figura 63. Cuencas petroleras de México.

Fuente: CNH – Cuencas del Sureste Aguas Someras, Síntesis geológico petrolera.

La Cuenca Petrolera del Sureste está localizada en la Planicie Costera del Golfo de México y la Plataforma Continental del sureste de México. Es la provincia petrolera más prolífica de aceite y gas del país, que incluye una porción terrestre y otra marina. La terrestre abarca el sur del estado de Veracruz, el norte del estado de Chiapas, casi todo el estado de Tabasco y el extremo suroccidental del Estado de Campeche; la marina ocupa parte de la zona económica exclusiva en el Golfo de México, desde la isobata de 500 m hasta la línea de costa.

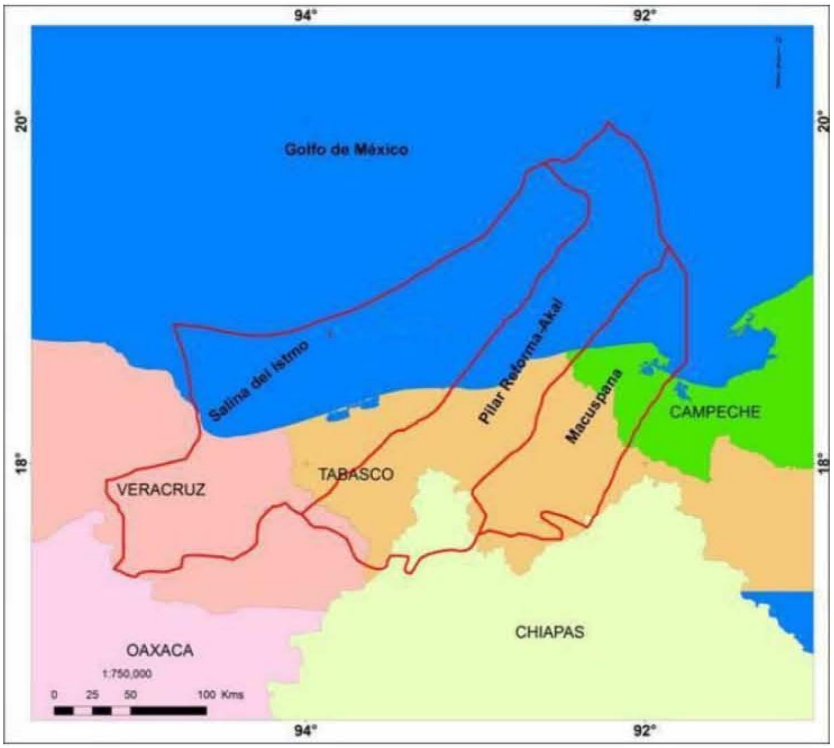


Figura 64. Ubicación geográfica de la Cuenca Petrolera Sureste.

Fuente: Provincia Petrolera del Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana), PEMEX Exploración y Producción, 2013.

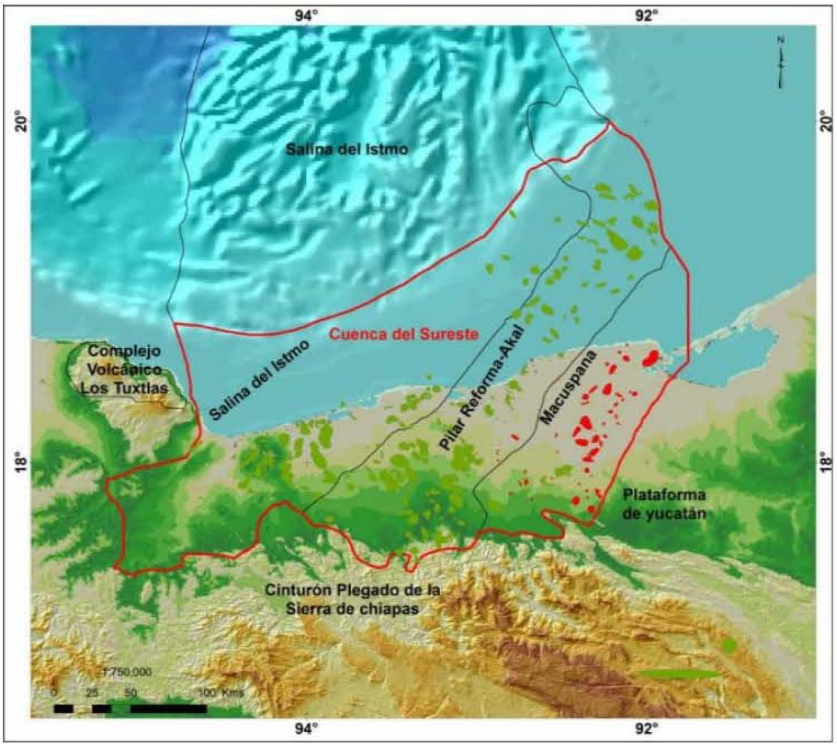


Figura 65. Límites geológicos de la Cuenca Petrolera Sureste.

Fuente: Provincia Petrolera del Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana), PEMEX Exploración y Producción, 2013.

De acuerdo con el marco tectónico regional, la provincia limita al sur con el Cinturón Plegado de la Sierra de Chiapas, al oriente con la Plataforma de Yucatán, al occidente con el Complejo Volcánico de los Tuxtlas y la porción sur de la Cuenca de Veracruz y al norte con la extensión en aguas profundas de la Provincia Salina del Istmo.

Geología estructural.

Con base al conocimiento geológico actual, las Cuencas Petroleras del Sureste se subdividen en 3 provincias geológicas, cada una con características bien definidas: Salina del Istmo, Pilar Reforma-Akal y Macuspana.

Específicamente, nuestra área de estudio se localiza dentro de la provincia Salina del Istmo, en su porción sur, que abarca desde el frente de la Sierra de Chiapas en el sur hasta la isobata de 500 m al norte, limitando al oeste con la Cuenca de Veracruz y al este con el Pilar Reforma-Akal. Esta provincia incluye en su porción sureste a la sub-cuenca de Comalcalco, por su origen asociada a la carga de sedimentos y evacuación de sal.

Estructuralmente la provincia Salina del Istmo se caracteriza por diapiros, paredes, lengüetas y toldos de sal que dieron lugar a la formación de cuencas por evacuación de sal, tales como la de Comalcalco, y minicuencas entre cuerpos salinos. Las rocas mesozoicas y paleógenas están estructuradas ya sea por plegamiento y fallamiento con dirección noreste-suroeste y vergencia hacia el noroeste o por rotación de capas en los pedestales de los diapiros salinos; mientras que en el Terciario se presentan estructuras dómicas asociadas a masas salinas, fallas lístricas con inclinación al noroeste que afectan incluso hasta el Mesozoico y fallas lístricas contra-regionales con inclinación al sureste (Oviedo-Pérez, 1998; Gómez-Cabrera, 2003; Robles-Nolasco et al., 2004; Soto-Cuervo et al., 2004; Cruz et al., 2010).

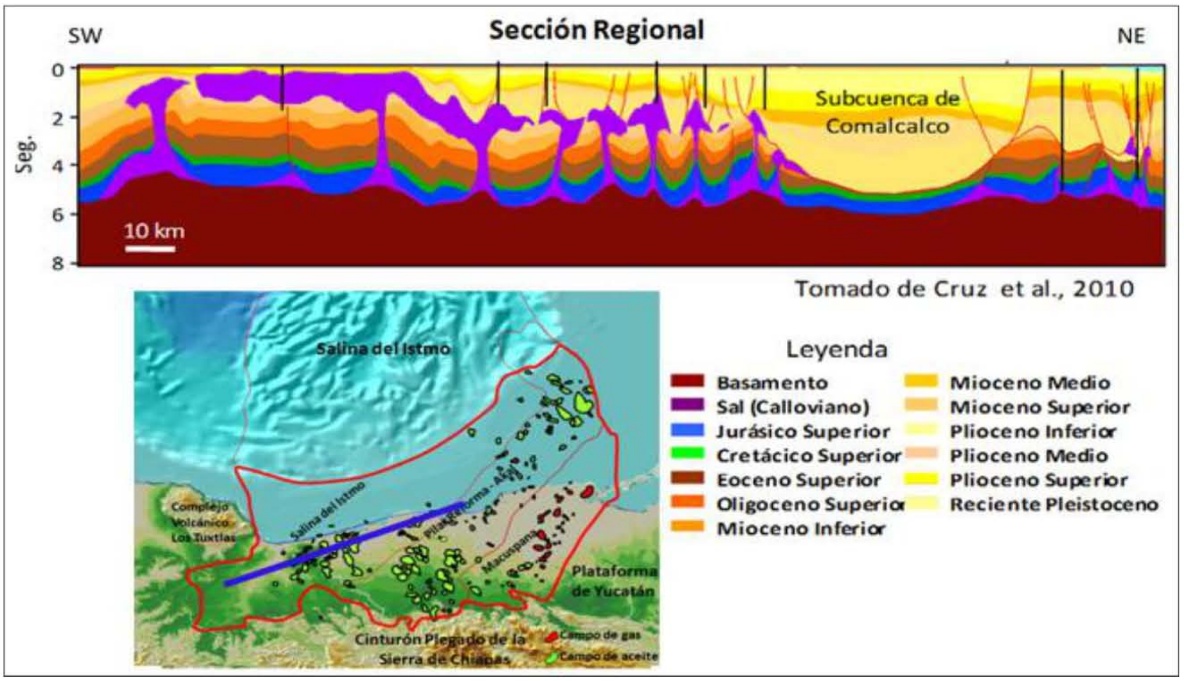


Figura 66. Sección estructural tipo de la Provincia Salina del Istmo.

Fuente: PEMEX Exploración y Producción (2013). Provincia Petrolera del Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana).

Todos los eventos tectónicos que actuaron en la Provincia Petrolera Sureste en diferentes tiempos y con diferentes direcciones de esfuerzos, generaron estilos estructurales sobrepuestos que conformaron el marco tectónico estructural complejo en el sureste de México y el área marina somera y profunda del sur del Golfo de México.

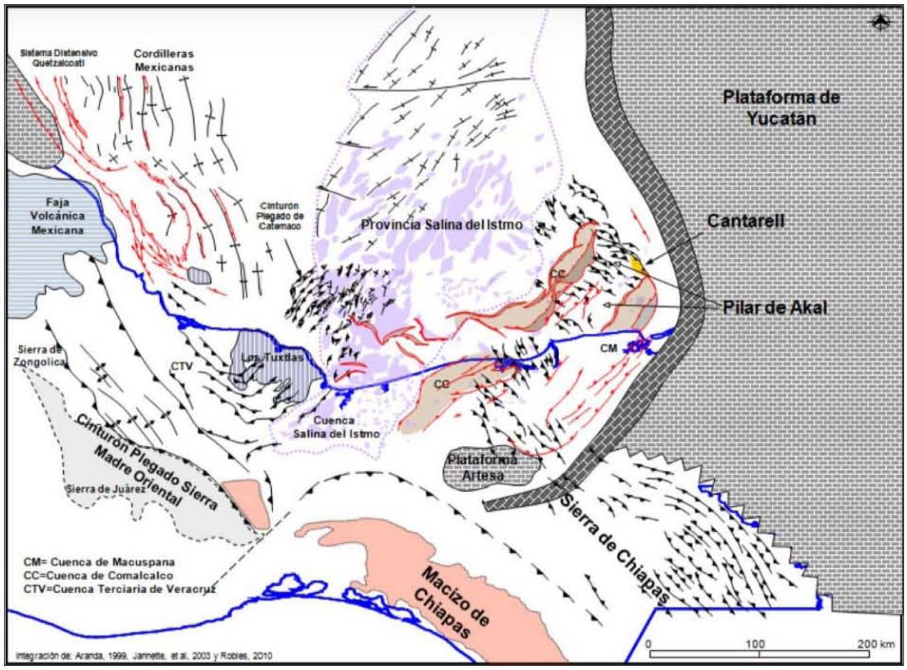


Figura 67. Tectónico estructural del sureste de México.

Fuente: Provincia Petrolera del Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana), PEMEX Exploración y Producción, 2013

8.1.4.1.4 Presencia de fallas y fracturamientos en el área de estudio.

Regionalmente, se puede observar en la figura siguiente una concentración de elementos estructurales en forma de fallas y fracturas hacia el sur-suroeste del Estado de Veracruz.

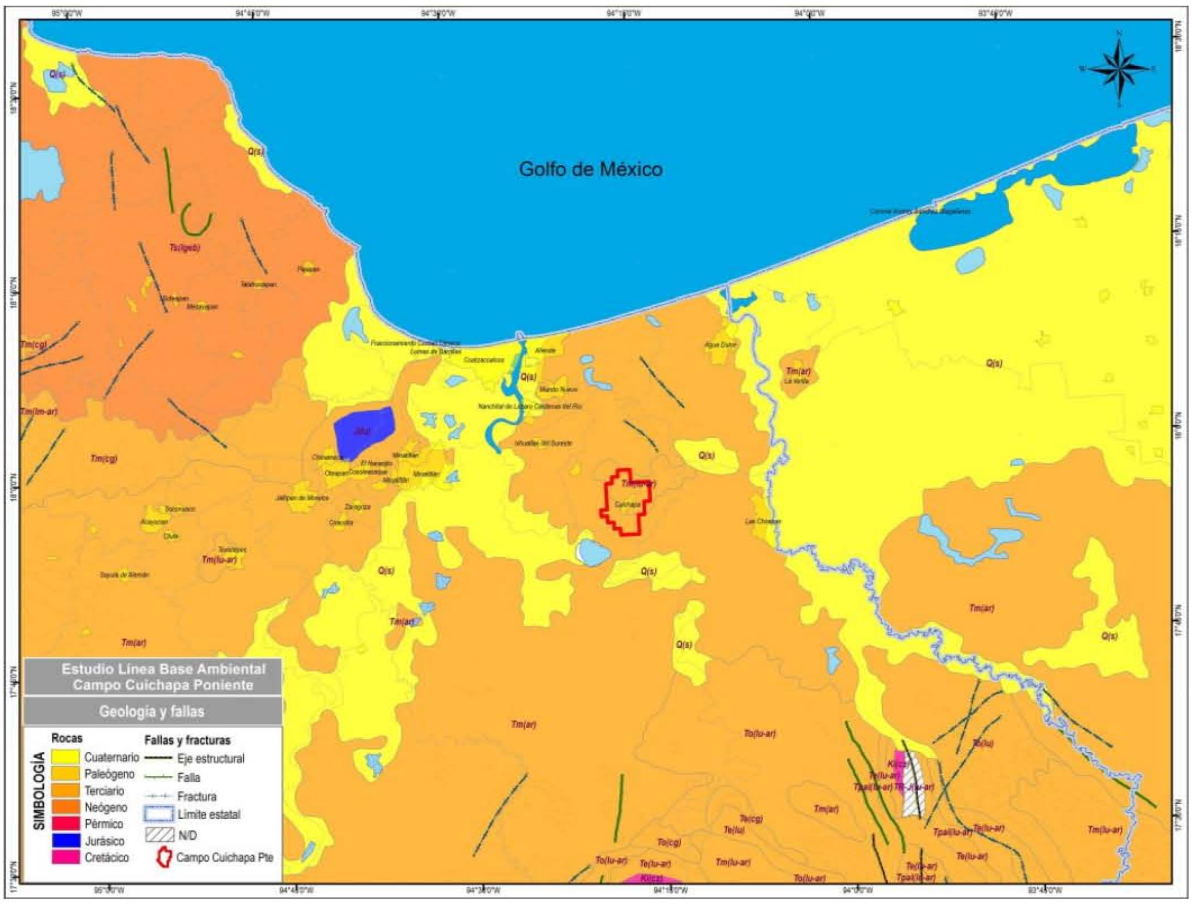


Figura 68. Geología, fallas y fracturas.

Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

Este sistema de fallas y fracturas se encuentra localizado al sur de Veracruz, en la zona de Guerrero – Oaxaca y en la zona de Chiapas, dejando un área libre que corresponde a la zona de estudio, quedando retirada de la Faja Volcánica Transmexicana, específicamente la Sierra Madre Oriental y la zona del Macizo de Chiapas.

Las estructuras más sobresalientes en el territorio corresponden a un sistema regional de fallas transcurrentes como son la falla Valle Nacional de movimiento sinestral, con orientación NW-SE, delimitando al bloque Mixtequita y al Terreno Maya y afecta a rocas metamórficas del Paleozoico y a los lechos rojos de la formación Todos Santos; la falla Santa Cecilia, a la cual se le atribuye el levantamiento del Bloque Guichicovi; la falla San Juan, con rumbo de NW 80°-65° SE, que se une con la falla Santa Cecilia y afecta principalmente a la formación Todos Santos y al complejo Sierra de Juárez; la falla Villa Alta con rumbo de NW-SE y afecta tanto a rocas del complejo Sierra de Juárez, como a la formación Todos Santos y a las calizas Sierra Madre.

Las fallas Solosuchil, La Venta-Grijalva y las fallas Malpaso y Tuxtla tal vez significan cierto rejuvenecimiento del tectonismo rotacional de la Plataforma de Yucatán, pues estas fallas ya afectan a las rocas del Terciario superior.

Particularmente en el polígono que delimita CCP, no se localizan este tipo de elementos estructurales, tal como se aprecia en la figura siguiente.

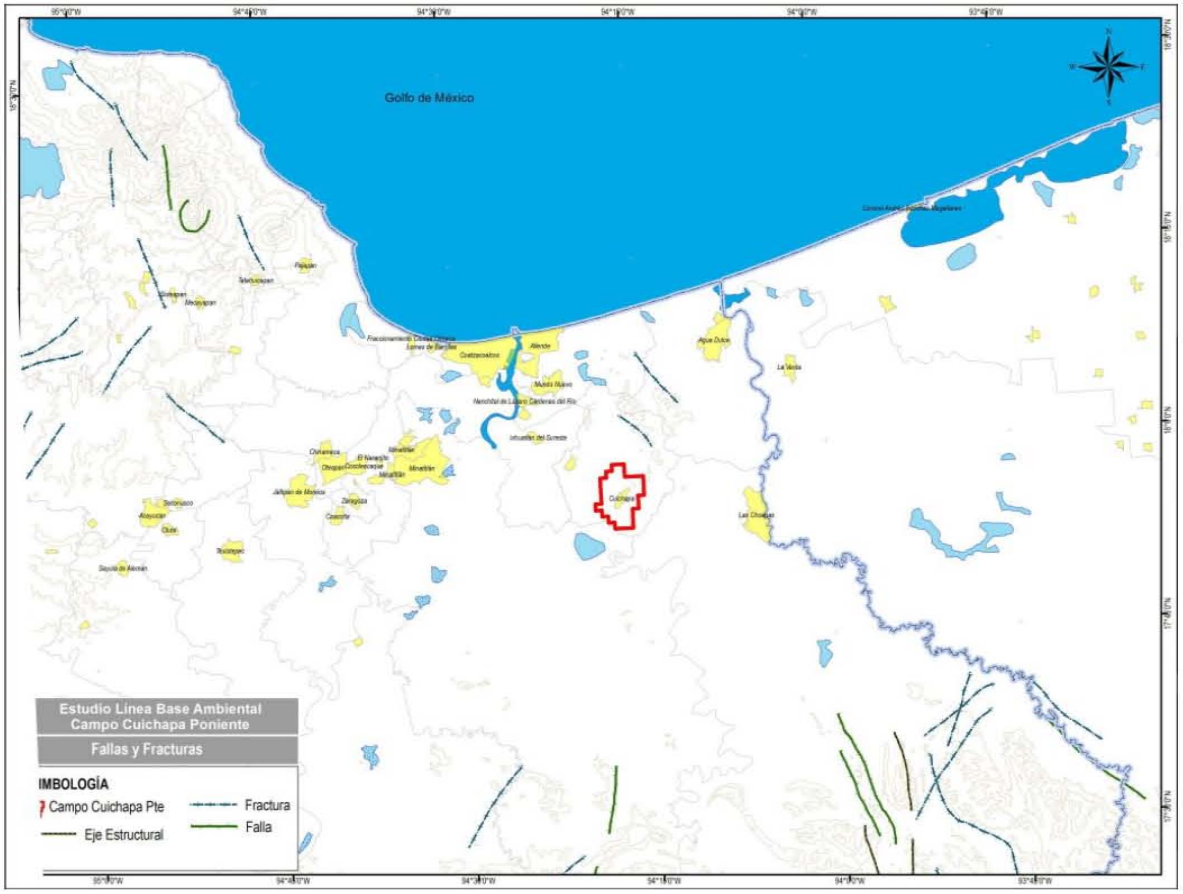


Figura 69. Fallas y fracturas.

Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

8.1.4.1.5 Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

8.1.4.1.5.1 Sismicidad.

La movilidad de las placas tectónicas norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico, que forman parte del Cinturón de Fuego del Pacífico son la principal causa del alto grado de sismicidad en la República Mexicana. Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico.

Figura 70. Zonas sísmicas de México.

Fuente: Sistema Nacional de Protección Civil, Sismos.

En nuestro país se identifican cuatro zonas sísmicas generales, las cuales fueron establecidas con base en registros de sismicidad histórica. A. Bajo, B. Medio, C. Alto y D. Muy alto, tal como se observa en la figura anterior.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

El área de estudio está localizada en la zona B, es decir, aun cuando se pueden presentar algunos eventos o resentir los efectos de algunos cercanos, la estadística menciona que no sobrepasarán del 70% los movimientos.

De acuerdo al SSN, en el Istmo de Tehuantepec se registró un sismo el 13 de mayo de 2001 a las 20:04 horas en la zona de Cuichapa, municipio de Moloacán, con una magnitud de 1.3 a una profundidad de 108, latitud 17.98, longitud -94.22.

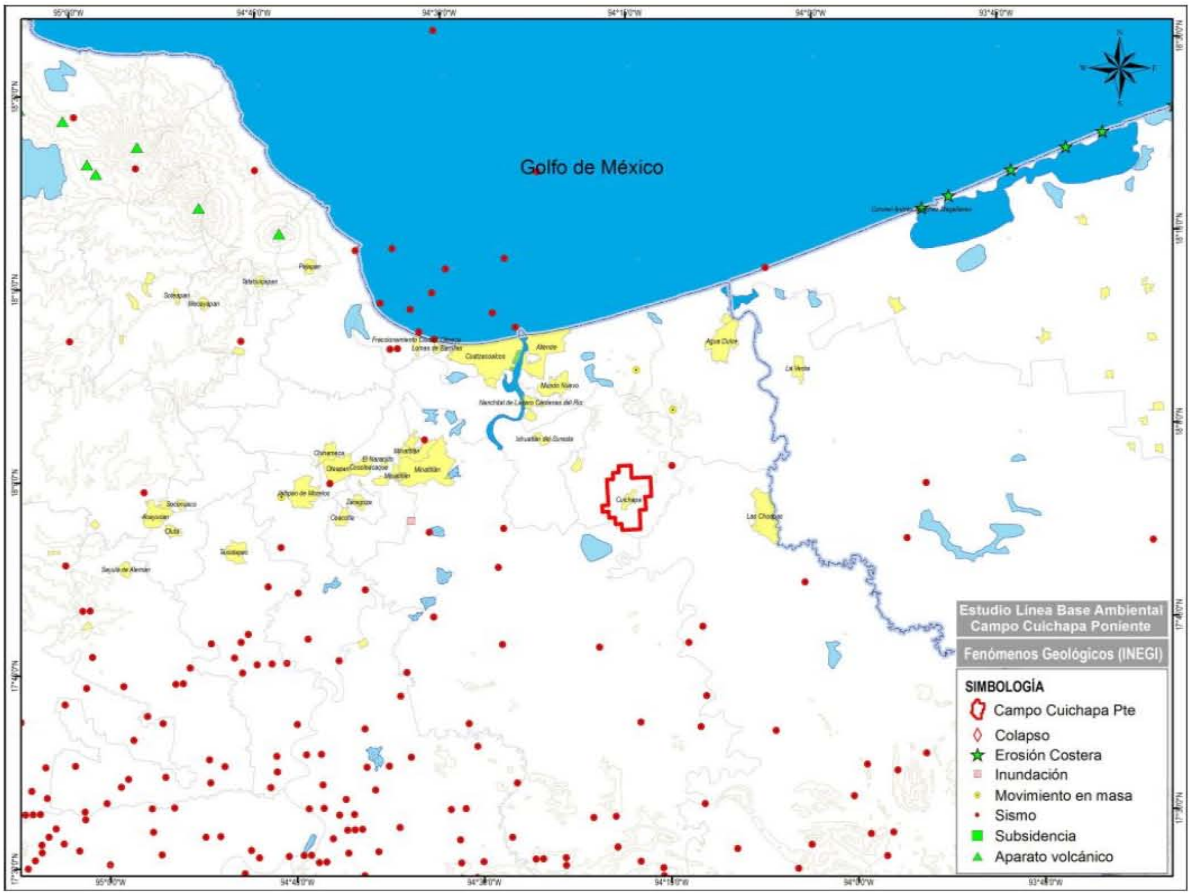


Figura 71. Fenómenos geológicos.

Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

8.1.4.1.5.2 Vulcanismo.

En relación a los riesgos por vulcanismo, el CCP se encuentra fuera de la Faja Volcánica Transmexicana, de las principales provincias geológicas de México y de las placas tectónicas actuales.

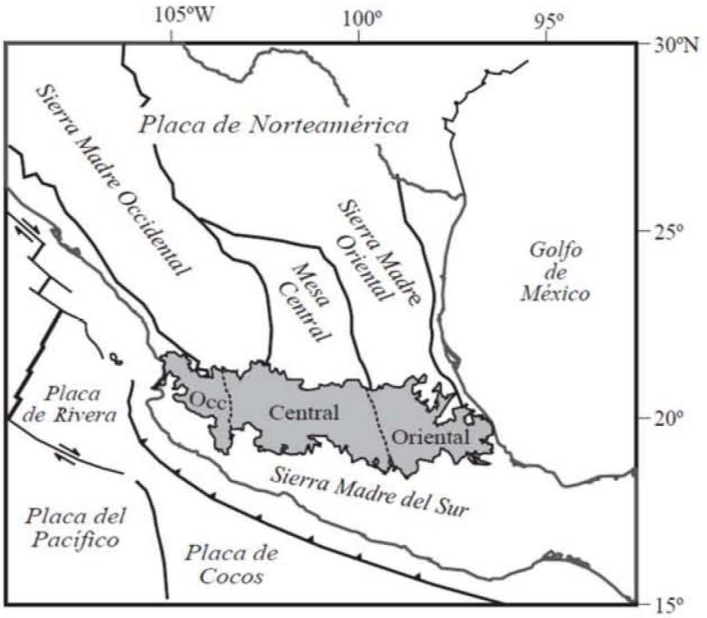


Figura 72. Faja Volcánica Transmexicana.

Fuente: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana "Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana".

La zona de volcanes más cercana se localiza a 58 kilómetros al noroeste del CCP, a la altura de la localidad de Pajapán, a partir de la cual se distingue la presencia de aparatos volcánicos en lo que corresponde a la zona de los Tuxtlas.

8.1.4.1.5.3 Laderas y deslizamientos.

Por otro lado, los fenómenos meteorológicos y algunas actividades humanas pueden propiciar volteos, caídos, deslizamientos y flujos que alteran las laderas y crean peligros para todo lo que se ubique en la parte baja. Frecuentemente son imperceptibles, como pueden ser el deslizamiento paulatino del suelo en terrenos de pendiente suave.

El análisis al Atlas Nacional de Riesgo, en su mapa de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas, señala las zonas ubicadas en la parte norte y central del área en estudio como mayormente susceptibles a presentar inestabilidad en laderas, por lo que el riesgo está catalogado como alto en estas zonas, aunque la mayor parte del CCP posee un riesgo muy bajo.

Los deslizamientos o procesos de remoción de masa que se presentan en el CCP son de tipo traslacional, es decir, una masa de material se desliza sobre una superficie aproximadamente plana con movimientos generalmente superficiales y controlados por zonas de debilidad, cuyos factores condicionantes en la aparición de este fenómeno son en su mayoría de tipo climáticos (abundante aportación de agua al subsuelo), hidrológicos (estancamiento de agua) y geomorfológicos o topográficos (pendiente mayor del 15%).

Durante los recorridos realizados a las instalaciones, se ubicaron zonas que presentan este tipo de fenómeno en el terreno del CCP, mismas que a continuación se describen a través de fotografías.

Cuichapa 500. Se aprecia deslizamiento por derrumbe en ladera de loma.

Cuichapa 3. Taponado, presenta deslizamiento y hundimiento alrededor de la instalación.

Fotografía 12. Presencia de hundimientos de tierra en instalaciones.

A aproximadamente 14 km al noreste de Cuichapa, el 5 de noviembre de 2009, se registró un movimiento en masa de tipo deslizamiento provocado por lluvias prolongadas (precipitación anual de 2,500 mm), sobre una litología de arenisca, deslizamiento que afectó una vía de comunicación en la localidad de Agua Dulce, bloqueando un camino e incomunicando varios ejidos, en la coordenada 20 de latitud y -94.2 de longitud. (Diario La Jornada).

8.1.4.1.5.4 Inundaciones.

De acuerdo al Atlas Municipal de Riesgo Nivel Básico de Moloacán, la zona en estudio puede sufrir inundación de tipo combinado fluvial-pluvial, es decir, se generan cuando la temporada de lluvia intensa, el agua desborda los ríos sobre los terrenos aledaños a ellos, en este caso, el arroyo Tacalaxmacayas y el Nexmegata, atraviesan el CCP con dirección noreste – suroeste, anegando estas zonas bajas.

Información de INEGI, señala que a aproximados 31 km al oeste de la localidad de Cuichapa, en el 2008 en la ubicación 17.926 latitud, -94.574 longitud, en una localidad de Minatitlán se registró una inundación debida a factores climatológicos.

8.1.4.1.6 Análisis e interpretación de resultados obtenidos.

El CCP se encuentra ubicado dentro de la Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, en la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, siendo parte de la Llanura Aluvial Costera Inundable.

Geológicamente, la existencia de depósitos del Mioceno está representada por unidades de lutita-arenisca-conglomerado. Las lutitas arenosas están bien consolidadas, las areniscas tienen matriz calcárea, los conglomerados son gravas provenientes de material volcánico también de matriz calcárea, dichos depósitos están ampliamente distribuidos en pequeños montículos y planicies.

Superficialmente se presentan dos manifestaciones geológicas, ambas pertenecientes al Mioceno, bien delimitados por la roca visible: lutita-arenisca que dan pie a la formación geológica Paraje Solo, y areniscas (areniscas y conglomerados) que dan origen a la formación Cedral. Dichos montículos y planicies de areniscas, conglomerados y lutitas se pudieron constatar en los recorridos de campo.

El CCP se localiza dentro de las Cuencas Petroleras del Sureste, en la provincia Salina del Istmo, en cuyo periodo más reciente (Terciario), se formaron estructuras dómicas asociadas a masas salinas, que actuando en diferentes tiempos y con diferentes direcciones de esfuerzos, generaron estilos estructurales sobrepuestos en un marco tectónico estructural complejo.

Dentro de la zona no se localizan fallas o fracturas, estás se concentran hacia el noroeste (Sierra de los Tuxtlas) y al sureste (sierra de Chiapas). Las más cercanas están al noreste del CCP, entre los límites municipales de Moloacán y Agua Dulce.

Aunque el CCP se localiza dentro de la zona sísmica B, la incidencia por este fenómeno es poco frecuente. De acuerdo al SSN, en el Istmo de Tehuantepec se registró un sismo el 13 de mayo de 2001 a las 20:04 horas en la zona de Cuichapa, municipio de Moloacán, con una magnitud de 1.3 a una profundidad de 108, latitud 17.98, longitud -94.22, siendo el único incidente registrado cercano al área.

De igual forma, los riesgos por vulcanismo están concentrados hacia la Sierra de los Tuxtlas, aproximadamente 58 kilómetros al noroeste del campo.

En relación a las laderas y deslizamientos, las topoformas de la llanura aluvial inundable corresponden a pequeños lomeríos entre terrenos llanos, los cuales en temporada de lluvias pueden provocar dichos fenómenos, sobre todo en las zonas ubicadas al norte y al centro del CCP.

Como ya se mencionó, el CCP se localiza en la llanura costera aluvial inundable, es decir, los terrenos llanos son susceptibles de inundación, sobre todo, en las zonas aledañas a los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, anegando sus zonas más bajas.

8.1.4.2 Edafología.

En Veracruz las condiciones de temperatura y precipitación han ocasionado un fuerte intemperismo en las rocas sedimentarias, relativamente suaves, y aun en las ígneas, de tal manera que dominan los suelos profundos sobre los limitados por rocas a menos de un metro de profundidad.

Por otra parte, el relieve predominantemente llano ha dado lugar a que los procesos de evolución de los suelos sean lentos, por lo que el 70% de los mismos son jóvenes (en su mayoría arcillosos), pues no han perdido gran cantidad de sus nutrientes naturales. Estos se distribuyen por todo el estado, en tanto que los suelos maduros, en los cuales la pérdida de elementos esenciales para la nutrición de las plantas ha sido considerable, se concentran en el sureste y representan el 30% restante (Florescano E. y Ortiz J., 2010).

La Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS Working Group WRB, 2015), integra 32 grupos de referencia de suelos a nivel mundial, de los cuales 14 se encuentran presentes en el estado de Veracruz, siendo estos: Vertisoles, Feozems, Leptososles, Cambisoles, Regosoles, Luvisoles, Acrisoles, Andosoles, Nitosoles, Gleysoles, Planosoles, Solonetz, Solonchaks y Gypsisoles. Asimismo, el INEGI (2001) en su información edafológica refiere la presencia de otros suelos: Rendzinas, Litosoles (grupo de leptsoles) y Xerosoles (grupo de Gypsisoles) para el estado de Veracruz (Florescano E. y Ortiz J., 2010).

En los sistemas de topoformas denominados Llanuras Costeras Inundables, donde se acumula y estanca el agua, se encuentran los *Gleysoles*, cuya particularidad es la de presentar hidromorfismo a menos a 50 cm de profundidad (horizonte gléyico), que provoca la reducción del hierro. Son suelos arcillosos, de colores gris o pardo oliva, ricos en materia orgánica y que se agrietan cuando están secos. Su pH aumenta en forma directa con el espesor que alcanzan. Los existentes entre Cosamaloapan y Tlacotalpan son fuertemente ácidos (4.7) a neutros (7.0), con presencia de sales solubles y sodio perjudiciales para el crecimiento de las plantas; su capacidad de

intercambio catiónico es de media a alta y las partículas que los componen están saturadas con calcio y magnesio.

Para su utilización agrícola se requiere de un apropiado sistema de drenaje, de adiciones de cal para incrementar el pH y de labores que permitan la aireación. No obstante, sin grandes mejoras, es posible cultivar en ellos arroz y caña de azúcar, tolerables a la inundación. Se encuentran asociados con Solonetz, Vertisoles, Fluvisoles y Acrisoles. En estos suelos se practica la agricultura de temporal y se cultivan pastos; también sustentan manglar, tular, popal y selva alta perennifolia. (Flores cano E. y Ortiz J. (2010).

Los *Luvisoles* se formaron en sierras, lomeríos y llanuras a partir de lutitas, calizas, areniscas y rocas ígneas básicas. En ellos el horizonte A ócrico es de color pardo rojizo o gris oscuro, muy delgado y con alto contenido de materia orgánica, aportada por las selvas mediana y alta. Su textura varía de migajón arenoso a arcillosa, y el pH de moderadamente ácido a ligeramente alcalino. Sus partículas forman una estructura de bloques subangulares de tamaño fino a grueso, El horizonte B argílico tiene textura arcillosa, color pardo rojizo y pH medianamente ácido. Su capacidad para retener nutrientes y cederlos a las plantas es moderada, la saturación con calcio y magnesio que presenta va de media a alta, el potasio se encuentra en cantidades bajas. En general son profundos, pero susceptibles a la erosión, por lo que al usarlos se deben tomar medidas o preventivas para evitar tal proceso. (Flores cano E. y Ortiz J. (2010).

Entre los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa, en el límite con Oaxaca, el clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano ha afectado a las limolitas, lutitas, calizas y areniscas de lomeríos y sierras bajas, propiciando la formación de *Nitosoles*, suelos con una capa superficial de 9 a 17 cm de espesor y otra subyacente de más de 160 cm enriquecida con arcilla. La capa superficial (horizonte A ócrico) es de color pardo amarillento con textura de migajón arenoso o de migajón arcilloso, rica en materia orgánica (5% a 8%); además, tiene una alta saturación de bases (hasta de un 90%), no obstante, su contenido de calcio y potasio es bajo, y el de magnesio medio. El horizonte B argílico es arcilloso, de color pardo fuerte o pardo rojizo, con saturación de bases decreciente (hasta alcanzar valores próximos al 10%) conforme aumenta la profundidad: y su contenido de calcio, magnesio y potasio es bajo. La capacidad de intercambio catiónico de estos suelos varía de moderada a baja. Son fuertemente ácidos (con pH hasta de 4.5) e infértiles, sin embargo, se puede mejorar su productividad con la aplicación de cal y fertilizantes.

Localmente, de los Grupos de Suelos de Referencia que se ubican dentro del CCP, se tienen a los que están o han estado fuertemente influenciados por agua: Gleysoles; los suelos con un subsuelo rico en arcilla: Acrisoles y Luvisoles; y suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: Cambisoles.

Anexo 9. Mapa - Edafología. Campo Cuichapa Poniente.

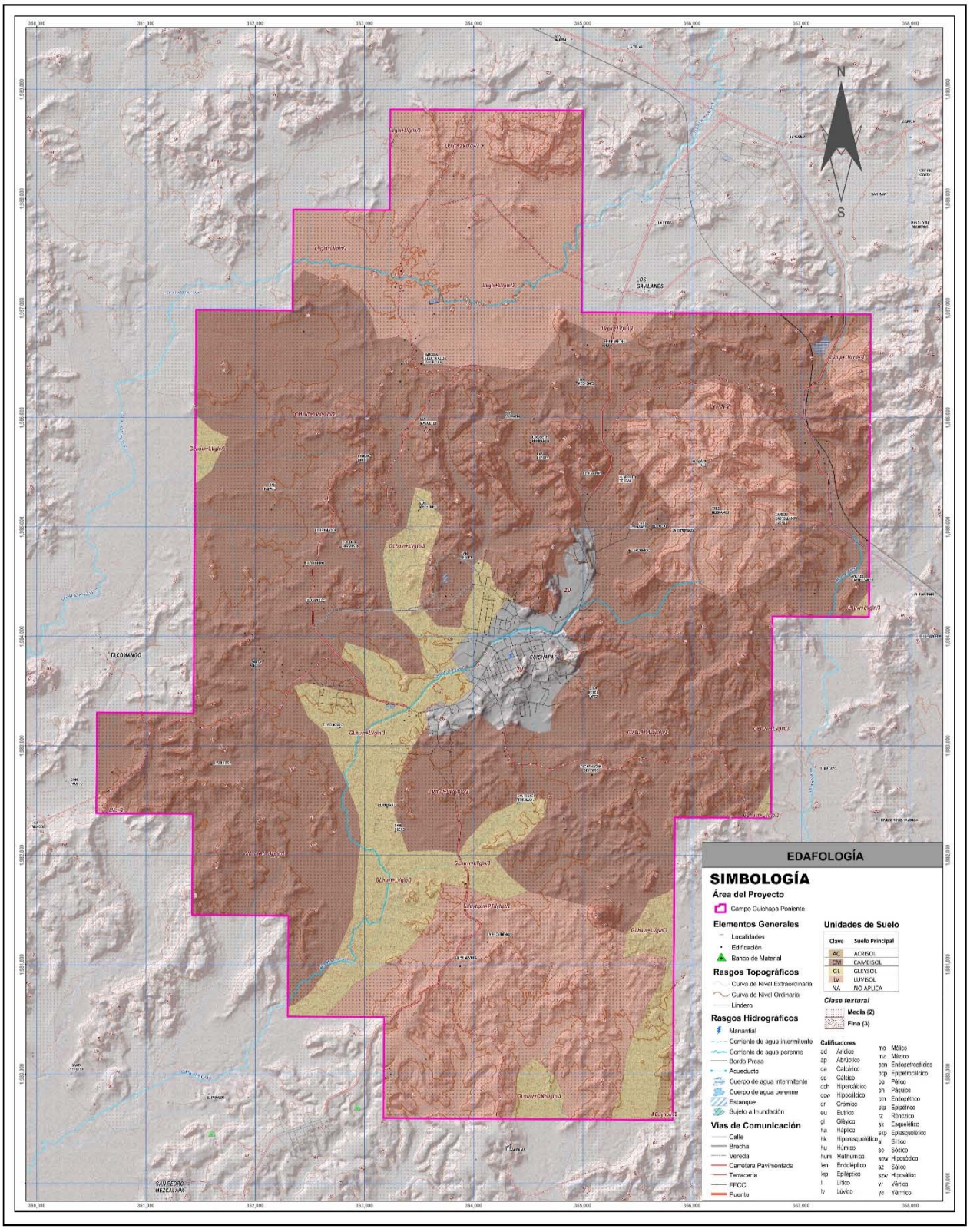


Figura 73. Edafología. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

Tabla 48. Superficies por tipo de suelo dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Clave	Tipo de suelo	Superficie ha	Porcentaje %
AC	Acrisol	8.09	0.19
CM	Cambisol	2,424.39	58.40
GL	Gleysol	436.45	10.51
LV	Luvisol	1,154.47	27.81
NA	No Aplica	127.92	3.08
Total		**4,151.32**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

Cambisoles

De acuerdo a la anterior tabla, los suelos predominantes del CCP (58.4% de superficie) son los *Cambisoles*.

Del latín cambiare: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos son suelos jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión (INEGI, 2006).

Los Cambisoles también son comunes en áreas con erosión geológica activa, donde pueden ocurrir en asociación con suelos tropicales maduros. Los Cambisoles en los trópicos húmedos son típicamente pobres en nutrientes, pero todavía son más ricos que los Acrisoles o Ferralsoles asociados y tienen una mayor capacidad de intercambio catiónico (IUSS Working Group WRB, 2015).

CMhufl /2 + LVdyplp. Suelo dominante de Cambisol en más del 50% de la cobertura de suelo, con un contenido de carbono orgánico, al 1% o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral. Adicionalmente, tiene propiedades ferrálicas en por lo menos alguna capa que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo. Su suelo codominante es de Luvisol con una saturación con bases menor de 50% en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua, en una capa de 5 cm o más de espesor; su horizonte plíntico comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo. La textura de este suelo es media.

Cambisol. Acumulaciones intercaladas de carbonato de calcio.

Cambisol. Suelo con acumulación de carbonato de fierro.

Fotografía 13. Unidad de suelo Cambisol dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Luvisoles

El 27.81% de la superficie de CCP tiene suelos de tipo luvisoles. Del latín luere, lavar. Suelos con acumulación de arcilla, que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los Altos de Chiapas y el extremo de la Sierra Madre Occidental. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. Con pastizales cultivados

o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del apís se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles (INEGI, 2006).

Desarrollo del perfil: diferenciación pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad; los Luvisoles muy lixiviados pueden tener un horizonte eluvial álbico entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial árgico, pero no tienen las lenguas albelúvicas de los Albeluvisoles.

Los horizontes eluviales de algunos Luvisoles están tan empobrecidos que se forma una estructura laminar desfavorable. En algunos lugares, el subsuelo denso ocasiona *condiciones reductoras* temporarias con un *patrón de color stágnico*. Estas son las razones por las que los Luvisoles truncados en muchas instancias son mejores suelos agrícolas que los suelos originales no erosionados.

LVgln + LVpln/2. Los Luvisoles de la zona tienen entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor que tiene condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléyico en todo su espesor. Presenta un suelo codominante también de Luvisol, pero con un horizonte plíntico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo. La textura es de clase media.

LVplp + LVcfgy/2. Suelo Luvisol que presenta horizonte de ≥ 15% (en suelos solos o combinados) de concreciones y/o nódulos rojizos o de concentraciones en patrones laminar, poligonal o reticulado; altos contenidos de óxidos de Fe, al menos en las concreciones, nódulos o concentraciones.

Su suelo codominante es también de Luvisol pero calcifráctico (del latín calx, cal), en una capa de ≥ 10 cm de espesor, que comienza a ≤ 100 cm de la superficie del suelo y consiste en un horizonte petrocálcico fracturado, cuyos remanentes ocupan un volumen de ≥ 40%, y tienen una longitud horizontal promedio de < 10 cm y/o una ocupación de volumen de < 80%, puede presentar además un horizonte gípsico (yeso), no cementado que contiene acumulaciones de yeso secundario en diversas formas, dicho horizonte puede ser superficial o subsuperficial. La textura de su suelo es de tipo media.

LVcr/2. Este suelo de Luvisol presenta dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4. Su textura es de tipo media.

LVcrdy/2. Este suelo Luvisol es de tipo crómico que tiene, entre 25 y 150 cm de la superficie del suelo, una capa de ≥ 30 cm de espesor, presenta en ≥ 90% de su área

expuesta, un color Munsell con un matiz más rojo que 7.5 YR y un croma de > 4, ambos en húmedo, además de presentar un horizonte dístrico de saturación de bases efectiva intercambiables de < 50%: ya sea en la mitad o más de la parte entre entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o en la mitad o más de la parte entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y roca continua. La textura de su suelo es de tipo media.

LVdyhpln /2 + PTdyhst/2. Suelos con una saturación de bases efectivas de Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; bases intercambiables por NH4OAc 1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M de < 50% en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral y < 20% en alguna capa entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, con un horizonte plíntico que comienza a ≤ 100 cm de la superficie.

Un suelo codominante de Plintosol con una saturación de bases efectivas de Ca + Mg + K + Na + Al intercambiables; bases intercambiables por NH4OAc 1 M (pH 7), Al intercambiable por KCl 1 M de < 50% en todo el espesor entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral y < 20% en alguna capa entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, con posibilidad de presentar una capa de ≥ 25 cm de espesor, que comienza a ≤ 75 cm de la superficie del suelo mineral, no forma parte de un horizonte hidrágrico y tiene propiedades stágnicas, en las cuales el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es ≥ 25% del área total de la capa; y condiciones reductoras por algún tiempo durante el año en la mayor parte de aquel volumen de la capa que tiene los colores reductimórficos. La textura es de tipo media.

Luvisol. Gran acumulación de arcilla de coloración amarilla.

Luvisol. Acumulación de arcilla en color amarillo.

Fotografía 14. Unidad de suelo Luvisol dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Gleysoles

Los Gleysoles representan el 10.51% del CCP. Del ruso gley: pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad, como las llanuras costeras de Veracruz y Campeche, así como en las llanuras y pantanos tabasqueños donde son los suelos más importantes por su extensión. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación

natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Son muy variables en su textura, pero en México predominan los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Se usan en el sureste de México para la ganadería de bovinos con resultados moderados a altos. En algunos casos se pueden destinar a la agricultura con buenos resultados en cultivos como el arroz y la caña que requieren o toleran la inundación (INEGI, 2006).

Material parental: Un amplio rango de materiales no consolidados, principalmente fluviales, marinos y lacustres del Pleistoceno u Holoceno, con mineralogía básica a ácida.

El principal obstáculo para la utilización de los Gleysoles es la necesidad de instalar un sistema de drenaje para bajar la capa de agua freática. Los Gleysoles drenados adecuadamente pueden usarse para cultivos arables, producción lechera y horticultura. La estructura del suelo será destruida por un largo tiempo si los suelos son laboreados cuando están muy mojados. En consecuencia, los Gleysoles en áreas deprimidas con posibilidades no satisfactorias de bajar la capa de agua freática se mantienen mejor bajo una cubierta permanente de pastos. El encalado de los Gleysoles drenados que son altos en materia orgánica y/o de pH bajo, crea un hábitat mejor para micro- y meso-organismos y mejora la velocidad de descomposición de la materia orgánica del suelo (y la provisión de nutrientes para las plantas). (IUSS Working Group WRB, 2015).

GLhuvr /3 + LVgln. Los gleysoles de esta zona, son de tipo Húmico (del latín humus, tierra), es decir, poseen ≥ 1% de carbono orgánico del suelo en la fracción tierra fina como promedio ponderado hasta una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo mineral (si roca continua, material duro técnico o una capa cementada o endurecida comienza dentro de la profundidad especificada; con horizontes vérticos, es decir, son arcillosos y cuando están secos con frecuencia tienen una consistencia dura a muy dura, es muy distintiva la presencia de superficies brillantes (slickensides), generalmente en ángulos agudos.

Tienen por suelo codominante luvisol calificado como gléyico, es decir, tiene una capa, de ≥ 25 cm de espesor, que comienza a ≤ 75 cm de la superficie del suelo mineral y presenta propiedades gléyicas en todo su espesor y condiciones reductoras en algunas partes de cada subcapa. La textura de su suelo es de tipo fina.

GLhuvr /3 + CMhugln. Los gleysoles de la zona pueden tener una codominancia de Cambisoles, con características de presentar más de un 1% de C orgánico a lo largo de los primeros 50 cm, además de presentar propiedades gléyicas entre 50 y 10 cm de suelo. La textura de su suelo es de tipo fina.

Gelysol. Suelo anegado de coloración verdosa.

Gleysol. Suelo de coloración verdosa, muy erosionado.

Fotografía 15. Unidad de suelo Gleysol dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Acrisoles

Del latín acris: agrio, ácido; y solum: suelo. Literalmente, suelo ácido. Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas como las sierras orientales de Oaxaca, llanura costera veracruzana, sierra lacandona y Altos de Chiapas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por presentar acumulación de arcilla en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas y ser muy ácidos y pobres en nutrientes. En México se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo los frutales

tropicales como cacao, café o piña, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados; sin embargo, el uso más adecuado para la conservación de estos suelos es el forestal. Son moderadamente susceptibles a la erosión (INEGI, 2006).

En una variedad amplia de materiales parentales, muy generalizados a partir de meteorización de rocas ácidas, y notablemente en arcillas fuertemente meteorizadas que están sufriendo mayor degradación (IUSS Working Group WRB, 2015).

Manejo y uso de Acrisoles. La preservación del suelo superficial con su importante materia orgánica y prevenir la erosión son precondiciones para cultivar sobre los Acrisoles. El desmonte mecánico de la selva natural extrayendo las raíces y llenando los huecos con el suelo superficial que los rodea produce tierras que son muy estériles cuando las concentraciones de Al del anterior subsuelo alcanzan niveles tóxicos (IUSS Working Group WRB, 2015).

Se requieren sistemas de cultivo adaptados con fertilización completa y manejo cuidadoso si se va a practicar agricultura sedentaria en Acrisoles. La agricultura de cortar y quemar ampliamente utilizada puede parecer primitiva, pero es una forma de uso de la tierra bien adaptada, desarrollada durante siglos de prueba y error. Si los períodos de ocupación son cortos (solo uno o unos pocos años) y seguidos por un período de regeneración suficientemente largo (hasta varias décadas), este sistema hace un buen uso de los recursos limitados de los Acrisoles. Se recomienda la agroforestación como una alternativa que protege al suelo frente a la agricultura nómada para alcanzar altos rendimientos sin requerir insumos costosos (IUSS Working Group WRB, 2015).

Acrisol. Coloración rojiza de la arcilla.

Fotografía 16. Unidad de suelo Acrisol dentro del Campo Cuichapa Poniente.

ACdyhpln/2. El poco suelo de tipo Acrisol que se presenta dentro del CCP, posee una saturación en bases menor del 50 % en alguna parte situada entre 20 y 100 cm en la totalidad del suelo comprendido entre 20 y 100 cm y en alguna parte, dentro del primer metro, es inferior al 20 %, con un horizonte plíntico (en forma de ladrillos) en el primer metro que está asociado a zonas llanas o suavemente onduladas con un manto freático fluctuante.

8.1.4.2.1 Análisis e interpretación de resultados obtenidos.

Las condiciones de temperatura y precipitación han causado en la zona un fuerte intemperismo en las rocas sedimentarias, de tal forma que en el CCP predominan los suelos de Cambisol (58.40%), el Luvisol (27.81%), el Gleysol (10.51%) y en menor proporción el Acrisol (0.19%), todos suelos arcillosos.

Los Cambisoles son suelos jóvenes que presentan en el subsuelo terrones que evidencian el tipo de roca subyacente, puede tener acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso.

Los Luvisoles son suelos con acumulación de arcilla, localizados en zonas tropicales lluviosas, frecuentemente rojos o amarillentos. Soportan la agricultura con rendimientos moderados, pero los pastizales cultivados pueden rendir buenas utilidades para la ganadería.

Los Gleysoles son suelos pantanosos, donde se estanca el agua la mayor parte del año saturándolos; presentan colores grises, azulosos o verdosos, soportando vegetación de pastizal.

Los Acrisoles son suelos ácidos característicos de las zonas tropicales, que en condiciones naturales tienen vegetación de selva y se caracterizan por presentar arcilla en el subsuelo, sus colores rojo, amarillo o amarillo claro con manchas rojas. Difícil cultivar en ellos, salvo el cacao, café o piña, sin embargo, el uso más adecuado es el forestal.

8.1.4.3 Clima y meteorología.

En el estado de Veracruz existe una amplia variedad de climas, esto se debe a la diferencia de altitud de las regiones en la que se encuentra comprendido, misma que va desde el nivel del mar hasta la máxima altura del país, siendo esta la del volcán Pico de Orizaba con una altitud de 5,610 msnm.

La temperatura media anual estatal suele ser de 23 °C, mientras que la temperatura máxima promedio se presenta en los meses de abril con 32 °C y la mínima promedio es de 13 °C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media es de 1 500 mm, las lluvias se presentan en verano durante los meses de junio a octubre; en la región sur del estado de Veracruz colindante a Tabasco se presentan todo el año (INEGI).

Su ubicación geográfica le confiere características tropicales, pero estas son modificadas en parte por las serranías, principalmente en el centro-oeste. Los climas que se distribuyen en el estado son: cálidos húmedos y cálidos subhúmedos distribuidos en las Llanuras Costeras del Golfo Norte y Golfo Sur; semicálidos húmedos como los imperantes en la cima de los volcanes tuxtlecos y en ciudades como Tlapacoyan, Xalapa y Orizaba; templados ubicados al occidente por

Huayacocotla, Villa Aldama y Ayahualulco; semifríos y fríos como en el Cofre de Perote y Pico de Orizaba y por último los semisecos presenciados en Ciudad del Perote y Oeste de la Huasteca donde se comprenden las elevaciones del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental.

Así, se destaca que en los municipios colindantes al área de interés se tiene un clima cálido; siendo que las variantes climatológicas comprenden las siguientes temperaturas y precipitaciones respectivamente: Coatzacoalcos de 24 a 28 °C con 2400 a 2 600 mm, Agua Dulce de 25 a 27 °C con 50 a 70 mm, Ixhuatán del Sureste de 20 a 26 °C con 1 100 a 1300 mm y Minatitlán de 24 a 28 °C con 1900 a 2 600 mm, las cuales presentan un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; mientras que en Nanchital se tiene un tipo cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año y temperaturas de 25 a 27 °C con precipitaciones de 2 400 a 2 600 mm; Las Choapas comparte un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y un cálido húmedo con lluvias todo el año con temperaturas oscilatorias de 22 a 28 °C y precipitaciones de 2 400 a 3 100 mm (INEGI, 2009).

De acuerdo a su cercanía con el mar, el estado se beneficia con su efecto regulador de temperatura y los suficientes aportes de precipitación y humedad que le confiere.

La región se localiza en la zona de dominio de los vientos alisios del noreste, los cuales tienen su origen en el borde sur de la celda Bermuda-Azores que al atravesar el océano recogen humedad y llegan a chocar con la Sierra Madre Oriental provocando abundantes lluvias. En esta región existen dos tipos de masas de aire que se alteran en el dominio de la zona, a veces llegan en forma de tormenta; el aire tropical en el semestre centrado al verano y las masas polares centradas al periodo de invierno. En estas etapas de transición suele dominar el borde poniente del anticiclón de las Bermudas, cuya presión barométrica alta impide la formación de nubes y propicia los cielos despejados (Florescano, E. & Ortiz E., 2010).

Durante el verano, con el desplazamiento hacia el norte de la celda anticiclónica Bermuda-Azores (de alta presión) los vientos alisios soplan con una dirección general de noreste a suroeste en superficie, o de este a oeste en las alturas e incrementan su contenido de humedad al recorrer una gran distancia sobre las aguas calientes del océano. Al concentrarse con las laderas montañosas que se inclinan al Golfo de México se ven obligados a ascender, se enfrían adiabáticamente y depositan en forma de lluvia su abundante humedad (Florescano, E. & Ortiz E., 2010).

Durante la mitad fría del año, la influencia de la alisios queda relegada, ya que la zona subtropical de alta presión se encuentra desplazada y se encuentran disminuidas las precipitaciones que ocasionan estos vientos; durante el invierno se denominan a las masas de aire “nortes”, que se originan por el desplazamiento del aire polar hacia el sur (Florescano, E. & Ortiz E., 2010).

La presencia de fenómenos hidrometeorológicos es muy común que afecte a los municipios, ya que cada año principalmente en verano, cuando las temperaturas del

océano son mayores se forman las depresiones tropicales, que tras su evolución pasan a ser huracanes, algunos de los cuales penetran en el Golfo de México y aunque no impacten directamente irrumpen violentamente provocando una gran cantidad de humedad, que además de las intensas lluvias aumentan el nivel de agua en zonas planas (Secretaría de Protección Civil, Gobierno del estado de Veracruz, 2015).

La temporada de ciclones va desde el 15 de junio hasta el 30 de octubre, sin embargo, no es rara la presencia de estos sistemas meteorológicos antes o después de esas fechas (Secretaría de Protección Civil, Gobierno del estado de Veracruz, 2015).

Considerando lo anterior, se determina que la región pertenece al grupo de climas cálidos húmedos y subhúmedos A, según la clasificación climática de Köppen, donde las temperaturas son elevadas durante todos los meses del año y la temperatura media del mes más frío es mayor a 18 °C, presentan precipitaciones excedentes a la evaporación es por ello que mantienen una zona húmeda durante todo el año, siendo los climas de mayor humedad dentro de esta región.

Para definir el tipo de clima en un contexto local, se recurrió al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por Enriqueta García, el cual se basa en la relación existente entre la distribución de la vegetación y las características climáticas. Bajo esta clasificación el tipo de clima que impera en el CCP es en su totalidad Am (cálido húmedo), el cual es considerado como tropical de lluvias monzónicas en verano, ya que las temperaturas medias anuales son mayores a los 22° C con lluvias intensas en el verano y la precipitación del mes más seco es menor de 60 mm.

A pesar de que se presenta un clima uniforme, se observó que al norte del área de interés el porcentaje de lluvia invernal suele ser mayor al 10.2% del total anual mientras que el resto del área es del 5 al 10.2% del total anual (INEGI, 2000).

Tabla 49. Superficies por tipo de clima dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Clave	Tipo de clima	Superficie ha	Porcentaje %
Am	Cálido húmedo	4,077.50	98.22
Am(f)	Cálido húmedo (porcentaje lluvia invernal >10.2)	73.82	1.78
Total		**4,151.32**	**100.00**

A: Corresponde a Cálido (Temperatura media anual mayor de 22° C).
m(f): Corresponde al húmedo (Aquellos cuyo régimen de lluvias corresponde a todo el año o abundantes lluvias en verano)
m: Corresponde al régimen de lluvia abundante de verano (Es un intermedio entre el régimen de verano y el de todo el año, semejante al primero en cuanto a la distribución anual de la lluvia y al segundo en cuanto a la cantidad total de precipitación).
(f): el porcentaje de lluvia invernal corresponde a >10.2 en tipo húmedo
No aplica: Indica que este atributo no es válido, cuando el valor del atributo Porcentaje de Lluvia Invernal está entre 5 y 10.2.

Anexo 10. Mapa - Climas. Campo Cuichapa Poniente.

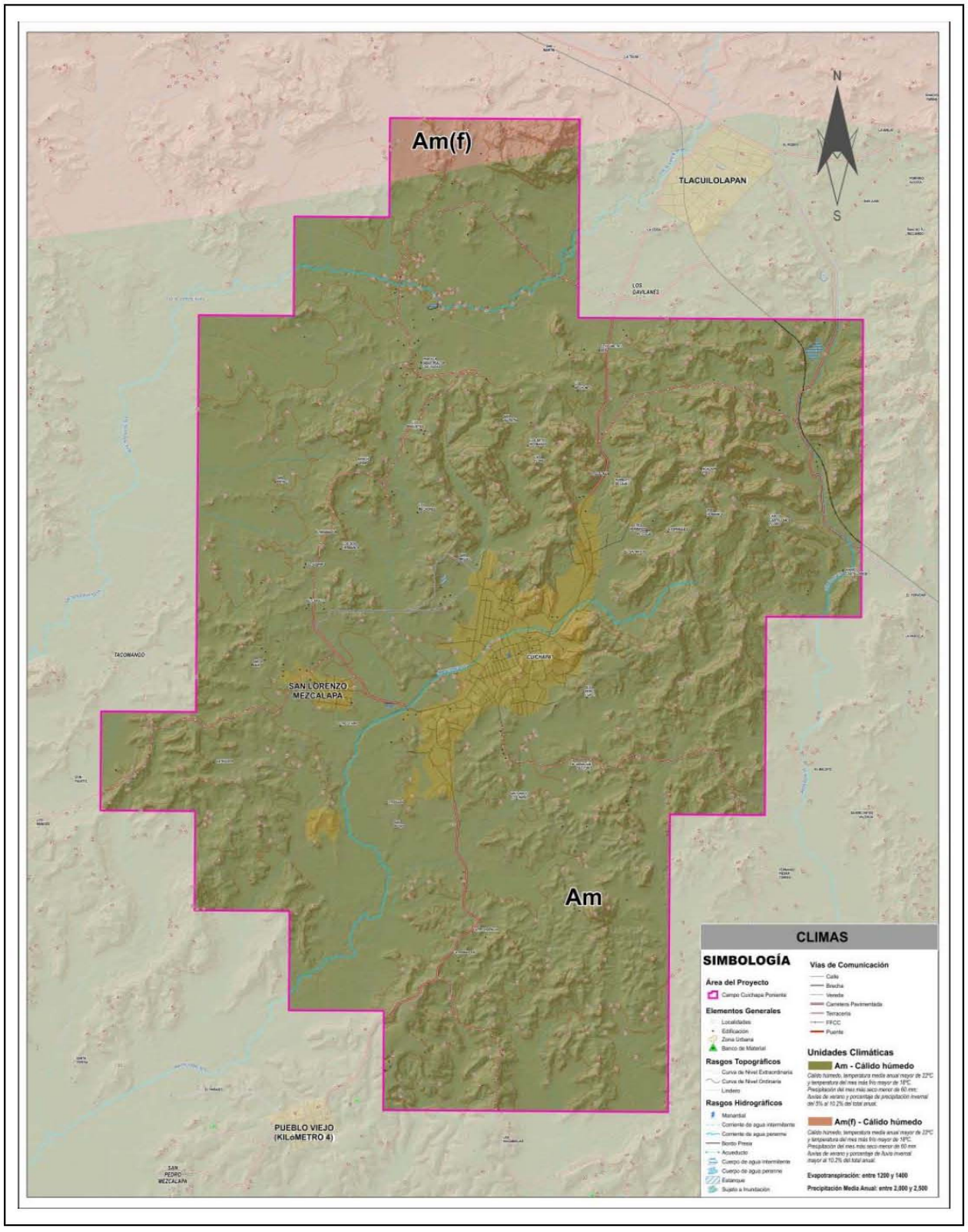


Figura 74. Climas. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

Dentro de la zona de estudio, el SMN no posee estaciones meteorológicas para el análisis de las condiciones climáticas; por ello, fue necesaria la selección de las estaciones en operación más próximas al CCP, siendo estas: La Cangrejera (30456), Tancochapa (30167) y Minatitlán (30107).

Tabla 50. Estaciones climatológicas cercanas al Campo Cuichapa Poniente.

Estación	Municipio	Clave	[redacted]	Altura msnm
La Cangrejera	Coatzacoalcos	30456		23
Tancochapa	Las Choapas	30167		13
Minatitlán	Minatitlán	30107		35

Fuente: CONAGUA (2016).

8.1.4.3.1 Temperatura media.

Los datos proporcionados por la CONAGUA acerca de las temperaturas medias de las tres estaciones meteorológicas, comprendieron los periodos de 1997 al 2014 en la estación La Cangrejera, 1948 al 2015 en la estación Tancochapa y 1922 al 2015 en la estación Minatitlán, los cuales se analizaron para la realización de tablas comparativas y así conocer el comportamiento de la temperatura durante los años.

Tabla 51. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación La Cangrejera.

La Cangrejera													
Temperaturas medias	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Máxima	23.27	23.66	27.31	29.86	30.17	29.52	28.65	29.15	27.60	26.85	25.61	22.73	27.03
Media	21.32	22.47	23.86	26.15	27.20	27.10	26.41	26.52	26.08	24.96	23.30	21.56	24.74
Mínima	18.81	19.40	21.53	24.53	24.91	25.18	25.03	25.15	24.27	22.88	21.05	20.60	22.78

Fuente: CONAGUA (2016).

Tabla 52. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación Tancochapa.

Tancochapa													
Temperaturas medias	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Máxima	26.38	25.76	28.21	30.68	31.58	30.56	30.52	30.63	29.34	28.49	27.30	25.43	28.74
Media	22.49	23.25	25.51	27.74	28.91	28.51	27.81	27.92	27.44	26.00	24.39	22.88	26.07
Mínima	19.94	21.08	23.13	24.97	26.32	25.84	26.18	26.55	24.73	22.56	21.28	20.60	23.60

Fuente: CONAGUA (2016).

Tabla 53. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación Minatitlán.

Minatitlán													
Temperaturas medias	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Máxima	28.12	28.37	29.47	30.44	31.13	31.40	30.56	29.76	29.20	28.58	28.05	28.36	29.45
Media	22.27	23.13	25.20	27.23	28.63	28.05	27.50	27.48	27.25	26.04	24.43	22.87	25.84
Mínima	17.16	17.95	18.90	23.05	25.02	21.08	22.67	25.02	25.00	21.87	17.50	18.45	21.14

Fuente: CONAGUA (2016).

De acuerdo a las temperaturas registradas en las tres estaciones, se observó que las variaciones mínimas y máximas van de los 17.16°C hasta los 31.58°C; las menores temperaturas se presentaron en el mes de enero; mientras que las más altas entre los meses de mayo y junio.

La estación La Cangrejera mostró una máxima mensual de 30.17°C en mayo y una mínima mensual de 18.81 °C en enero, mientras que la media anual correspondió a 24.74 °C.

Las temperaturas máximas que arrojó la estación Tancochapa, se observaron en el mes de mayo con 31.58°C y los valores mínimos se presentaron en el mes de enero con 19.94 °C y una temperatura anual promedio de 26.07°C.

En tanto la estación Minatitlán presentó una temperatura máxima de 31.40 °C en el mes de junio y una temperatura mínima de 17.16 °C en enero; con un promedio en el año de 25.84°C.

Las temperaturas registradas en el año 2016, corresponden al mes de enero hasta julio; la estación de Minatitlán presenta temperaturas de 22°C en enero y 30.1°C en mayo; las de la estación Tancochapa fluctúan entre los 22.3°C en enero y 32.1°C en mayo; para La Cangrejera no se tienen registros de los años 2015 y 2016.

8.1.4.3.2 Precipitación media mensual.

Los datos históricos de precipitación pluvial mensual, comprendieron los periodos para la estación La Cangrejera de 1997 al 2015, estación Tancochapa de 1948 al 2015 y Minatitlán de 1922 al 2015; los valores permitieron observar la cantidad de precipitación registrada en las estaciones cercanas al CCP.

Tabla 54. Precipitación mensual en mm de las estaciones climatológicas.

Precipitación mensual													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Cangrejera	135.59	60.81	60.81	36.19	156.66	172.83	200.34	255.81	535.30	576.88	436.69	224.40	2841.11

Precipitación mensual													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Tancochapa	138.67	73.61	44.31	40.97	105.18	238.42	257.38	288.50	403.30	410.69	253.16	185.37	2296.65
Minatitlán	110.19	63.72	38.11	32.63	83.95	259.21	272.98	310.28	463.38	359.82	224.42	151.03	2043.25

Fuente: CONAGUA (2016).

Para la precipitación mensual se observó que septiembre y octubre fueron los meses con más lluvias, registrando valores de 403.3 mm a 576.88 mm; mientras que los meses con menores precipitaciones son febrero, marzo y abril con un rango de los 32.63 mm a los 73.61 mm.

La mayor precipitación anual registrada se obtuvo en la estación La Cangrejera con 2841.11 mm; seguido de Tancochapa con 2296.65 mm y Minatitlán con 2043.25 mm.

Los datos del año 2016, presentaron información de los meses de enero a julio; donde las precipitaciones en la estación La Cangrejera mostraron registros que van desde los 11 mm a los 191 mm; en la estación Tancochapa desde 0 mm hasta 364.4 mm y en Minatitlán desde 6 mm hasta los 616 mm.

Climogramas.

Las gráficas siguientes representan la relación de las precipitaciones y temperaturas de cada una de las tres estaciones analizadas.

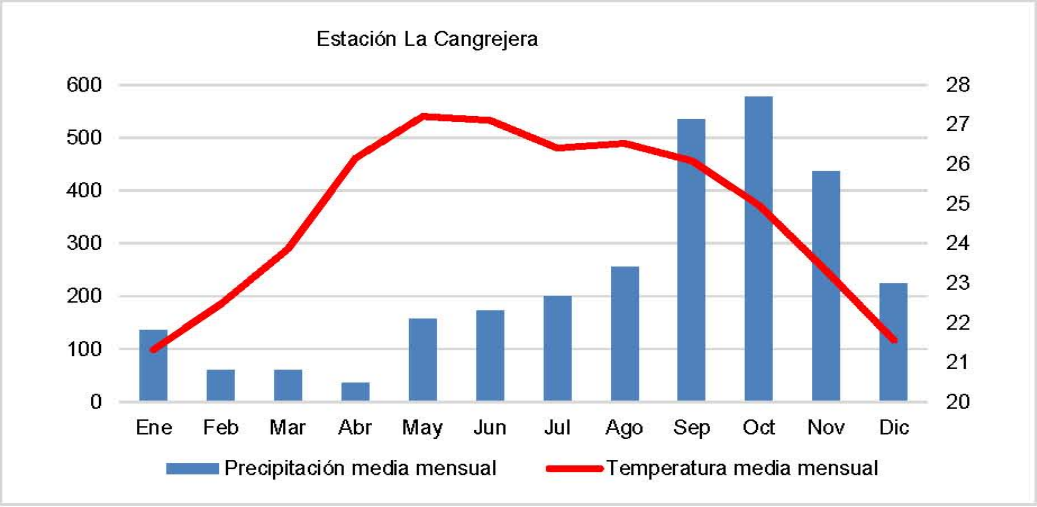


Figura 75. Climograma Estación La Cangrejera.

Para la zona donde se localiza la Estación La Cangrejera, se observa la presencia de lluvias posterior al mes de agosto con valores registrados cercanos a los 600 mm entre el mes de septiembre y octubre. Conforme aparecen las lluvias disminuyen los días de

altas temperaturas, las cuales comienzan a presentarse desde el mes abril por arriba de los 25°C.

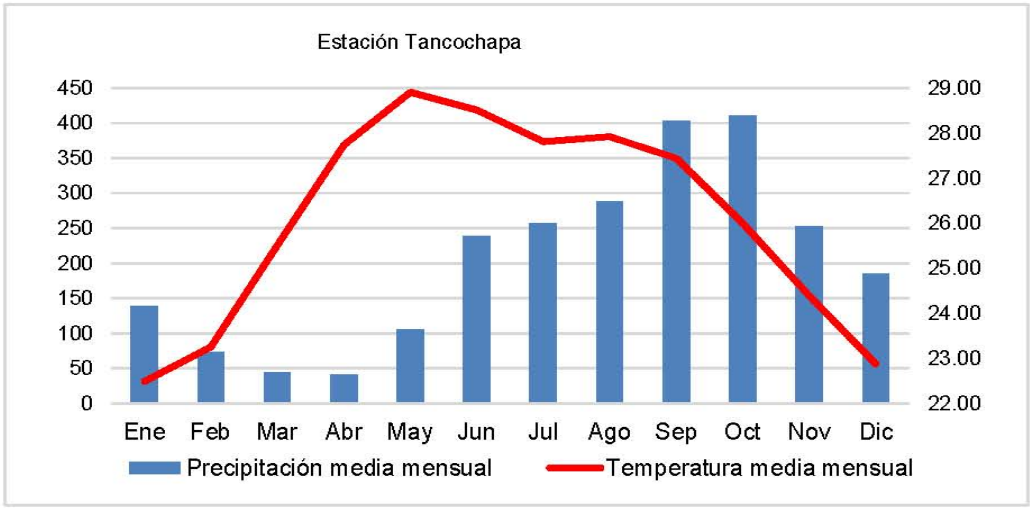


Figura 76. Climograma Estación Tancochapa.

Para la estación Tancochapa, las altas temperaturas coinciden con los meses más secos, es decir, entre abril y mayo. A partir de junio empiezan a incrementarse las lluvias, sobre todo en los meses de septiembre y octubre. En el climograma se observa que, entre diciembre y enero, las bajas temperaturas coinciden con la presencia de lluvia.

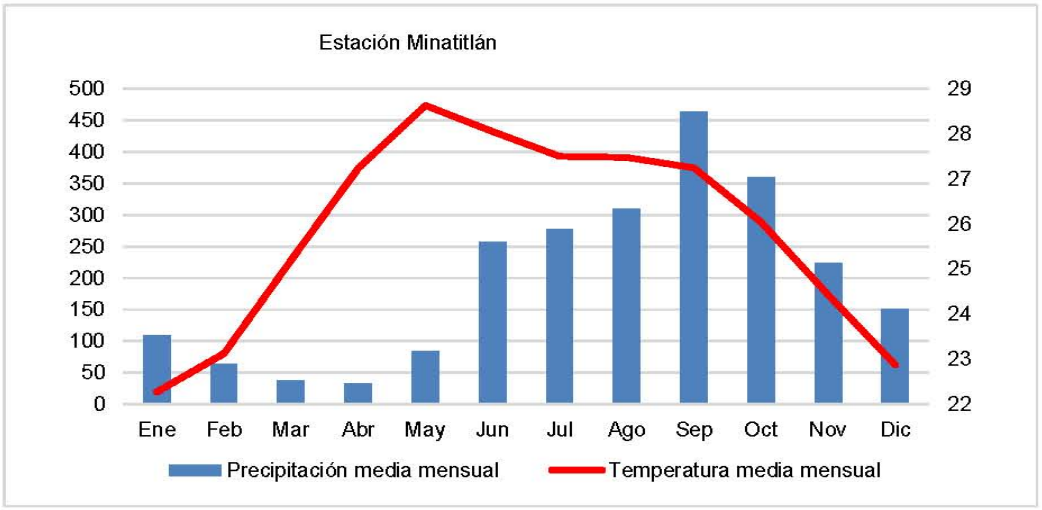


Figura 77. Climograma Estación Minatitlán.

La estación de Minatitlán registra sus temperaturas más altas en el mes de mayo donde se han presentado temperaturas por arriba de los 28°C, luego de un periodo de

muy poca lluvia entre los meses de febrero y mayo. La época de más lluvia corresponde al mes de septiembre y octubre, coincidiendo este dato con las estaciones anteriormente analizadas.

8.1.4.3.3 Evaporación.

La información histórica de evaporación proporcionada por la CONAGUA comprende los periodos para la Estación La Cangrejera de 1997 a 2013, Estación Tancochapa de 1961 a 2013 y Estación Minatitlán de 1961 a 2013.

Tabla 55. Evaporación en mm de las estaciones climáticas.

Evaporación total mensual													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Cangrejera	81.01	91.56	141.49	167.09	179.04	165.04	156.69	150.34	134.12	108.25	90.58	70.06	1501.46
Tancochapa	55.90	66.21	106.08	131.63	146.80	127.56	117.34	116.93	100.97	87.24	63.56	58.47	1042.66
Minatitlán	47.81	61.11	99.49	130.51	141.76	111.30	101.98	109.42	93.58	89.39	61.38	53.01	803.67

Fuente: CONAGUA (2016).

La tabla comparativa obtenida mediante el análisis de los datos históricos, permitió observar la relación existente entre la evaporación y las altas temperaturas presentadas en los meses de mayo y junio.

Los valores de evaporación más altos se presentaron en el mes de mayo correspondientes a las elevadas temperaturas, alcanzando promedios mensuales en la Estación La Cangrejera de 179.04 mm, seguido está Tancochapa con 146.80 mm y Minatitlán con 141.7 mm. La evaporación anual está comprendida de 803.67 a los 1501.46 mm.

8.1.4.3.4 Nubosidad.

De la misma manera que en los parámetros anteriores, los datos históricos de nubosidad se encuentran ausentes en la información proporcionada por la CONAGUA, ya que la dependencia no cuenta con los instrumentos necesarios para la medición dicha variable y por lo tanto no se cuenta con los datos para el análisis del promedio anual.

Sin embargo, PEMEX maneja una base de datos del pronóstico meteorológico donde muestra avisos diarios sobre las condiciones del clima cada 24 horas a las 8:00 a.m., de dicha información se tomó la descripción sobre la nubosidad de la región Coatzacoalcos por encontrarse más cercana al área en cuestión, contabilizando la nubosidad ocurrida durante el año como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 56. Días con nubosidad durante el 2016.

Estado del cielo	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
Despejados	4	7	8	15	16	5	7	8	70
Medio nublados	9	12	14	8	10	12	16	11	92
Nublados	18	10	9	7	5	13	8	12	82

Fuente: PEMEX (2016).

Se observó que suelen presentarse días despejados, medio nublados a nublados; sin embargo, los registros a las 8:00 de la mañana muestran que los días con mayor incidencia son los días medio nublados. Cabe hacerse mención que algunos de los días pueden presentar además bruma, niebla, chubascos o tormentas eléctricas asociadas a la nubosidad.

8.1.4.3.5 Eventos extremos (Ciclones, huracanes, tormentas y depresiones tropicales, etc.).

El análisis de los mapas hidrometeorológicos del Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico de Moloacán, permitieron determinar que en el área de estudio los eventos extremos que se presentan con mayor frecuencia son las tormentas eléctricas y atípicas granizadas.

En la parte oeste del CCP, la ocurrencia de tormentas eléctricas es de 41 a 70 días anuales, mientras que en el resto del mismo disminuyen de 21 a 40 días al año. Las granizadas se dan en la zona de estudio en promedio por un periodo anual de 0 a 1 día; cabe hacerse mención que en el municipio de Moloacán las heladas anuales son consideradas nulas por el Atlas Municipal.

Así mismo, los datos proporcionados por la CONAGUA para los eventos extremos comprenden los periodos de 2008 – 2013 para La Cangrejera, 1948 – 2013 Tancochapa, 1922 – 2013 Minatitlán y reúnen información acerca de tormentas eléctricas y granizadas.

Tabla 57. Eventos extremos.

Estación	Tormentas eléctricas	Granizadas
La Cangrejera	0	0
Tancochapa	0 - 16	0 – 1
Minatitlán	0 - 31	0 – 1

Fuente: CONAGUA (2016).

Los eventos extremos con mayor ocurrencia observados en el análisis de datos son las tormentas eléctricas, las cuales se presentaron con los valores más altos en la

estación Minatitlán y en la que se han registrado desde días nulos hasta un mes continuo de este fenómeno meteorológico. La base de datos de la CNA presenta que los últimos registros de un mes completo con tormentas eléctricas datan en julio y agosto de 1988.

Las granizadas son inusuales en el área; sin embargo, se encontró que pueden presentarse con una ocurrencia de 0 – 1 días, siendo registradas por las estaciones de Minatitlán y Tancochapa.

Los eventos extremos con mayor incidencia para el estado de Veracruz, son los ciclones tropicales y los huracanes; estos representan una de las grandes amenazas que llegan a provocar considerables daños materiales, humanos y ambientales.

La incidencia de las intensas lluvias asociadas a estos fenómenos significa un efecto negativo sobre las condiciones de vida de la población y el desarrollo productivo de la región donde ocurre el desastre.

Los ciclones tropicales son fenómenos hidrometeorológicos, los cuales consisten en una masa de aire cálido y húmedo con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión; su desarrollo puede llevarlo a convertirse en Huracán.

Estos se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de su viento máximo sostenido en superficie (VMS); se le denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 mb o VMS menor que 63 km/hr), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o VMS entre 63 km/hr y 118 km/hr) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/hr).

Cuando los ciclones tropicales se encuentran en el Golfo de México, existe una franja larga que cubre a Veracruz y Tamaulipas, donde la media de la dirección de traslación indica que los ciclones se dirigen perpendiculares, o casi perpendiculares a las costas de dichos estados, provocando efectos mayores por viento, marea de tormenta y oleaje (CENAPRED, 2002).

El estado de Veracruz está expuesto a estos fenómenos por un periodo que abarca la mitad del año (junio – noviembre). Estos aumentan la vulnerabilidad de las regiones y de la población debido a las características del sistema hidrológico veracruzano, por el cual escurre casi la tercera parte de toda el agua del país. La porción continental que incluye a la península de Yucatán, Tabasco y sur de Veracruz es prácticamente plana y no representa obstáculo alguno al paso de ciclones tropicales.

Los huracanes y ciclones que han tenido influencia directa en el estado de Veracruz por sus intensas lluvias y pérdidas económicas, se enlistan en la siguiente tabla; se considera el lugar de entrada y los vientos máximos de impacto.

Tabla 58. Huracanes y tormentas eléctricas que han afectado al estado de Veracruz.

Huracán o Ciclón Tropical	Año	Categoría de impacto	Lugar de entrada a tierra o costa más cercana	Vientos máximos en impacto km/hr
Danielle	2016	TT	A 10 km al sur-sureste de Tamiahua, Ver. y a 15 km al norte de Tuxpan, Ver,	75
UNO-E	2016	DT	En las costas de Oaxaca, a 35 km al sureste de Juchitán, Oax., en las inmediaciones de localidad de Pesquería, Oax., en el área de la Laguna Superior.	55
Carlos	2015	H1	Aunque el centro del sistema se mantuvo en el mar, estuvo muy cerca de la costa por lo que las bandas nubosas afectaron a los estados de Chiapas, Oaxaca, sur de Veracruz, sur de Puebla, Tlaxcala, Morelia, Cd de México, México, Querétaro, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit	150
Dolores	2015	H2	Aunque el centro del sistema siguió una trayectoria sobre el mar, su cercanía a la costa permitió que los nublados alcanzaran los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz sur, Puebla sur, Morelos, México, Distrito Federal, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur.	215
Boris	2014	TT	Tocó tierra a 20 km al este de Barra de Tonalá, Chiapas	65
Dolly	2014	TT	Tocó tierra al norte de la Laguna de Tamiahua, a 7 km al noreste de la población de Horconcitos, Veracruz	75
Hanna	2014	DT	Tocó tierra en las inmediaciones de Sabancuy, Campeche	45
Barry	2013	TT	Tocó tierra en Playa La Mancha, a 45 km al noreste de Veracruz, Ver.	75
Fernand	2013	TT	Tocó tierra a 5 km al norte de Zempoala, Ver.	85
Ingrid	2013	TT	Tocó tierra en la costa de Tamaulipas sobre la población de La Pesca, Tamps.	100
Carlotta	2012	H1	A 20 km al noroeste de Puerto Escondido, Oax.	150
Ernesto	2012	H1 (TT)	Tocó tierra en las inmediaciones de la población de Majahual, Q.R. (Costa sur del estado Veracruz, a 15 km al noroeste de Coatzacoalcos)	140 (95)
Helene	2012	TT	Tocó la costa norte de Veracruz a 15 km al norte de la población de Horconcitos	65
Nate	2011	TT	25 km Nnw de Puerto de Veracruz, Ver.	95
Harvey	2011	DT (DT)	42 km E-Se de Villahermosa, Tab. (15 km al Wsw Alvarado, Ver.)	55 (55)
Arlene	2011	TT	En tierra, 55 km al norte de Tuxpan, Ver. Cercanías de Cabo Rojo, Ver.	100
Matthew	2010	DT	20 km Ssw Altamira Camp.	55
Karl	2010	TT(H3)	15 km al Sur-Suroeste de Puerto Bravo, Q. Roo [Playa Chachalacas, a 15 km al Norte de la ciudad de Veracruz, Ver.]	100 (185)
DT 11E	2010	DT	35 km nw de Salina Cruz, Oax.	55
Marco	2008	TT	30 km Este de Misantla, Ver.	65
Lorenzo	2007	H1	Tecolutla, Ver.	130
Dean	2007	H5 (H2)	Puerto Bravo, QRoo (Tecolutla, Ver.)	260 (155)
Stan	2005	TT(H1)	Felipe C. Pto, Qroo (San Andrés Tuxtla, Ver.)	75 (130)
José	2005	TT	10 km sureste de Vega de Alatorre, Ver.	85
Gert	2005	TT	10 km sureste de Pánuco, Ver.	75
Bret	2005	TT	15 km sur de Tuxpan, Ver.	65
Larry	2003	TT	El Alacrán, Tab	95
Keith	2000	TT (H1)	Chetumal, QRoo (Tampico, Tamps)	75 (148)
Dt 11	1999	DT	90 km noroeste Coatzacoalcos	55
DT7	1999	DT	Tepehuanes, Tamps.	55
DT2	1999	DT	Cazones-Tuxpan, Ver.	55
Dolly	1996	H1(H1)	F.C. Pto. QRoo (Pueblo Viejo, Ver.)	110 (130)

Huracán o Ciclón Tropical	Año	Categoría de impacto	Lugar de entrada a tierra o costa más cercana	Vientos máximos en impacto km/hr
Roxanne	1995	H3(DT)	Tulum, QRoo (Mtz de la Torres, Ver.)	185 (45)
Dt 6	1995	DT	Tamiahua, Ver.	55
DT 5	1994	DT	Tampico, Tamps	55
Gert	1993	TT(H1)	Chetumal, QRoo (Tuxpan, Ver.)	65 (148)
DT2	1991	DT	La Pesca, Tamps	55
Diana	1990	TT(H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver.)	110 (158)
Debby	1988	H1	Tuxpan, Ver.	120
Edouard	1984	TT	A 70 km al este de Nautla, Ver.	65
Hemine	1980	TT (TT)	Sacxan, Q Roo (Catemaco, Ver.)	100 (110)
Bess	1978	TT	Tecolutla, Ver	75

Nota: División de ciclones tropicales en fases de acuerdo con la velocidad de su viento máximo sostenido en superficie (VMS). Depresión tropical (DT) VMS menor a 63 km/hr; Tormenta Tropical (TT) VMS entre 63 y 188 km/hr; Huracán: (H) H-1 118-153 km/hr, H-2 154-177 km/hr, H3 178-209km/hr, H-4 210-250 km/hr, H5 mayor a 250 km/hr.

Fuente: SMN (2016).

Cabe desatacar que el SMN en su Atlas Nacional de Riesgos, presenta un histórico de los huracanes desde junio de 1851 hasta junio de 2016, donde se observó que solamente se tienen tres registros de tormentas tropicales cercana al área de estudio.

En junio de 2013, la depresión tropical “Barry” se formó en el océano Atlántico a 265 km al sureste de Chetumal Quintana Roo con vientos sostenidos de 55 km/ hr y se desplazó con rumbo hacia el oeste-noroeste a 20 km/hr. Su trayecto se dirigió hacia las costas de Veracruz con vientos máximos sostenidos de 65 km/hr con rachas de 85 km/hr, tocó tierra en Playa La Mancha a 45 km al noroeste de Veracruz, Veracruz (SMN, 2013).

La tormenta tropical con nombre “Bárbara” se formó en el océano pacífico con movimientos al nor-noroeste de la república mexicana ingresando por Chiapas con categoría huracán 1 y debilitándose después; pasó sobre los municipios veracruzanos de Minatitlán e Ixhuatlán del sureste en mayo del 2013 con intensidades de viento de 35 km/hr y rachas de 55 km/hr (SMN, 2013).

En septiembre de 1944, un Huracán de categoría 1, alcanzó una velocidad del viento de 70 km/hr que afectó fuertemente con inundaciones algunos municipios de Veracruz, con especial atención Cosamaloapan y Tlacotalpan.

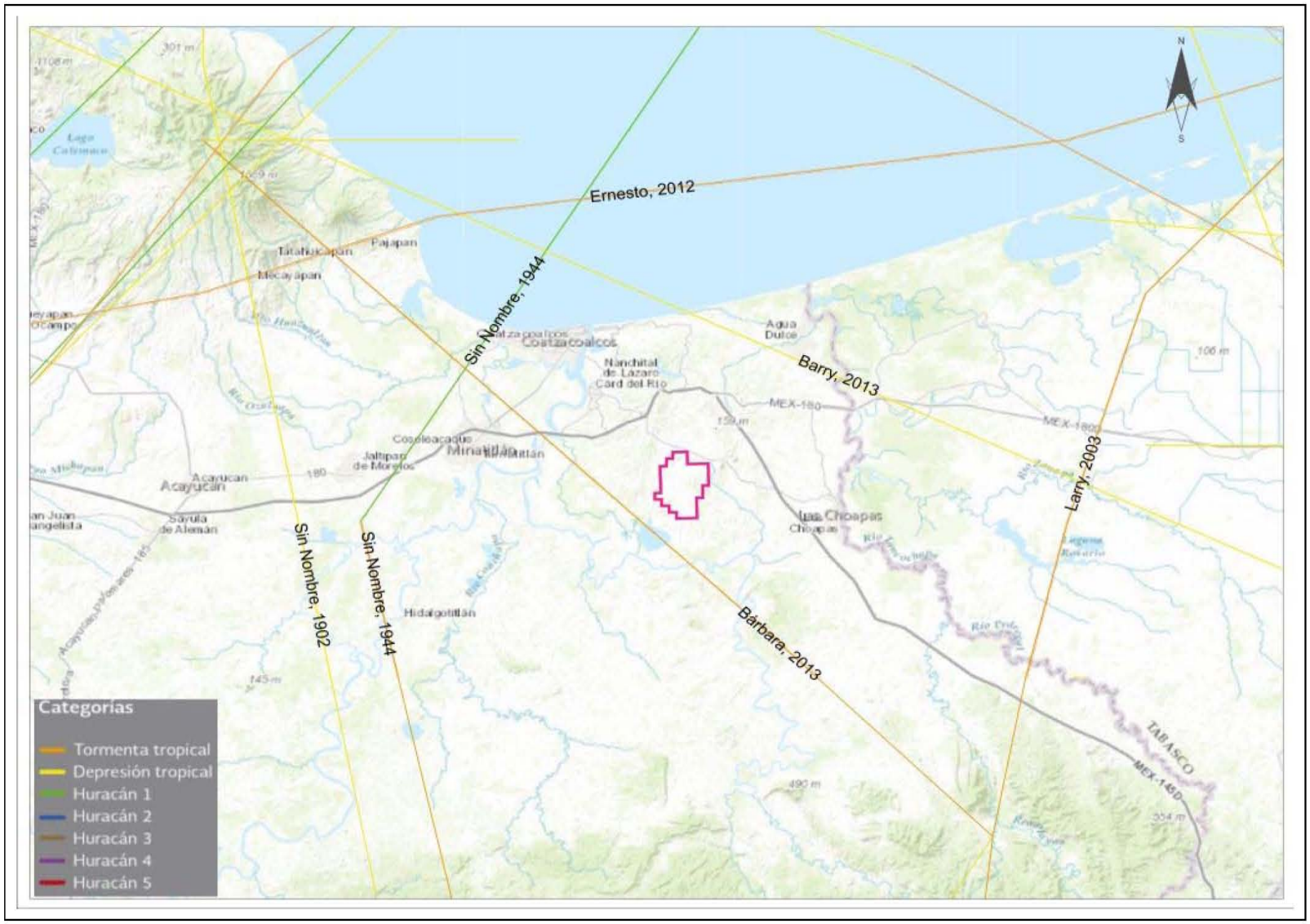


Figura 78. Tormentas tropicales ocurridas en Veracruz cercanas al CCP.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos (2016).

8.1.4.3.6 Vientos dominantes (velocidad y dirección).

La información proporcionada por la CONAGUA no presentó registros acerca de los vientos; ya que, por tratarse de estaciones climatológicas, estas no cuentan con instrumental para medir la variable de viento[1].

Tomando en consideración información de los Puertos de Coatzacoalcos y Minatitlán procedente de la Secretaría de Marina (SEMAR) se determinó que, por su cercanía a los municipios con los mismos nombres, los vientos dominantes son similares, los cuales provienen del noreste con variantes del noroeste dentro del periodo mayo – agosto, tratándose de vientos alisios modificados ligeramente en su dirección por condiciones regionales que se imponen en la circulación general de la atmósfera.

Las velocidades promedio son de 3.2 a 4.2 m/seg aumentando de mayo a septiembre entre 4.5 y 5.5 m/seg, y de octubre a febrero hasta de 6.3 m/seg durante el invierno, cuando sopla el norte aumenta considerablemente.

Los vientos dominantes de octubre a marzo son del norte (acompañados de lluvias continuas), de abril a septiembre los vientos dominantes son del este y sureste.

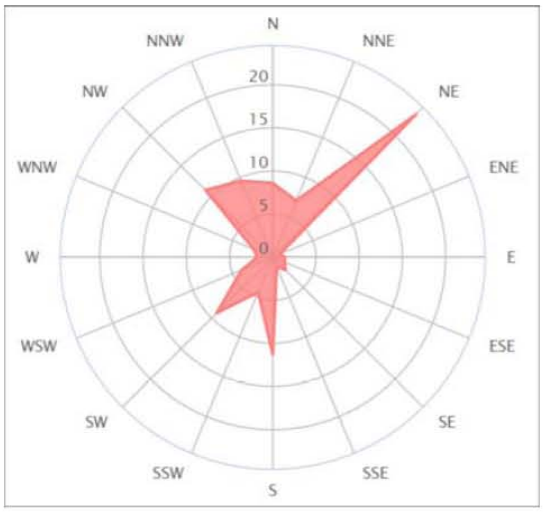


Figura 79. Distribución de la dirección del viento en porcentaje (Coatzacoalcos/Minatitlán)2.

De acuerdo a la posición que guarda Veracruz con relación al Sistema de Circulación Atmosférica, se sitúa a la entidad en la zona de dominio de los vientos alisios del hemisferio norte. Así, la región del Golfo de México se localiza en la zona de dominio

[1] Comentario de la Dirección Técnica de Hidrometeorología, Organismo de la Cuenca Golfo Centro.

[2] Gráfico de las estadísticas del viento para Coatzacoalcos / Minatitlán presentadas por Wind finder, quien se especializa en predicciones y pronósticos de viento, olas, mareas y del tiempo para deportes relacionados con el viento y son observaciones reales de estación meteorológica. Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 01/2009 - 08/2016 entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local.

de los vientos alisios del noreste, los cuales tienen su origen en el borde sur de la celda anticiclónica del Atlántico septentrional que al atravesar el océano recogen humedad. Durante el verano, con el desplazamiento hacia el norte de dicha celda, los vientos alisios soplan con una dirección general de noreste a suroeste en superficie, o de este a oeste en las alturas, e incrementan su contenido de humedad al recorrer una gran distancia sobre las aguas calientes del océano (Zepeda V. R., 2005).

De esta manera la influencia de la fuerte humedad que representa el Golfo de México, y de los vientos determina los alisios en verano y los nortes en invierno dentro del CCP siendo los vientos del noreste y noroeste los que se presentan todo el año con velocidades variables y en las que ocasionalmente la presencia de vientos del sur.

8.1.4.3.7 Presión atmosférica y humedad relativa.

Para la presión atmosférica y la humedad relativa, la CONAGUA mencionó que los registros de dichas variables se encuentran ausentes debido a la falta de instrumentos para medir tales parámetros. Esto se debe a que son estaciones climatológicas y no meteorológicas.

De esta manera la información sobre la presión atmosférica se determinó a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP) de la SAGARPA con datos históricos del año 2015, así como del 2016 de enero a mayo de la estación Coatzacoalcos.

Tabla 59. Humedad relativa de las estaciones INIFAP, Coatzacoalcos y Agua Dulce.

Humedad relativa													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Coatzacoalcos 2015	89.02	86.27	83.09	76.32	78.51	81.12	78.22	80.93	87.13	88.17	92.68	89.72	84.27
Coatzacoalcos 2016	87.68	84.52	78.87	72.7	74.89	-	-	-	-	-	-	-	79.73
Agua Dulce 2016	89.8	87.71	87.2	83.17	83.57	87.11	88.38	91.71	-	-	-	-	87.33

Fuente: SAGARPA, INIFAP (2016).

Los datos mostraron que la humedad relativa ha estado presente durante el año con un promedio de 84.27% en el 2015 y en el 2016 con un 79.73%; asimismo, por su cercanía se seleccionó la estación de Agua Dulce la cual presenta datos del 2016 con un promedio de 87.33% de humedad relativa para el municipio con el mismo nombre (SAGARPA, 2016). En el SMN se registran para el municipio de Coatzacoalcos variables que diarias que van del 0 a 100% de días con humedad relativa.

Para la presión atmosférica el SMN muestra la existencia de la Estación Meteorológica Automática (EMA) La Cangrejera la cual tiene registros de la presión atmosférica en Coatzacoalcos con oscilaciones entre los 1000.4 hPa hasta los 1014.4 hPa. De la

misma manera muestra la estación de la red de la SEMAR, estación Coatzacoalcos cuyas presiones atmosféricas son de los 1005.2 hasta los 1019.1 hPa (SMN, 2016).

8.1.4.3.8 Análisis e interpretación de resultados obtenidos.

El CCP se localiza en un área donde los factores climatológicos representativos de la región son las altas temperaturas e intensas precipitaciones por lo que se encuentra catalogado como cálido húmedo.

Las estaciones seleccionadas para el presente análisis, fueron las más cercanas al CCP; cabe destacar que, en ausencia de estaciones climáticas en el área, los valores arrojados por estas son aproximaciones de las condiciones climáticas.

Los valores estimados para temperatura tienen variantes mensuales que van desde los 17.16ºC hasta los 31.58ºC donde las temperaturas más bajas se presentan en enero, mientras que las más altas entre mayo y junio. Se destaca que "La Cangrejera" es la estación con mayor cercanía al CCP por lo que se menciona que la media anual corresponde a 24.74ºC.

En tanto a precipitaciones se indica que se presentan altos índices de lluvia en los meses de septiembre y octubre con valores comprendidos de 403.3 mm a 576.88 mm, lo cual muestra un régimen de lluvias que puede afectar a la zona por los constantes aportes pluviales; mientras que el periodo estiaje se observa en los meses de febrero, marzo y abril con precipitaciones mensuales fluctuando entre 32.63 mm a 73.61 mm. La estación "La Cangrejera" presenta la mayor precipitación anual con 2841.11 mm.

Por lo que respecta a la evaporación, esta depende de las condiciones temperatura-precipitación, por ello se indica que los meses con mayor evaporación son mayo y junio, detectándose que en "La Cangrejera" se obtuvo el mayor valor con 179.04 mm.

Los vientos predominantes son del norte, y siendo que de octubre a marzo se consideran como temporada de lluvias se determina que los vientos dominantes provienen del noreste con variantes del noroeste y en el periodo abril – septiembre provienen del este y sureste.

Cabe destacar que, aunque el área se ubica en un lugar expuesto a fenómenos meteorológico, estos han afectado de manera indirecta a través de intensas lluvias y vientos que vuelven vulnerables a la población.

Los registros de presión atmosférica con valores entre 1000.4 hPa a 1014.4 hPa y la humedad relativa en el rango de 79.73 a 87.33%. Los eventos extremos más comunes corresponden a las tormentas eléctricas.

8.1.4.4 Hidrología superficial y subterránea.
8.1.4.4.1 Hidrología superficial.
8.1.4.4.1.1 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas.

Por sus características hidrológicas y en función de los límites de cuencas hidrológicas establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en la costa veracruzana se delimitan cuatro regiones hidrológicas: Pánuco, Norte de Veracruz o Tuxpan-Nautla, Papaloapan y Coatzacoalcos (D. Pereyra Díaz 2008), por lo que esta región es una de las zonas mejor dotadas de recursos hidrológicos del país. Hacia la costa el sistema culmina con la formación de las mayores lagunas del Golfo de México como la Laguna del Carmen, Laguna Pajonal y Laguna Machona.

El área de estudio del CCP está ubicada dentro de la Región Hidrológica RH29 Coatzacoalcos, y pertenece a la Cuenca "B" Río Coatzacoalcos Subcuenca "I" Río Uxpanapa.

La cuenca hidrológica río Coatzacoalcos, comprende desde el nacimiento del río Coatzacoalcos hasta su confluencia con el río Uxpanapa. De acuerdo al simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) de INEGI, la cuenca hidrológica tiene una superficie de 21,501.36 km^2 distribuida entre los estados de Oaxaca y Veracruz, y se encuentra delimitada al norte por el Golfo de México; al sur con el parteaguas continental del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca; al este con la RH30 Grijalva-Usumacinta; y al oeste con la RH28 Papaloapan, en los estados de Oaxaca y Veracruz.

La disponibilidad media anual de la cuenca es de 30,614.973 Mm^3 (millones de metros cúbicos), presenta además un volumen medio anual de escurrimiento natural de 16,262.58 Mm^3, y un volumen anual de extracción de agua superficial de 23.246 Mm^3 (D.O.F., 2016).

Como parte del aprovechamiento de la cuenca del río Coatzacoalcos se han desarrollado algunas obras hidráulicas, entre las que destacan:

Acueducto Uxpanapa-La Cangrejera. Este acueducto inició su operación en mayo de 1985, tiene una longitud de 40 km y un caudal de diseño de 20,000 l/s. Consiste en conducir agua del río Uxpanapa hasta la Presa la Cangrejera. La misión del acueducto es abastecer de agua a los complejos petroquímicos de PEMEX y a la industria asentada en la margen derecha del río Coatzacoalcos. El organismo responsable en la operación del acueducto es CONAGUA.

Acueducto Yuribia-Coatzacoalcos y Minatitlán. El acueducto inició su operación en 1987, tiene una longitud de 64 km y un caudal de diseño de 2,000 l/s. El objetivo es abastecer los municipios de Coatzacoalcos y Minatitlán con el agua del río Ocotal y Tizizapa. Este acueducto está a cargo de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Coatzacoalcos Ver., (CMAS Coatzacoalcos).

Anexo 11. Mapa - Hidrología superficial. Campo Cuichapa Poniente.

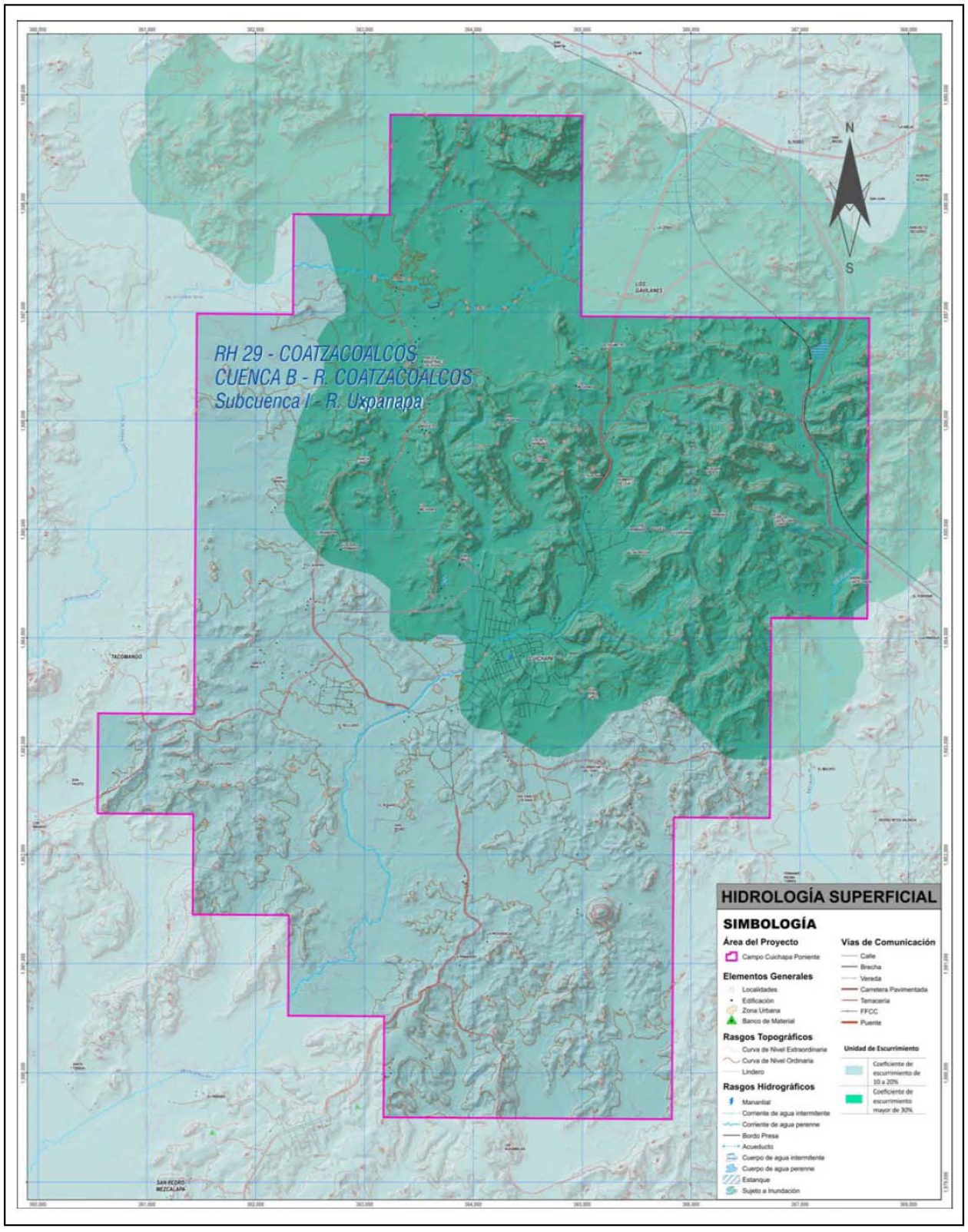


Figura 80. Hidrología superficial. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

8.1.4.4.1.2 Microcuencas.

Consultando la herramienta en línea SIATL del INEGI, se tiene para el área de estudio dos "microcuencas" que corresponde a las zonas bajas donde atraviesan los arroyos Nexmegata y Tacalaxmacayas, tal como se aprecia a continuación.

En la figura siguiente se identifican en color rojo todos los flujos tributarios a los segmentos de referencia (arroyo Nexmegata y arroyo Tacalaxmacayas) en sentido aguas arriba acotado a la divisoria de la subcuenca y el cauce principal de cada arroyo se resalta en color naranja.

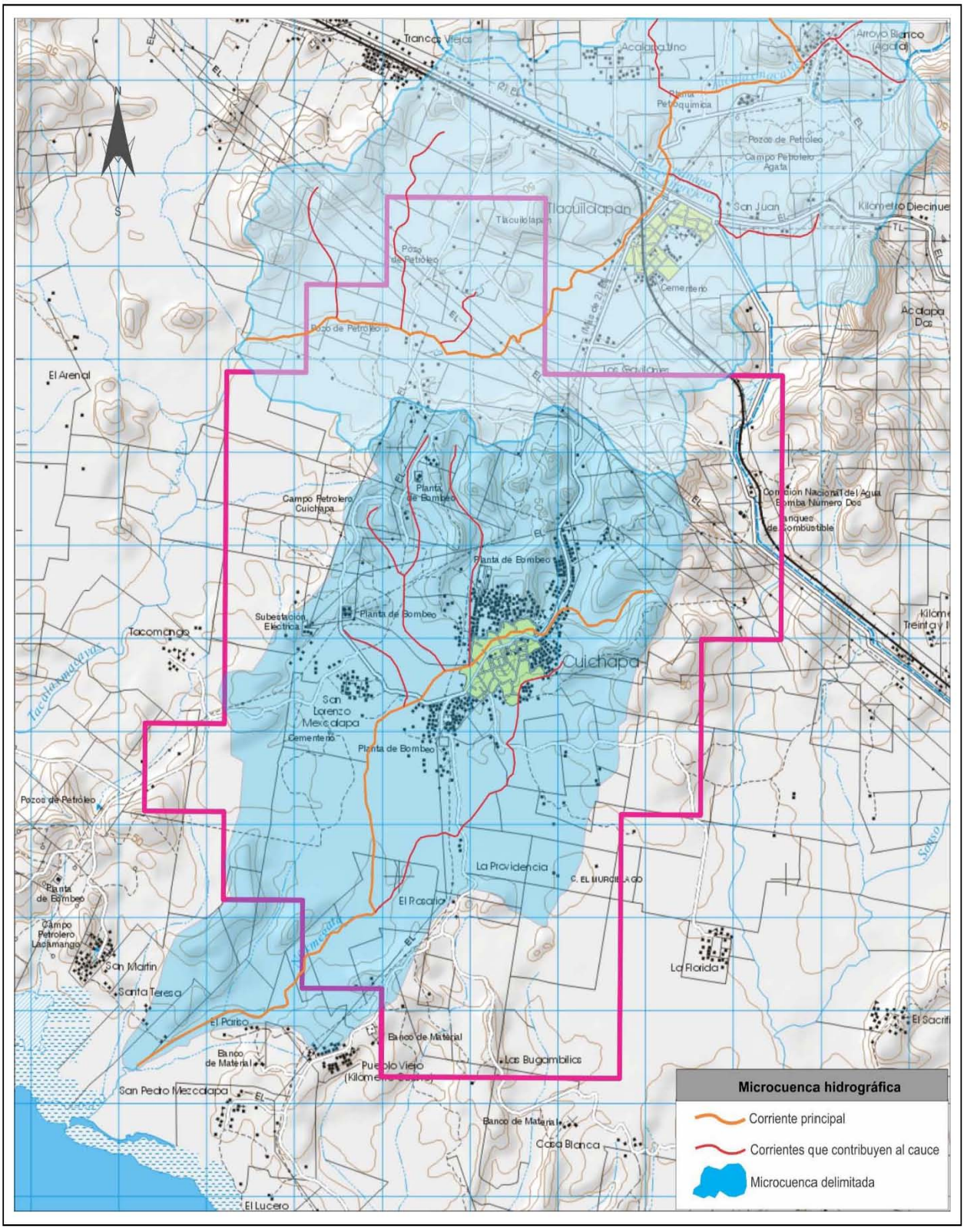


Figura 81. Microcuenca de inundación. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información del SIATL del INEGI.

- **Microcuenca 1 (arroyo Nexmegata).**

Esta microcuenca se ubica en la parte centro y sur oeste del CCP, es delimitada por una divisoria cuyas aguas o escurrimientos fluyen a una corriente principal, o cuerpo de agua, es una subdivisión de una subcuenca hidrográfica que presenta características muy particulares de escurrimiento.

Los índices morfométricos, resultado del análisis, menciona un área drenada de 23.31 km^2. La corriente de agua analizada tiene una longitud de 9,734 m, los cuales recorre en alturas que van desde los 10 m a 61 m, generando una pendiente media de 0.52%. Su perfil de elevaciones se muestra a continuación.

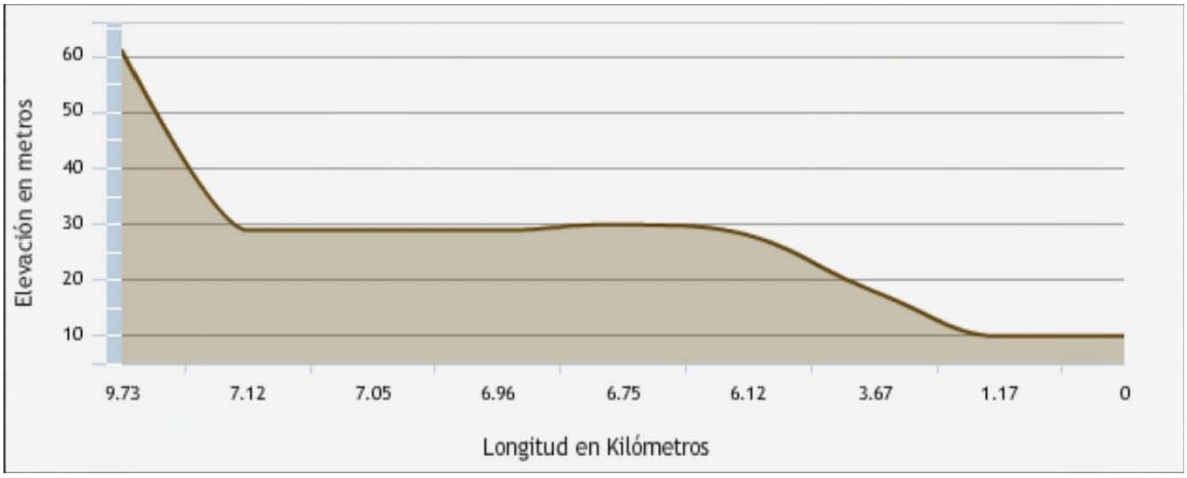


Figura 82. Perfil de elevación del arroyo Nexmegata, generado en el SIATL de INEGI.

Las elevaciones mayores, superiores a los 60 m, se localizan al NE del CCP, al N de la localidad de Cuichapa, y las menores se ubican al SO del polígono muy cercano a la laguna de Mezcalapa.

- **Microcuenca 2 (arroyo Tacalaxmacayas).**

Esta microcuenca se localiza en la parte norte del CCP, está delimitada por aguas o escurrimiento que fluyen hacia a un corriente principal.

La microcuenca posee una longitud de 13,176 m, con elevaciones que van desde los 20 m hasta los 58 m y una elevación media de 39 m, tiene una pendiente media de 0.29%, un tiempo de concentración de 272.46 minutos y un área drenada de 33.96 km^2.

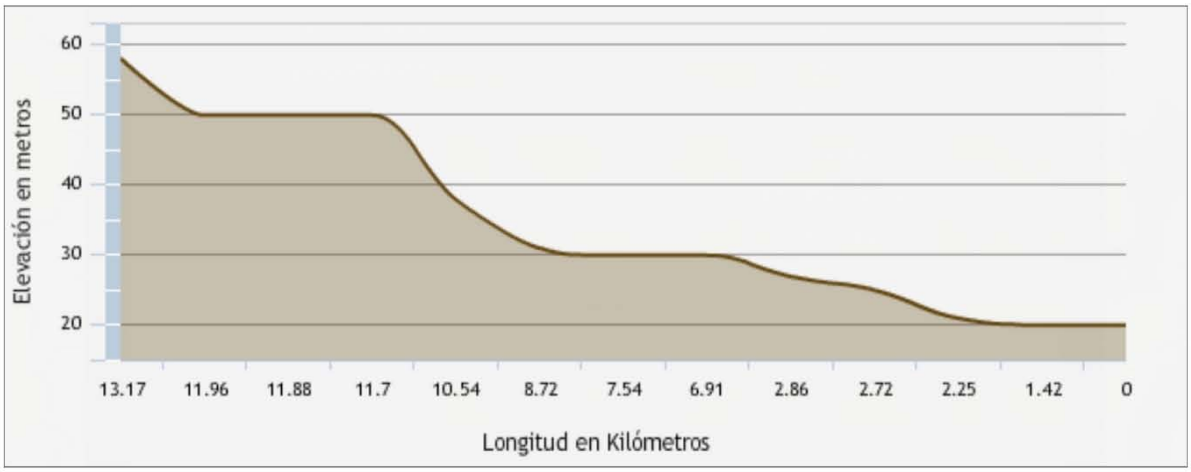


Figura 83. Perfil de elevación del arroyo Tacalaxmacayas, generado en el SIATL de INEGI.

En la parte NE fuera de los límites del CCP se localizan las mayores elevaciones superiores a los 50 m, las cuales van disminuyendo conforme continúa el cauce principal del arroyo hacia la parte NO.

8.1.4.4.1.3 Principales ríos, embalses y cuerpos de agua continentales superficiales.

De manera global la cantidad de agua que circula superficialmente en la zona es a través de los ríos, seguido por el volumen de agua aportado por las lluvias, las cuales forman pequeños arroyos o escorrentías. Los principales ríos que conforman la cuenca río Coatzacoalcos son los siguientes:

El río Coatzacoalcos nace en el estado de Oaxaca, en la Sierra Atravesada, a una altura de 2,000 m; corre por una topografía accidentada que se suaviza conforme alcanza terreno hacia su desembocadura en la Barra de Coatzacoalcos, junto a la ciudad y puerto del mismo nombre. Entre sus principales afluentes destacan los ríos Uxpanapa, Jaltepec, Coachapa y Calzadas. El río Coatzacoalcos es de los pocos que aún es navegable, en gran parte de su recorrido y en algunos afluentes, por embarcaciones medianas, y en un tramo pequeño, aguas arriba de su desembocadura, por barcos petroleros de gran calado que llegan a la laguna de Pajaritos (Tejada-Martínez, 2012; PRONACOSE, 2014).

El río Uxpanapa es un importante afluente que se une al cauce principal del río Coatzacoalcos por la margen derecha a 5 km aguas abajo de Minatitlán. Esta corriente nace en el estado de Oaxaca y su longitud es de aproximadamente 185 km con un área drenada de 4,803 km^2 (Tejada-Martínez, 2012).

Dentro del polígono que delimita la superficie del CCP se identificaron numerosos cuerpos de agua, intermitentes y perennes, entre las principales: arroyo Nexmegata, río Francia, arroyo Tacalaxmacayas, arroyo Mosta y laguna Mezcalapa.

El arroyo Nexmegata, nace aproximadamente a 2 km al NE de Villa Cuichapa, tiene un flujo de agua en sentido NE a SO, atraviesa por la parte central de Villa Cuichapa. A lo largo de su trayecto, en la parte de SO aproximadamente a 700 metros del límite de Campo, recibe el efluente de un cuerpo intermitente denominado arroyo Mosta, ambos continúan su trayecto en dirección SO hasta desembocar en la laguna Mezcalapa.

El arroyo Tacalaxmacayas, el cual cruza por la parte N del Campo, tiene su origen en la parte NE del municipio de Moloacán, su régimen de agua es constante con un cauce bien definido con dirección hacia el SO y después hacia el NO; tiene por afluencia en su margen derecha el arroyo del arenal y en su margen izquierda el arroyo Ocuilapa de régimen torrencial y que en tiempo de lluvia sirve de desagüe a la laguna Mezcalapa. (D.O.F., 1936).

La laguna Mezcalapa es un deposito natural ubicado entre Cuichapa y el río Uxpanapa, tiene una superficie de 1,205 ha (UJAT, 2007) y se llena en época de lluvias. Aunque no se localiza dentro del polígono de estudio en esta laguna desembocan el arroyo Nexmegata y el arroyo Mosta, los cuales son además cuerpos receptores de las aguas residuales que se generan en Villa Cuichapa.

Fotografía 17. Vista panorámica del arroyo Nexmegata.

Fotografía 18. Vista panorámica del arroyo Tacalaxmacayas.

Fotografía 19. Vista panorámica de la laguna Mezcalapa.

El río Francia, cuya trayectoria pasa por el extremo E del campo, es de régimen permanente, con cauce bien definido, tiene su origen en una región pantanosa alimentada por el arroyo Sonso, su trayectoria es de N a S hasta desembocar en el río Uxpanapa por su margen derecha.

Es importante mencionar que durante los recorridos de campo realizados por personal de GBN-AS, se detectó que el cauce del arroyo Nexmegata difiere un poco con la cartografía del INEGI, ya que, de acuerdo a la cartografía oficial, el arroyo Nexmegata nace aproximadamente a 1 km al E de Villa Cuichapa, sin embargo, durante los

recorridos de campo se encontró que el arroyo proviene de las zonas altas localizadas en la parte NE de CCP, aproximadamente a 2 km al NE de Villa Cuichapa.

Con la información de la imagen satelital y los recorridos de campo, se identificaron corrientes de agua (arroyos) y numerosos cuerpos de agua, en su mayoría presas, tanto de abrevadero como presas de desecho utilizadas por la industria petrolera, y que hoy en día son captadoras de agua pluvial. Algunas de las presas presentaban características de iridiscencia o turbidez, aun cuando durante el recorrido de campo se encontraban en su temporada de estiaje.

Temporalidad

El volumen y la temporalidad de las corrientes y cuerpos de agua localizados en el CCP se ven influenciados principalmente por las condiciones climáticas características de la zona. En los meses de mayo y junio cuando las temperaturas son mayores y las precipitaciones escasas, el régimen hidrológico se ve reducido notablemente, ya que las corrientes de agua como los arroyos Tacalaxmacayas, Nexmegata y Mosta disminuyen su flujo de agua, pero sin llegar a desaparecer completamente. De igual forma durante estos meses de sequía las presas de abrevadero presentan un bajo nivel o en ocasiones se encuentran completamente secas.

Por otra parte, la recarga de agua se lleva a cabo durante los meses de septiembre y octubre, que es la temporada donde se registran las mayores precipitaciones dentro del campo. En esta época del año el caudal de los arroyos aumenta considerablemente, debido a la captación de agua pluvial proveniente de las zonas altas del campo. Así mismo, las presas de abrevadero logran su mayor captación de agua en esta época del año.

Usos

Los volúmenes de agua nacionales concesionados a los usuarios se inscriben en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el cual agrupa para sus fines prácticos en usos consuntivos (agrícola, abastecimiento público, industrial autoabastecida y termoeléctrica) y no consuntivos (hidroeléctricas). De acuerdo a la información del REPDA, no se tienen registros de aprovechamientos de agua superficial dentro del CCP. Sin embrago, se puede determinar que los principales usos que se le da al agua de las presas es para la ganadería, ya que sirven para el consumo del ganado. Debido a la poca o casi nula actividad agrícola en la zona no se puede determinar en ningún caso un uso agrícola ya que no existe un sistema de riesgo.

Los arroyos en cambio son utilizados como cuerpos de receptores de aguas residuales por lo que el uso para realizar alguna actividad se encuentra descartado debido a las condiciones que pueda presentar el agua.

8.1.4.4.1.4 Escurrimientos.

Las unidades de escurrimiento son áreas en las que la escorrentía tiende a ser homogéneo debido principalmente a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media. Como resultado del análisis de estos factores, se obtiene un coeficiente de escurrimiento, el cual representa el porcentaje de lluvia precipitada que drena superficialmente (INEGI, 2012).

Tabla 60. Superficies por unidad de escurrimiento dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Unidades de escurrimiento	Superficie ha	Porcentaje %
Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%	2,060.12	49.63
Coeficiente de escurrimiento mayor de 30%	2,091.20	50.37
Total	**4,151.32**	**100.00**

Fuente: INEGI, Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0.

El coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%, distribuido en la parte S y SO del polígono, se presenta en áreas con un escurrimiento medio y zonas con alta permeabilidad.

El rango de escurrimiento mayor a 30% de los volúmenes precipitados se localiza en la parte NE de la zona de estudio, se caracteriza por superficies de muy baja permeabilidad, por lo que el escurrimiento que se genera es alto.

Los mayores escurrimientos en el CCP se presentan en la parte N y NE, las cuales son zonas poco permeables, donde el escurrimiento superficial en el terreno sigue caminos variables e interconectados debido principalmente a depreciaciones y vegetación existente, facilitando así el flujo del agua hacia la parte S considerada como una zona de alta permeabilidad que puede favorecer la capacidad para almacenar el agua en el subsuelo.

- **Patrón de drenaje.**

Cuando la escorrentía se concentra, la superficie terrestre se erosiona creando un canal. Los canales de drenaje forman una red que recoge las aguas de toda la cuenca y las vierte en un único río que se halla en la desembocadura de la cuenca. El clima y el relieve del suelo influyen en el patrón de la red, pero la estructura geológica subyacente suele ser el factor más relevante.

Con la herramienta en línea SIATL se determinó que la cuenca de Río Coatzacoalcos presenta un patrón de drenaje de tipo dendrítico, el cual es característico por la formación de una corriente principal con sus afluentes ya sea primarias o secundarias uniéndose libremente en todas direcciones. A nivel subcuenca el drenado es principalmente hacia la subcuenca RH29Ba río Coatzacoalcos con un total de dos descargas y una densidad de drenaje de 0.9637.

8.1.4.4.1.5 Inundaciones.

Las inundaciones se consideran eventos extraordinarios asociados a los cambios climáticos, generados por condiciones atmosféricas extremas e irregulares, así como por la ocurrencia de variaciones violentas como fenómenos hidrometeorológicos que llegan a presentarse provocando el desbordamiento de corrientes fluviales y otros cuerpos de agua.

La parte baja de la cuenca del río Coatzacoalcos registra constantes inundaciones, debido principalmente a la presencia de ondas tropicales o ciclones. Esta cuenca es considerada como de las más susceptibles a inundaciones provocando que esta zona sea considerada de alto riesgo. Este fenómeno se presenta anualmente y tiene un fuerte impacto en las zonas urbanas e industriales principalmente de Minatitlán y Coatzacoalcos. La superficie susceptible a inundación en la cuenca se concentra principalmente en las márgenes de los ríos Coatzacoalcos, Calzadas, Coachapa y Uxpanapa.

Las inundaciones que se presentan en el área de estudio, se originan por acción pluvial, es decir, cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno para drenarla, acumulándose en la superficie; y de manera fluvial, cuando el agua que se desborda de los ríos invade la superficie del terreno.

Durante la temporada de lluvias el CCP presenta inundaciones y encharcamientos en diferentes zonas del polígono. Entre las zonas afectadas se encuentran las márgenes de los principales arroyos que atraviesan el campo.

En el Atlas de riesgo nivel básico de Moloacán, se incluye el riesgo “peligro por inundación” para dicho municipio, y contempla a la zona de mayor peligro por inundación a la concerniente al desbordamiento del arroyo Tacalaxmacayas, ubicado al NO del CCP. Sin embargo, dentro del atlas de riesgo no se contempla a la zona aledaña al arroyo Nexmegata, la cual ha presentado constantes problemas de inundación a causa del desbordamiento del arroyo, generando pérdidas a los propietarios de los terrenos o viviendas que se localizan en las márgenes de este cuerpo de agua que atraviesa la localidad de Villa Cuichapa.

Para la determinación de las áreas bajas susceptibles a inundación se consideraron características importantes como la altura sobre el nivel del mar, ya que un territorio bajo se encontrará más expuesto a las inundaciones; el tipo de suelo presente en la zona, dado que, debido a sus propiedades como la permeabilidad, este puede absorber en mayor o menor cantidad el agua; y la información de campo, ya que, se localizaron las zonas e instalaciones con algún problema de inundación o encharcamiento.

Geomorfológicamente el CCP presenta lomeríos suaves y una superficie relativamente plana, por lo que el flujo de agua se desplaza de una forma más lenta en las zonas

bajas, y considerando además un tipo de suelo poco permeable como el Gleysol que impide la rápida infiltración, se producen acumulaciones de agua en algunas zonas favoreciendo la formación de encharcamientos.

Aunado a lo anterior se consideraron como zonas bajas susceptibles a inundación aquellas con tipo de suelo Gleysol y zonas con infraestructura con algún problema de encharcamiento o inundación. Por lo que estas zonas susceptibles a inundación se concentraron en altitudes menores a 25 m.

A continuación, se muestran las zonas bajas susceptibles a inundación, así como la localización de la infraestructura existente en el CCP.

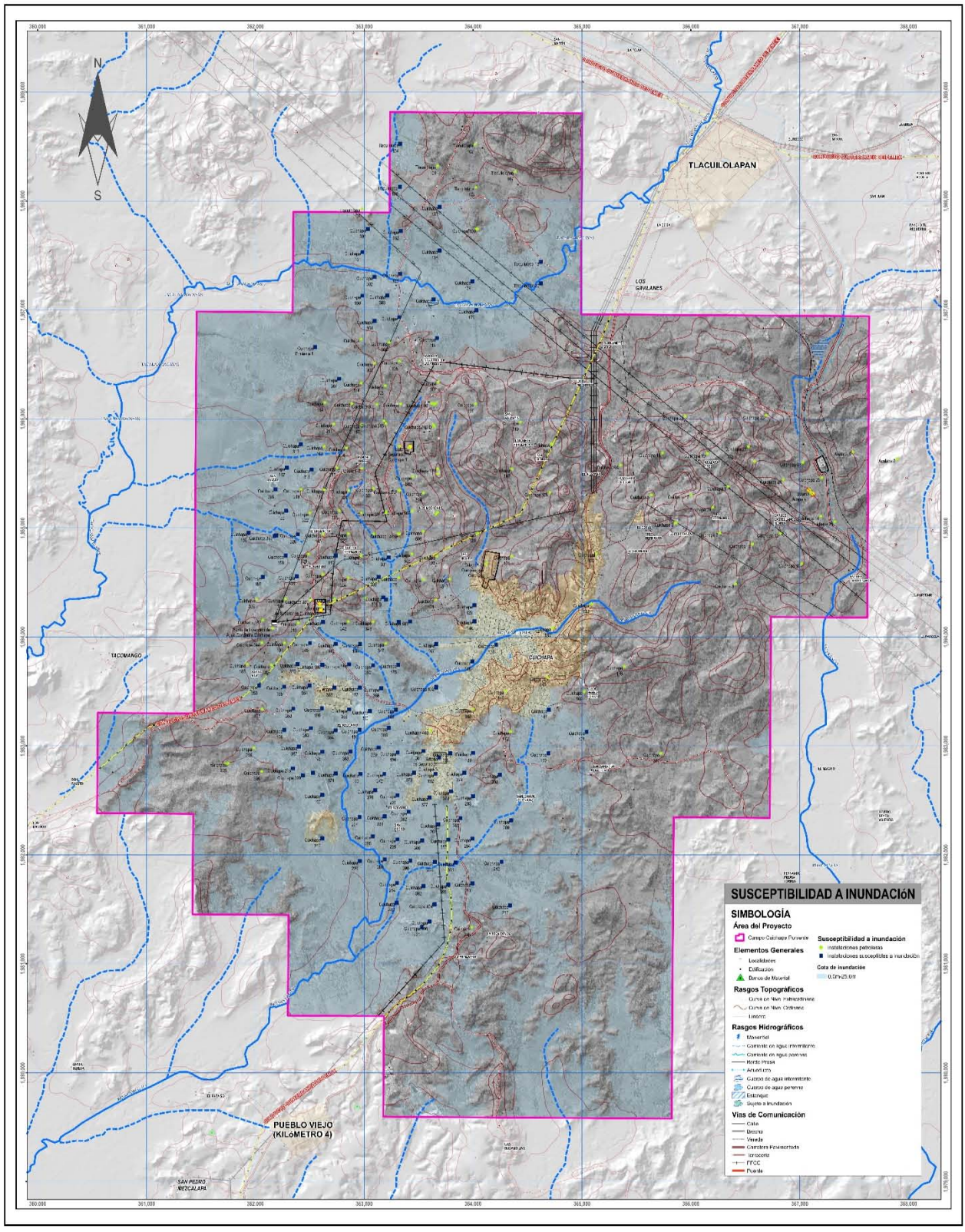


Figura 84. Áreas bajas susceptibles a inundación. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información del SIATL del INEGI.

De acuerdo al perfil de elevación y al tipo de suelo presente en el CCP, las áreas bajas susceptibles a inundación se concentran en la parte NO cercana a los límites del polígono sobre la margen del arroyo Tacalaxmacayas. Mientras que otra zona baja se concentra en la parte SO siguiendo la confluencia de los arroyos Nexmegata y Mosta hacia su desembocadura en la laguna Mezcalapa.

Entre la infraestructura que presenta problemas de encharcamiento se encuentran la Batería de Separación Cuichapa 3, la cual ya se encuentra fuera de operación y en proceso de urbanización; la parte aledaña a la Batería de Separación Cuichapa 2 hacia los pozos Cuichapa 346, Cuichapa 166, Cuichapa 352, Cuichapa 356 y en algunos predios localizados en esta zona, en donde los niveles de agua pueden alcanzar un metro de altura.

En la parte NO del CCP, en la zona donde se localizan los pozos Cuichapa 151, Cuichapa 123, Cuichapa 150 y Cuichapa 303 se generan encharcamientos, en donde el nivel del agua alcanza hasta 50 cm de altura. Mientras que al NO sobre la margen del arroyo Tacalaxmacayas pobladores de la zona han declarado tener problemas para acceder a sus viviendas a causa del nivel del agua que alcanza en esa zona.

Es importante mencionar que debido a que gran parte del CCP presenta problemas de encharcamiento, los caminos de acceso y ubicación de la infraestructura petrolera como los pozos, se encuentran a nivel más alto (construcción de terraplén), reduciendo así los problemas de acceso y permitiendo realizar las maniobras correspondientes en la temporada de lluvias.

8.1.4.4.2 Hidrología subterránea.
8.1.4.4.2.1 Unidades geohidrológicas.

Las unidades geohidrológicas son grupos de rocas o material granular, cuyas características físicas y potenciales le permiten funcionar como una sola desde el punto de vista hidrológico, puede ser productora, de recarga o impermeable o sin posibilidades de contener agua subterránea.

Se dividen en dos grupos en función del tipo de material, como consolidado y material no consolidado, lo cual es para asociar y dar una idea sobre la coherencia y los esfuerzos que requiere la perforación, en caso de ser recomendable. El material consolidado, corresponde a rocas masivas, coherentes y duras. Mientras que el material no consolidado, corresponde a los diferentes tipos de suelo o bien a roca, disgregada de consistencia blanda. (INEGI, 2012).

El material que compone la hidrología subterránea del área de estudio de acuerdo a su permeabilidad y posibilidad de funcionar o no como acuífero, está constituido por material no consolidado con rendimiento alto mayor a 40 lps en el 50.15% de la superficie del CCP, mientras que en el resto de la superficie se encuentra distribuido el material no consolidado con posibilidades medias.

Tabla 61. Superficies por unidad geohidrológica dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Unidad geohidrológica	Superficie ha	Porcentaje %
Material no consolidado con rendimiento alto >40 lps	2,081.91	50.15
Material no consolidado con posibilidades medias	2,069.41	49.85
Total	**4,151.32**	**100.00**

Fuente: INEGI, Carta de hidrología subterránea escala 1: 250,000.

El material no consolidado con rendimiento alto >40 lps se localiza en la parte S y SO del CCP y está constituido por suelos, arenas, gravas conglomerados y/o tobas arenosas mal compactadas que presentan alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su porosidad, bajo grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen rendimiento promedio superior a 40 litros por segundo.

Por otra parte, el material no consolidado con posibilidades medias se encuentra en la parte N y NE del polígono y se caracteriza por suelos, gravas, conglomerados y/o tobas arenosas con características físicas y condiciones geohidrológicas favorables, entre ellas, buena posición topográfica, porosidad y permeabilidad baja o media que permiten inferir con la ayuda de algunas manifestaciones subterráneas, la posible presencia de agua en el subsuelo.

Anexo 12. Mapa - Hidrología subterránea. Campo Cuichapa Poniente.

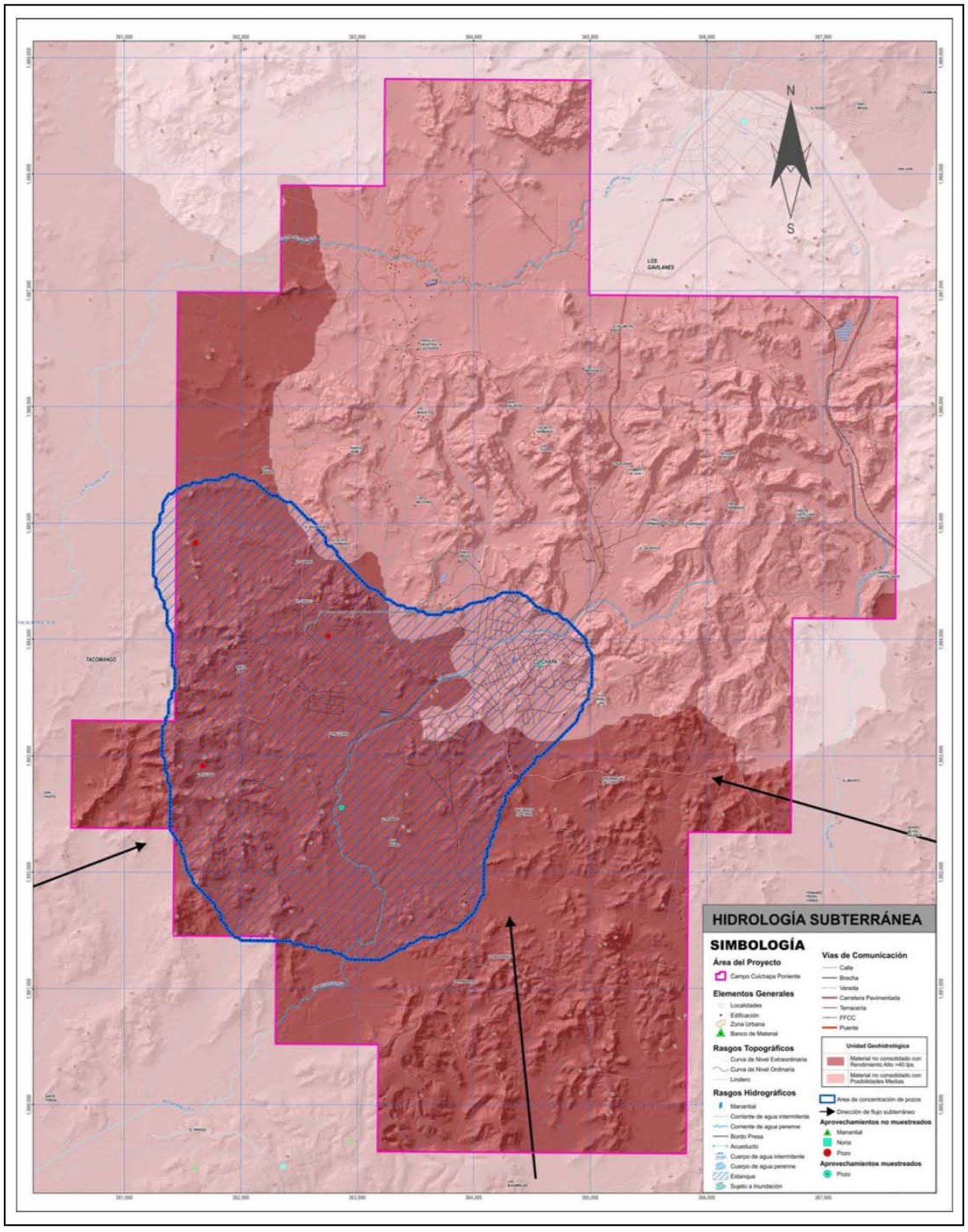


Figura 85. Hidrología subterránea. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información de INEGI.

8.1.4.4.2.2 Disponibilidad del agua subterránea en la zona de estudio.

De acuerdo a la CONAGUA el CCP queda comprendido en el acuífero Costera de Coatzacoalcos clase 3012, la cual se describe a continuación mencionándose además la disponibilidad de agua del acuífero.

- **Acuífero Costera de Coatzacoalcos.**

El acuífero Costera de Coatzacoalcos, se localiza en la porción sur del estado de Veracruz, colindando con los estados de Oaxaca, Chiapas, Tabasco, y con el Golfo de México. El acuífero cuenta con una superficie de 12,213.59 km^2 y abarca 21 municipios (D.O.F., 2016).

El uso del acuífero está destinado principalmente al abastecimiento de agua potable e industrial, concentrándose en Minatitlán, Nanchital, Complejo Industrial Pajaritos y las Choapas.

En general el acuífero es de tipo libre (constituidos por depósitos aluviales), ya que recibe una alimentación vertical por la infiltración de agua lluvia, la cual puede ser el componente más importante de la recarga total. Sin embargo, en la parte Oeste del acuífero se compone de sedimentos arenosos cubiertos por formaciones aluviales, los cuales podrían funcionar como acuíferos de tipo confinados y semiconfinados (CONAGUA, 2002).

Dirección del flujo.

La dirección de flujo de agua subterráneo en el acuífero es principalmente de sur a norte, siendo el sur de donde se estima que provienen la más importante fuente de la recarga, por ser más extensa. Aunque en la zona central del acuífero el flujo incide radialmente hacia el cauce del río Coatzacoalcos (CONAGUA, 2002).

Los flujos de agua subterránea que se dirigen al CCP provienen de la parte S, E y O, del acuífero, dirigiéndose conjuntamente y concentrándose en la parte central de polígono. Una fuente importante de abastecimiento de agua en Villa Cuichapa es por medio de pozos artesianos, ya que se estima que existen alrededor de 127 pozos artesianos localizados en las viviendas de los pobladores.

Profundidad.

La CONAGUA no dispone de información piezométrica histórica suficiente para determinar los niveles de agua subterránea, ya que no se cuenta con una red de observación que permita el registro periódico de los niveles en el acuífero. Aunque el visualizador de redes de monitoreo piezométrico de CONAGUA permite consultar los datos, niveles piezométricos o estáticos, de pozos registrados a nivel nacional, del agua subterránea, la información disponible se encuentra dispersa en tiempo y

espacio. De acuerdo a lo anterior, para la determinación del comportamiento general del acuífero CONAGUA considera información de algunos pozos visitados en 2011 y 2014; adicionalmente incluye pozos de monitoreo alojados en otros acuíferos vecinos.

Con respecto a la configuración de profundidad al nivel estático, varía desde algunos centímetros hasta a 45 m. Las profundidades más bajas se registran en las riberas de los ríos Coatzacoalcos, Tonalá, Coachapa y Uxpanapa, así como en las inmediaciones de las lagunas y en la zona próxima a la costa; y van aumentando gradualmente de la zona costera y de las inmediaciones de las corrientes superficiales, hacia las estribaciones de las sierras y los lomeríos que lo delimitan, conforme asciende topográficamente.

De acuerdo a información de CONAGUA y SEMARNAT, los valores más profundos, mayores de 30 m, se registran en la porción central del acuífero, hacia el poblado de Moloacán, mientras que, en la porción sur y oriental del acuífero, comprendida entre Cuichapa, Las Choapas y Agua Dulce, se registran profundidades que varían entre 2 y 25 m (CONAGUA-SEMARNAT).

CONAGUA, en su red de monitoreo piezométrico tiene registrados tres pozos de monitoreo localizados dentro del CCP. El último dato registrado respecto a la profundidad del nivel estático corresponde al año 2011, y no se tienen información de los años siguientes. Por otra parte, la base de datos del REPDA, tiene un registro de 67 aprovechamientos de agua subterránea localizados en el CCP. La profundidad del nivel estático, tanto de los pozos de monitoreo piezométrico como de los registrados en el REPDA varía desde los 1 m hasta los 80 m.

La evolución del nivel estático, sólo presentan cambios estacionales naturales ocasionados por la alternancia de las temporadas de estiaje y lluvias. En el periodo 2011-2014 se presentaron abatimientos de hasta 1.5 m al sur de Minatitlán, mientras que en las inmediaciones de los poblados Ixhuatlán y Cuichapa ha habido una recuperación cercana al metro, caso contrario ocurre en la localidad de Moloacán donde el nivel freático ha sufrido un descenso de 2 m.

Actualmente en el acuífero no se presentan alteraciones de flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de cono de abatimiento causados por la concentración de pozos. El volumen de extracción es muy inferior al valor más conservador de recarga que pudiera estimarse. Por estas razones, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no registran cambios importantes en su posición, las descargas naturales establecen condiciones de equilibrio hidrogeológico.

Por ser un acuífero costero, existe el riesgo que la explotación intensiva del agua subterránea genere conos de abatimiento que inviertan la dirección del flujo subterráneo de salida hacia el mar y se produzca el fenómeno de la intrusión marina, con la consecuente salinización del agua subterránea. Este fenómeno ya se ha presentado en años anteriores, y se relaciona con problemas de sobreexplotación

local, debido al aprovechamiento excesivo en zonas puntuales en la que debido a las propiedades hidráulicas del acuífero no permite satisfacer la demanda total en estos sitios, produciendo profundos conos de abatimiento y fomentando así arrastre de finos y en las zonas cercanas al mar la intrusión de agua marina. Sin embrago los abatimientos se recuperaron en algunos años, lo que hace constar la naturaleza local y pasajera del problema.

Existe el riesgo de contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, e industriales por las descargas de agua residuales sin tratamiento y por la falta de sistemas de alcantarillado, así como por la presencia de basureros y gasolineras. Además del riesgo latente por contaminación por hidrocarburo debido a la existencia de infraestructura petrolera.

Usos principales.

De acuerdo al REPDA, las concesiones otorgadas para el aprovechamiento del agua subterránea en el CCP, son destinados para el uso público urbano, sin embargo, durante los recorridos de campo de detectó que en las zonas alejadas de la mancha urbana (zonas rurales), el agua extraída de los pozos artesianos es utilizada para uso y consumo humano.

- **Disponibilidad del agua del acuífero.**

La recarga total media anual (R) que recibe el acuífero corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida, por lo tanto, el valor de la recarga total media anual es de 172.2 Mm^3/año.

La descarga natural comprometida (DNCOM) se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, y del caudal base de los ríos que están comprometidos como agua superficial, alimentados por el acuífero; más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Por lo tanto, la DNCOM del acuífero es de 9.7 Mm^3/año.

El volumen de agua subterránea concesionado (VCAS) de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua es de 49.353993 Mm^3 anuales.

La disponibilidad media anual de aguas subterráneas (DAS), constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponibles en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. El valor de la disponibilidad de agua subterránea es de 113.146507 Mm^3 anuales.

Tabla 62. Disponibilidad media anual del acuífero Costera Coatzacoalcos (3012).

Región Hidrológico-Administrativo	Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS
			Cifras en millones de metros cúbicos anuales				
Golfo Centro	3012	Costera Coatzacoalcos	172.2	9.7	49.353493	60	113.146507

Nota: R: Recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Fuente: D.O.F. (2016).

El volumen máximo de agua que puede extraerse del acuífero Costera de Coatzacoalcos en condiciones sustentables es de 162.5 Mm^3 anuales, cifra que se obtiene de restar al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero menos la descarga natural comprometida.

La superficie del acuífero se encuentra parcialmente vedada. En su parte central y norte rige el Decreto de veda tipo II denominado "Cuenca Río Coatzacoalcos, Acuíferos Estados de Veracruz", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 1976.

En la superficie restante no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea. Sin embargo, se encuentra sujeta a las disposiciones del "Acuerdo General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, mediante la cual, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento en los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

De acuerdo a la información presentada en referencia a la disponibilidad del agua en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, se puede determinar que no se encuentra sobreexplotado, ya que aún existe un volumen disponible de 113.146507 Mm^3.

Aun con la existencia de los instrumentos jurídicos decretados para el acuífero existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la sobreexplotación, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales, del caudal base, salidas subterráneas y evapotranspiración, con la consecuente afectación a los ecosistemas, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

Es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger el acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

En el acuífero Costera Coatzacoalcos, existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero deberá estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación.

8.1.4.5 Calidad del aire.
8.1.4.5.1 Generalidades.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales que afectan a la salud de la población y a los componentes de los ecosistemas; se define como la presencia de uno o más contaminantes en la atmósfera exterior, cuya cantidad y tiempo de exposición pueden ser nocivos para los seres vivos (Inche, Jorge L., 2004), alterando también las relaciones del medio físico y los ciclos naturales de la biota.

En general, es común asociar este tipo de contaminación con los procesos industrial, comercial y de servicios (contaminantes antropogénicos); sin embargo, también se genera por fenómenos naturales (contaminantes naturales), tales como las erupciones volcánicas, las radiaciones y en otros casos por los efectos de fenómenos meteorológicos.

Entre los principales mecanismos de contaminación atmosférica se encuentran las actividades industriales y los servicios de transportes que implican procesos de combustión que generan diversos tipos de gases contaminantes considerados como Gases de Efecto Invernadero (GEI), que al ser emitidos a la atmosfera provocan daños tanto a la salud humana como a los ecosistemas (INECC 2013). Sin embargo, el proceso de la deforestación es otro factor importante para la generación de GEI.

Son GEI: el bióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono (CO), el bióxido de azufre (SO_2) y los compuestos orgánico volátiles no metálicos (COVNM) (INECC).

Los diferentes tipos de contaminantes atmosféricos, así como sus principales características se describen en la siguiente tabla.

Tabla 63. Tipos de contaminantes atmosféricos.

Tipo de contaminante	Característica
SOx (óxidos de azufre)	Producen la lluvia acida, se forman por la combustión del azufre presente en el carbón y el petróleo.
NOx (óxidos de nitrógeno)	Se producen principalmente por la combustión de productos fósiles.

Tipo de contaminante	Característica
CO (monóxido de carbono)	Se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, siendo los vehículos automotores su principal generador.
O_3 (ozono)	Se forma por reacciones fotoquímicas de otros contaminantes principalmente el dióxido de nitrógeno (NO_2) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de luz solar.
Partículas suspendidas	Se pueden dividir de acuerdo a sus diámetros en partículas suspendidas con diámetros menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente). Las PM10 se generan principalmente en la agricultura, la minería y el tráfico en carreteras, mientras que las PM2.5 son producidas por la combustión o condensación de otros gases contaminantes.
Hidrocarburos	Los contaminantes generados por hidrocarburos están asociados a la mala combustión de los compuestos derivados del petróleo. Entre los compuestos de mayor interés se encuentran los compuestos orgánicos volátiles (COV), dioxinas, furanos, bifenilos policlorados (PCB) y los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH).

Fuente: INECC (2013) Contaminantes criterio.

Además de los contaminantes atmosféricos ya mencionados las industrias pueden emitir otro tipo de gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro, hidrocarburos que no han realizado combustión completa, incluso algunos metales.

El tiempo de exposición prolongada a los contaminantes en el aire puede producir varios efectos en la salud, por ejemplo, aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como neumonía; y crónicas, como el cáncer de pulmón y enfermedades cardiovasculares. Los más vulnerables a desarrollar estos tipos de enfermedades son la población infantil y los mayores de 65 años (INECC 2014).

8.1.4.5.2 Dispersión de contaminantes.

El transporte y la dispersión de los contaminantes en el aire se encuentran influenciados por diferentes factores como eventos meteorológicos, fuentes de emisión y características geográficas. En una escala global las variaciones del clima influyen sobre el movimiento de los contaminantes, mientras que a nivel local los principales factores del transporte y dispersión son el viento y la estabilidad atmosférica.

La velocidad del viento puede afectar en gran medida la concentración de contaminantes en un área, mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes (Inche, Jorge L, 2004).

Los vientos dominantes en la región comprendida entre Coatzacoalcos y Minatitlán provienen del noreste con variantes del noroeste, aumentando su velocidad en época de invierno, y cambiando de dirección de abril a septiembre, con vientos dominantes que provienen del este y sureste.

Debido a su localización geográfica, cercanía y dirección de los vientos, el CCP podría estar influenciado por los contaminantes generados en las zonas industriales

localizadas en Coatzacoalcos y Minatitlán, ya que los contaminantes emitidos en esas zonas pueden ser transportados por la acción de los vientos hasta la zona de estudio.

8.1.4.5.3 Fuentes de emisión de contaminación.

La contaminación del aire puede provenir de diversas de fuentes, dependiendo del lugar donde se originó. Entre las principales fuentes de emisión antropogénica se encuentran las fuentes fijas o puntuales y móviles (INECC 2014).

Fuentes fijas.

Las fuentes fijas se refieren a toda instalación establecida en un solo lugar que pueda generar contaminantes a la atmosfera, como plantas de energía, industria química, refinerías de petróleo, fabricas entre otras.

La industria del petróleo es una de las principales generadoras de este tipo de emisiones de contaminantes a la atmósfera, por lo que, a partir del año 2001, PEMEX reporta sus emisiones de GEI que se producen durante sus procesos. De acuerdo a lo anterior en el año 2008 se registró el valor máximo de emisiones con casi 87 millones de toneladas de CO_2, generadas principalmente por sus subsidiarias PEMEX Exploración y Producción y PEMEX Refinación (INECC, PNUD).

Por otra parte, en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) se encuentra asentada información de las emisiones y transferencias de sustancias contaminantes que son generadas durante el proceso de producción de los establecimientos industriales o de actividades que realizan los establecimientos de servicios. De acuerdo al RETC en Coatzacoalcos y Minatitlán se encuentran registradas alrededor 92 fuentes emisoras provenientes de los sectores: química, petróleo y petroquímica. Entre los principales contaminantes que son emitidos se encuentran los GEI y metales.

Con respecto al municipio de Moloacán el RETC enlista a la Planta Deshidratadora Ágata y la Estación Compresoras Cuichapa, ambas con dos fuentes de emisión cada una y cuyos principales contaminantes consisten en la emisión de GEI.

Además de las fuentes de emisión reportadas en el RETC, durante los recorridos de campo realizados por personal de GBN-AS se identificaron otras fuentes de emisión como el basurero municipal de la localidad de Villa Cuichapa, la Batería de Separación Cuichapa 2 y la Planta de Inyección de Agua Cuichapa.

Fotografía 20. Quemador de la estación compresoras Cuichapa.

Fotografía 21. Basurero municipal de la localidad de Villa Cuichapa.

Fuentes móviles.

Las fuentes móviles están constituidas por las diversas formas de transporte como automóviles, camiones, aviones entre otros.

De acuerdo con el Primer Informe Bienal de Actualización ante las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (INECC-SEMARNAT 2015), las fuentes móviles generan el 26.2% del total de las emisiones de GEI en el país, siendo el CO_2 el de mayor proporción, seguido por N_2O. Estas emisiones pueden ir incrementando debido al aumento en el parque vehicular, y a las condiciones de deterioro en las que se

encuentran los vehículos. Ante esta situación el gobierno implementó en varios estados del país el programa de verificación vehicular, entre otras estrategias para disminuir las emisiones a la atmosfera.

El estado de Veracruz, cuenta con un programa de verificación vehicular obligatorio, en el cual los vehículos en circulación en el estado deberán verificarse para cumplir con la normatividad ambiental mexicana en materia de emisiones a la atmosfera.

De acuerdo a información de INEGI, en los municipios de Coatzacoalcos y Minatitlán se encuentran registrados 176,435 vehículos de motor, mientras que en Moloacán la cantidad de vehículos registrados en el año 2015 fue de 3,509.

Fotografía 22. Contaminación atmosférica producida por vehículos de motor.

Cabe mencionar que la mayoría de los vehículos que circulan superan los 10 años de antigüedad por lo cual se consideran como vehículos “viejos” y por lo tanto emiten más contaminantes a la atmosfera.

8.1.4.5.4 Sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

Debido a la relación que existe entre la contaminación atmosférica y los efectos en la salud, es necesario evaluar de manera cuantitativa la calidad del aire mediante la medición de la concentración de los contaminantes que se presentan.

En México existen normas de calidad del aire, las cuales establecen las concentraciones máximas de contaminantes en el ambiente que no pueden ser excedidas con determinada frecuencia, a fin de garantizar la protección de la salud de la población. Los contaminantes atmosféricos normados son los siguientes: bióxido de azufre, monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno, ozono, partículas suspendidas totales, partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros de diámetro y plomo.

En el Informe Nacional de Calidad del Aire 2014 publicado por el INECC se presenta información de 22 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA) distribuidas en 19 estados del país. Entre los contaminantes monitoreados se encuentran: partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO).

Para el estado de Veracruz el sistema de monitoreo de calidad del aire se encuentra a cargo de la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Estado y se conforma por dos estaciones automáticas que iniciaron su operación en febrero de 2013. Estas estaciones se localizan en las ciudades de Xalapa y Minatitlán, y se encuentra en proceso la instalación de las estaciones de Poza Rica e Ixtaczoquitlán.

El índice de calidad del aire en el estado se mide a través del Índice Veracruzano de Calidad del Aire (IVCA) y se realiza mediante el siguiente semáforo.

Figura 86. Índice Veracruzano de Calidad del Aire.

El índice se calcula para cinco de los contaminantes criterio: SO_2, CO, NO_2, O_3 y partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$); se representa con una escala que va de 0 a >200, donde el valor de 100 se asigna al valor límite indicado en la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante. En general, si el valor es mayor a 100 se considera que la calidad del aire no es buena y que los niveles de contaminación son perjudiciales para la salud.

La estación de monitoreo más cercana al CCP, es la estación de Minatitlán, en la cual, de acuerdo a la información generada en el año 2014, el ozono rebasó el límite promedio de una hora, pero la información proporcionada por la dependencia del gobierno estatal fue insuficiente para evaluar los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3 (8 horas) y NO_2.

Para el año 2015, las $PM_{2.5}$ y PM_{10} rebasaron el límite normado de 24 horas en 9 y 18 ocasiones respectivamente, mientas que el O_3 incumplió el límite establecido en la norma de una hora en 7 ocasiones. Por otra parte, el SO_2 y CO cumplieron con los límites establecidos en la normatividad vigente. En cambio, para las partículas ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), O_3 y NO_2 no fue posible determinar el promedio anual por insuficiencia de información.

Por lo anteriormente expuesto, se puede hacer notar que el sistema de monitoreo de calidad del aire del estado resulta deficiente ya que la falta de información en la estación de monitoreo Minatitlán impide un diagnóstico certero de los contaminantes emitidos en esas zonas.

8.1.4.6 Erosión.

Del latín erosĭo, la erosión es el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos (como el viento o el agua) o por la fricción continua de otros cuerpos.

La erosión hídrica es el proceso por el cual se produce el desprendimiento, transporte y depositación de las partículas de suelo por acción de los siguientes agentes principales.

- La energía cinética de la gota de lluvia: La energía de las lluvias se disipa sobre la superficie del suelo produciendo la ruptura de los terrones y agregados, generando una salpicadura (erosión por salpicadura) que desprende partículas que luego son arrastradas pendientes abajo. Este fenómeno de disipación de la energía de la lluvia está relacionado a la pérdida de infiltración del suelo.
- La escorrentía en movimiento: Este agente erosivo produce el desprendimiento de nuevo suelo y el transporte del suelo removido, en una magnitud proporcional al caudal escurrido y a la velocidad que adquiere el flujo de agua sobre la superficie. Este agente produce los fenómenos erosivos más visibles (por ejemplo, cárcavas), y es el responsable del movimiento de las partículas de suelo removidas. Pueden distinguirse dentro de la escorrentía dos tipos de flujo: el flujo laminar (erosión laminar o mantiforme), que se mueve con una velocidad lenta, y el flujo turbulento/concentrado o flujo en surcos (erosión en surcos), con una velocidad que puede llegar a 4 m/s, y que es el responsable de la mayor parte del transporte de sedimentos.
- La gravedad: La sola acción de la gravedad es capaz de mover el suelo, especialmente cuando está mojado y en ambientes de altas pendientes. Los movimientos en masa, deslizamientos de laderas, erosión lateral de meandros de ríos, avalanchas de nieve son ejemplos de la acción de la gravedad en procesos erosivos (Troeh et al., 1991).

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua. Por acción de éstas se puede deformar el terreno y originar cavernas y cárcavas (SEMARNAT, 2013).

La lluvia desprende las partículas y la escorrentía las transporta a distancias considerables causando azolve de ríos, presas, lagos e incluso de áreas del mar en la desembocadura de los ríos (Morgan, 1986).

Los principales agentes causantes de la erosión hídrica son la energía cinética de las precipitaciones y el agua que circula por la superficie, que con una cierta velocidad crítica desprende y pone en movimiento a las partículas del suelo.

La degradación de la tierra ocurre en todos los ecosistemas, teniendo un impacto sobre el medio ambiente, el potencial biológico y económico. Un mecanismo más importante

de la degradación de la tierra, es la erosión del suelo. La degradación del suelo se refiere a los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998).

La evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre elaborada por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados (2003), es el estudio más reciente de degradación de suelos en México, y el que se ha realizado con mayor nivel de resolución. En él se consideraron cuatro procesos de degradación: la erosión hídrica y eólica y la degradación física y química.

La susceptibilidad a la erosión hídrica en México es elevada debido a que cerca de la mitad del territorio (42.2%) tiene pendientes mayores a tres grados (INE, 2003). De los tipos específicos de erosión hídrica, la pérdida de suelo superficial es el dominante. Este tipo específico de degradación tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas, y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua.

La degradación de los suelos por erosión hídrica es uno de los procesos más importantes en la pérdida de la capacidad productiva de la tierra. En la estimación de este proceso degradativo (perdida de suelo), se han desarrollado y diseñado una serie de procedimientos y modelos

Un modelo paramétrico que pretende interpretar los mecanismos erosivos por causas y efectos, de mayor aceptación y más amplia aplicación es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). La incorporación de los sistemas de información geográfica (SIG) a este tipo de estudios permite con técnicas modernas un mejor análisis y representación de la información georreferenciada.

8.1.4.6.1 Erosión hídrica del suelo.

En el presente trabajo se estimaron las tasas de erosión hídrica actual y potencial del CCP, ubicada en el municipio de Moloacán, Veracruz, México, utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), modelo matemático de tipo paramétrico.

Cada factor de la ecuación EUPS que determinan la erosión hídrica se obtuvo en formato raster. Una vez obtenido todas las capas raster de la ecuación EUPS se procedió a calcular la erosión potencial y actual. Los valores que se obtuvieron de erosión se clasificaron de acuerdo al cuadro valores de erosión hídrica e intervalos de clases propuestas por Wischmeier y Smith.

8.1.4.6.1.1 Erosión hídrica actual.

Con los factores R, K, L, S, C y P se pudo definir la erosión actual del área de estudio. En su cálculo se incluye el factor de manejo y cobertura vegetal del suelo, los cuales

son elementos de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo que puede modificarse para disminuir la erosión actual en cualquier terreno, de ahí su importancia.

La pérdida actual de suelo se distribuye de la siguiente manera: 67.77% de la superficie total del CCP se encuentra dentro de la categoría de incipiente (inferior a 5 ton/ha/año), 29.65% tiene una pérdida de 10 a 50 ton/ha/año, el 2.02% presenta una pérdida de 5 a 10 ton/ha/año. El 0.55 % y el 0.01 % presentan pérdidas que van de 50 a 200 ton/ha/año y superior a 200 ton/ha/año, respectivamente.

Tabla 64. Valores de erosión actual en el Campo Cuichapa Poniente.

Clase de erosión actual	Perdida de suelo t/ha/a	Superficie ha	Porcentaje %
Incipiente	<5	2,813.14	67.77
Ligera	5-10	83.74	2.02
Moderada	10-50	1,230.95	29.65
Severa	50-200	22.91	0.55
Muy Severa	>200	0.58	0.01
Total		**4,151.32**	**100.00**

Anexo 13. Mapa - Erosión actual. Campo Cuichapa Poniente.

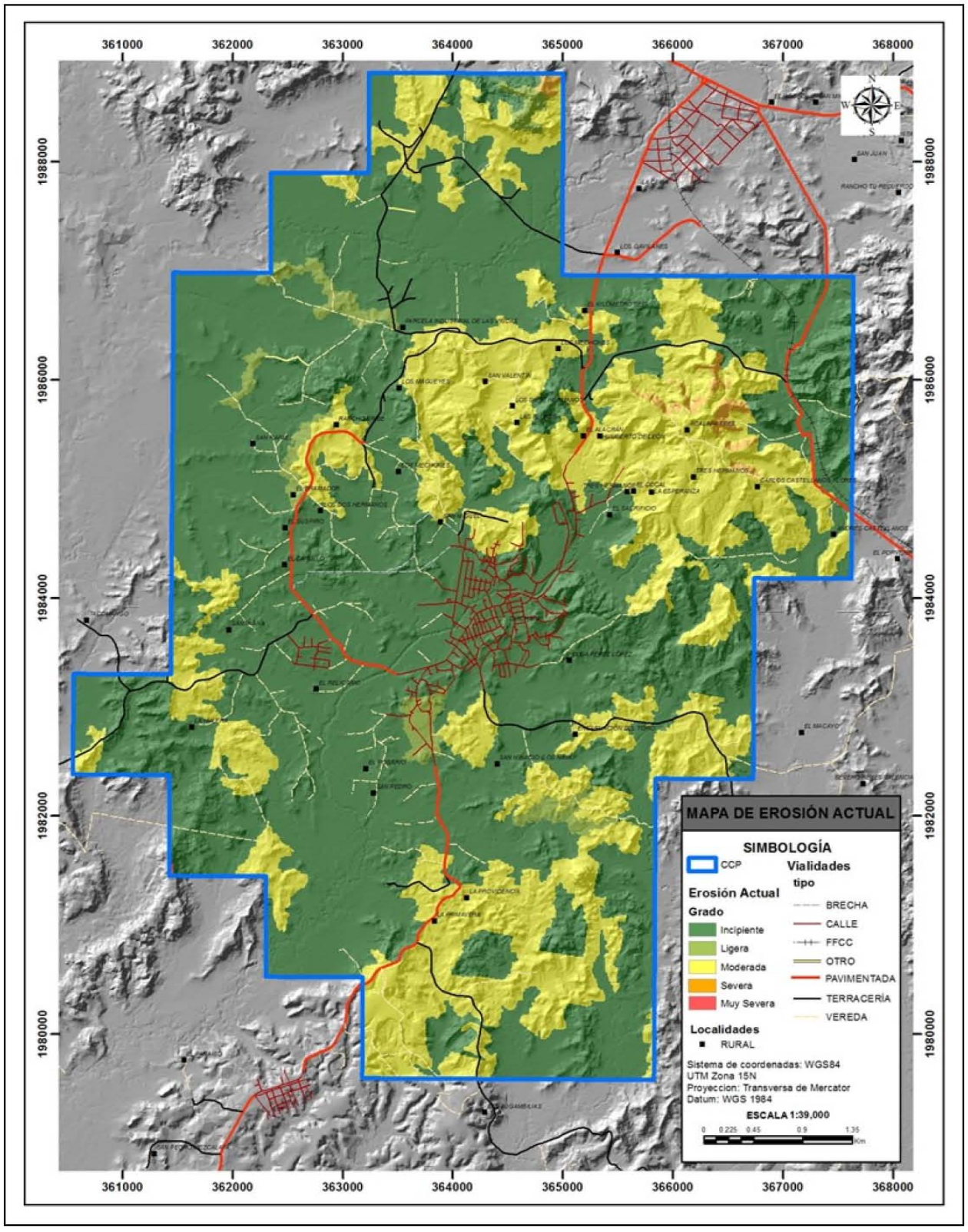


Figura 87. Distribución erosión actual. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

8.1.4.6.1.2 Erosión hídrica potencial.

Con los valores de los factores R, K, L y S se pudo obtener la erosión potencial. La estimación de la erosión hídrica potencial refleja la perdida de suelo en un escenario carente de cobertura vegetal y permite apreciar la susceptibilidad del terreno a erosionarse.

La pérdida potencial de suelo se distribuye de la siguiente manera: 70.65 % de la superficie total del Campo Cuichapa Poniente se encuentra dentro de la categoría de muy severa (>200 ton/ha/año), el 17.89 % tiene una pérdida de 10-50 ton/ha/año y el 11.46 % de <5 ton/ha/año.

Tabla 65. Valores de erosión potencial en el Campo Cuichapa Poniente.

Clase de erosión actual	Perdida de suelo t/ha/a	Superficie ha	Porcentaje %
Incipiente	<5	475.54	11.46
Moderada	10-50	742.66	17.89
Muy Severa	>200	2,933.12	70.65
Total		**4,151.32**	**100.00**

Anexo 14. Mapa - Erosión potencial. Campo Cuichapa Poniente.

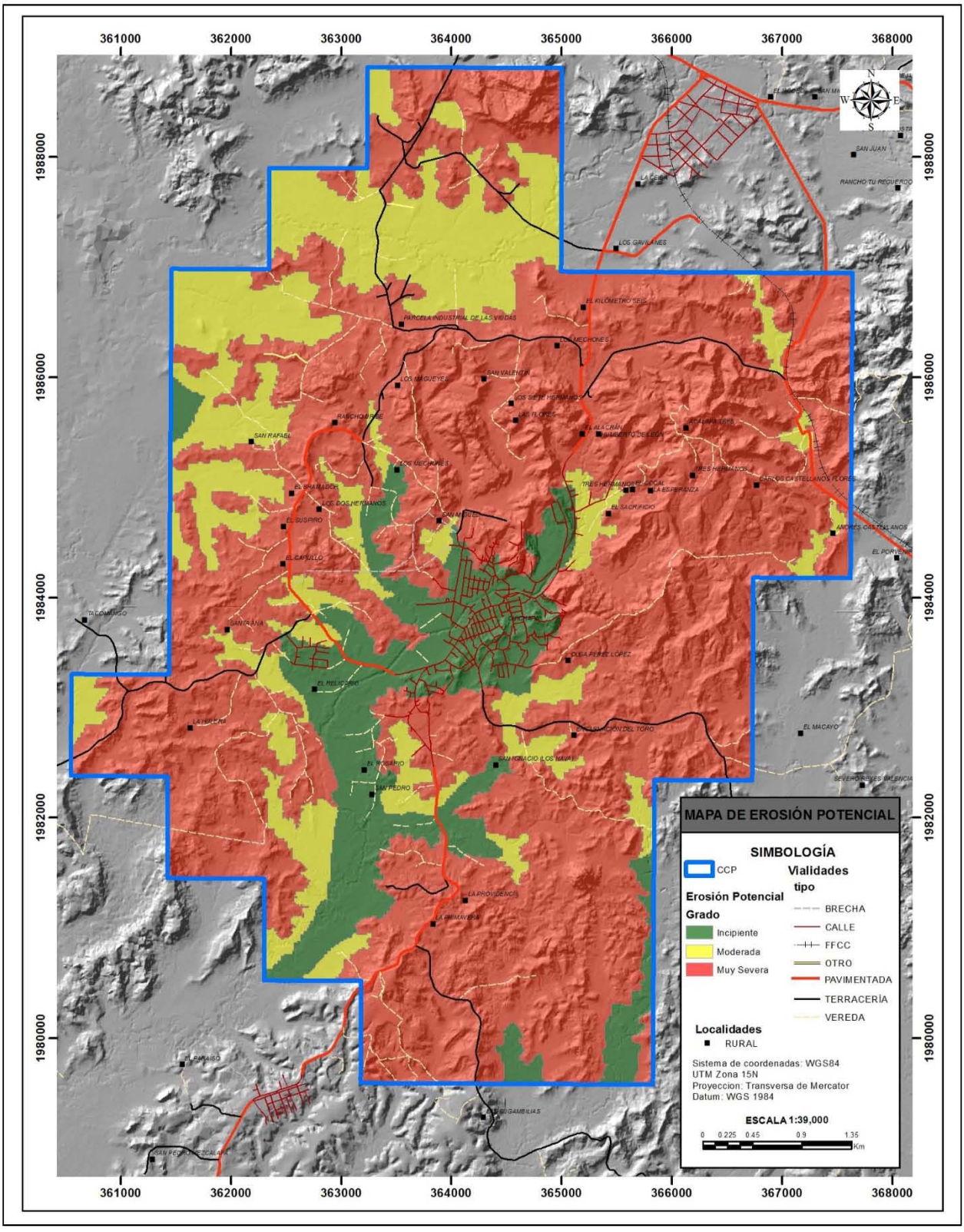


Figura 88. Distribución erosión potencial. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

8.1.4.6.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Con la obtención de la erosión hídrica actual se pudo determinar la perdida de suelo en el CCP, también se calculó la erosión hídrica potencial, lo que permitió ampliar el panorama del proceso erosivo hídrico del suelo en el sitio.

El mayor grado de erosión actual identificado en el CCP (>200 ha/ha/año) se concentró en un pequeño polígono que corresponde a una porción de la mina de arena sílica.

La estimación de la erosión hídrica potencial refleja la perdida de suelo en un escenario carente de cobertura vegetal y permite apreciar la susceptibilidad del terreno a erosionarse, para su cálculo se omiten los factores de cobertura vegetal y prácticas de conservación, dicha información puede ser empleada como base para tomar acciones de mitigación de la erosión en las áreas con mayor vulnerabilidad.

8.1.4.7 Infiltración.

Para el manejo eficiente de los recursos hídricos subterráneos la cuantificación de la recarga natural es un requisito fundamental (Cruz-Falcón *et al*. 2011). La recarga de agua subterránea es un proceso mediante el cual el agua superficial o de lluvia se percola a través del suelo hasta alcanzar el nivel de agua subterránea (Davis & Wiest 1971).

En términos generales se denomina recarga al proceso por el que se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la lluvia (la más importante en general) y de las aguas superficiales (importantes en climas poco lluviosos), hasta la transferencia de agua desde otro acuífero o acuitardo, siempre que estos sean externos al acuífero o al sistema acuífero considerado.

Los métodos para estimar recarga se pueden agrupar en dos clases generales, como recarga potencial y recarga real. Las estimaciones de recarga potencial son técnicas basadas en datos de aguas superficiales y de la zona no saturada (Bridget *et al*. 2002). El cálculo se realiza a partir de información superficial como precipitación, temperatura, escurrimientos y evapotranspiración.

El método de balance hidrológico toma en cuenta la ecuación de balance y sus variantes a través del uso de fórmulas que se basan en relaciones establecidas empíricamente por la comparación de escurrimientos y precipitaciones en numerosas cuencas (Sánchez 2005).

La recarga de un acuífero proviene de diferentes fuentes, principalmente por precipitación como recarga vertical y en forma horizontal debido al flujo horizontal subterráneo (Peña & Arcos 2004). La recarga vertical puede ser natural o inducida, la primera es generalmente debida a una parte que logra infiltrarse de la precipitación

total que se presenta en el área donde se localiza el acuífero, y la inducida es debida a acciones humanas directas e indirectas como el riego agrícola, sistemas de distribución de agua potable y drenaje, presas, diques, bordos, etc. (Peña & Arcos 2004; Cruz-Falcón 2007). En este trabajo, se considera solamente la recarga potencial debida a la infiltración de agua producto de las lluvias.

Un sistema de cualquier cuenca hidrológica puede ser descrito mediante un balance en el que se consideran entradas y salidas. Para la elaboración del presente estudio se consideró como única entrada la recarga vertical por lluvias, y como salidas se tomaron en cuenta la evapotranspiración (Et) y los escurrimientos (Es). Por el consiguiente para calcular la infiltración o recarga se utilizó la ecuación de balance en su forma reducida (Castany 1971):

$$I = P - Et - Es$$

El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material geológico o rocoso que presenta diversos grados de saturación. En la mayor parte de las investigaciones hidrogeológicas suele ser necesario estimar la recarga, es decir la cantidad de agua (generalmente de lluvia) que entra en un acuífero, como paso previo al establecimiento del balance hidrológico (entradas y salidas) del mismo. La recarga de un acuífero se suele expresar como el volumen medio anual de agua que entra en el acuífero, lo que generalmente se han denominado entradas o recursos medios anuales, o bien en forma de porcentaje respecto a la precipitación, también llamada tasa de recarga o infiltración eficaz.

La importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios. De acuerdo a un estudio realizado por la CONAGUA, en nuestro país alrededor del 37% del volumen total concesionado para usos consuntivos (30 374 millones de m^3 por año al 2013), procede de agua subterránea. Para fines de administración del agua subterránea el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de ese momento se inició un proceso de delimitación y estudio de los acuíferos para dar a conocer de manera oficial la disponibilidad media anual de éstos, siguiendo la norma oficial mexicana NOM-011-CONAGUA-2000. Para el 31 de diciembre del 2013 se tenían publicadas las disponibilidades de los 653 acuíferos en el DOF[7], destacando la publicación el 20 de diciembre de ese año de la actualización del cálculo de disponibilidad para todos los acuíferos nacionales (CONAGUA, 2014).

Dentro del Contexto Regional el CCP forma parte del acuífero costera de Coatzacoalcos (3012), el área del acuífero cubre aproximadamente una superficie de 12,213.59 km^2 y se ubica en el extremo sureste de Veracruz. La recarga media anual que recibe el acuífero está cuantificada en 172.2 millones de metros cúbicos anuales (D.O.F., 2016).

A pesar de la importancia que tiene este recurso, existe un deterioro generalizado de las zonas de la infiltración de la precipitación o de la recarga hídrica causadas por la intervención del hombre, con actividades agropecuarias, industriales, extracción de madera y construcción de viviendas entre otros, en sitios no apropiados y con la implementación de prácticas inadecuadas que al final están incidiendo negativamente en calidad y cantidad de agua en las fuentes superficiales y subterráneas.

8.1.4.7.1 Recarga potencial al acuífero.

En el presente trabajo se estimó la recarga potencial por lluvias en una superficie de 4,151.32 ha (área del CCP), ubicada en el municipio de Moloacán, Veracruz, México, mediante la ecuación general de balance hidrológico en su forma reducida (Castany 1971) y utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Cada componente del balance que determina la precipitación que infiltra, se obtuvo en formato raster, estimando las áreas ocupadas por cada uno de los componentes naturales. Una vez generado todas las capas raster o modelos se procedió a calcular la recarga anual al acuífero.

Infiltración

Los valores de infiltración pluvial obtenidos se clasificaron de acuerdo al siguiente cuadro de clases utilizados en el presente estudio.

Tabla 66. Distribución de la infiltración pluvial del Campo Cuichapa Poniente.

Clase	Infiltración mm
1	0
2	150
3	250
4	420

Recarga al acuífero.

Los valores de la precipitación que se infiltra para recarga de acuíferos fueron convertidos en unidades de volumen por superficie.

Tabla 67. Valores de recarga al acuífero en el Campo Cuichapa Poniente.

Clase	Infiltración mm	Superficie ha	Superficie %	Recarga m^3/ha/año	Recarga total anual m^3
1	0	602.95	14.524	0	0
2	150	2,921.00	70.363	1,500	4,381,500.00
3	250	116.65	2.810	2,500	291,625.00
4	420	510.72	12.303	4,200	2,145,024.00

Clase	Infiltración mm	Superficie ha	Superficie %	Recarga m^3/ha/año	Recarga total anual m^3
Total		4,151.32	100.00		6,818,149.00

A partir de los valores infiltración se estimó la recarga total al acuífero en el CCP de 6,818,149.00 m^3. El 70.363% de la superficie total del Campo Cuichapa Poniente presenta una recarga anual de 1,500 m3/ha/año, aportando una recarga total anual de 4,381,500.00 m^3. Las zonas con mayor recarga anual ocupan 12.303% y 2.810% de la superficie total, con valores de 4,200 y 2,500 m^3/ha/año, respectivamente.

De acuerdo al mapa de recarga, los valores más altos de recarga anual de 4,200 m^3/ha/año se distribuyen hacia el Este nordeste y Oeste sudoeste del área de estudio principalmente.

Anexo 15. Mapa – Infiltración. Campo Cuichapa Poniente.

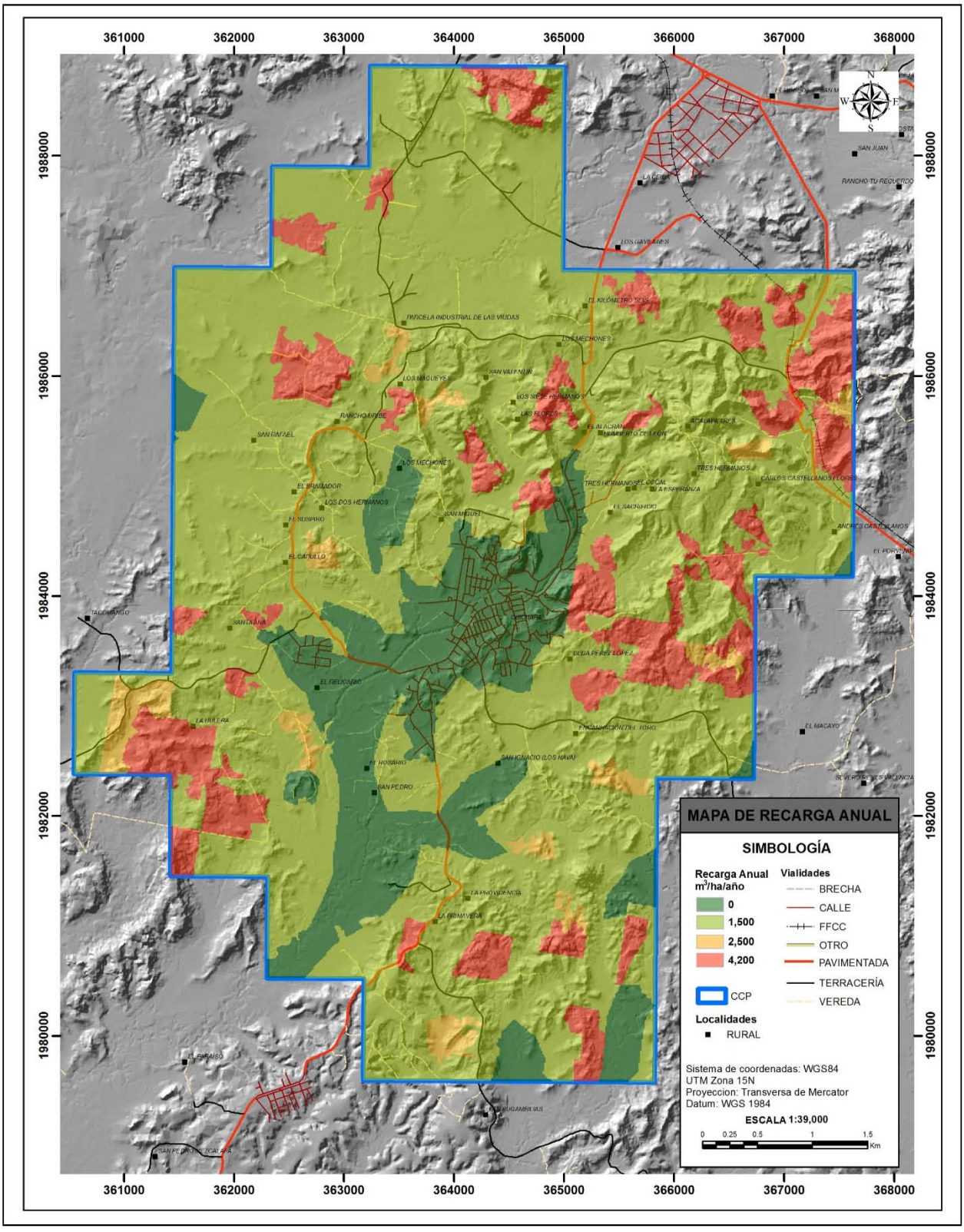


Figura 89. Distribución de recarga al acuífero (m^3/ha/año) en el Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

8.1.4.7.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

La recarga total anual para el CCP es de 6,818,149.00 m^3. La principal zona de recarga aporta 4,381,500.00 m^3 y se distribuye en una superficie de 2,921.00 ha, lo que representa el 70.363% del total del área de estudio. (Ver Tabla Valores de recarga al acuífero en el Campo Cuichapa Poniente).

Con respecto a la distribución espacial de los valores de la recarga potencial, de acuerdo al mapa se observa que el valor más alto (4,200 m^3/ha/año) ocupa una superficie de 510.72 ha lo que representa el 12.303% del total. Esta recarga tiene lugar principalmente en zonas donde el suelo presenta una textura media y uso de suelo de selvas con más del 75% de cobertura vegetal, donde al agua de la lluvia es interceptado por la vegetación y cae al suelo infiltrándose lentamente.

Con respecto a las zonas donde no se infiltra y por consiguiente no existe recarga, el tipo de suelo corresponde a gleysoles con textura fina y uso de suelo de pastizales con 50-75% de cobertura vegetal principalmente. Otra de las áreas donde no se presenta recarga al acuífero es la zona urbana de Cuichapa.

8.1.5 Medio Biótico.
8.1.5.1 Flora.

El área de estudio forma parte de la Provincia Costa del Golfo de México, la cual corresponde a la región Caribea y al reino Neotropical. La región Caribea corresponde en general a áreas con clima cálido y húmedo a semihúmedo, que en conjunto constituyen la "tierra caliente". Presenta una flora variada y rica, sobre todo en especies arbóreas y arbustivas, que son las que dominan en la mayor parte de su territorio. Entre otras, las siguientes familias tienen en México su distribución restringida a esta región: *Connaraceae, Hippocrateaceae, Julianiaceae, Lacistemaceae, Myristicaceae, Trigoniaceae, Vochysiaceae* (Rzedowski, 2006).

La provincia de la costa del Golfo de México se extiende en forma de una franja continua a lo largo de las partes bajas de los estados de Veracruz y Tabasco, ocupando casi todo su territorio, y además abarca algunas porciones adyacentes de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y probablemente Campeche. El tipo de vegetación más ampliamente difundido es el bosque tropical perennifolio, aunque en algunos sectores se presentan también encinares, diferentes tipos de comunidades hidrófilas, el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical caducifolio.

La flora es de impresionante riqueza, sobre todo al sur del paralelo 20, pero el número de especies endémicas para México no es importante si se toma en cuenta la gran superficie que ocupa la provincia, pues la inmensa mayoría de sus componentes existe también en Centroamérica y muchos en América del sur. Entre los géneros más típicos y mejor distribuidos de esta Provincia pueden mencionarse: *Dialium, Pimenta,*

Scheelea, *Vochysa* (Rzedowski, 2006).

Veracruz posee una superficie de 72,410.05 km^2, la vegetación en total ocupa alrededor de 1'091,599 ha, esto es 15.2% de la superficie del estado. Estos sitios están mayormente remitidos a terrenos accidentados y de grandes pendientes, en muchas ocasiones inaccesibles. Esto ha permitido su conservación, ya que prácticamente son terrenos inútiles para la actividad agropecuaria. De esta vegetación el 18.91% corresponde a bosques, 58.99% a selvas y 22.1% a otros tipos de vegetación. La vegetación perturbada, es decir, aquella que ha sufrido una fuerte transformación en su composición de especies a causa de un disturbio como el desmonte o un incendio, se remite a 1'331,777 ha, esto es 18.51% del estado. El 80.39% de la superficie del estado corresponde a usos de suelo principalmente agrícola, ganadero, industrial y urbano. Veracruz tiene una tradición agropecuaria histórica; productos como el café, la caña y la naranja han logrado una identidad social entre los grupos productores, de tal forma que se les reconoce como cafetaleros, cañeros y naranjeros. Por su parte, la actividad pecuaria es la actividad que más superficie estatal ocupa (35%), ya que se practica de forma extensiva, lo que ha causado y sigue causando una continua deforestación de selvas y bosques (Ellis y Martínez, 2010).

El área de estudio se ubica en la región Olmeca donde las actividades agropecuarias han cubierto la región, impactando fuertemente la superficie de vegetación natural. El sistema productivo dominante es la ganadería de bovinos, que se practica de forma extensiva. Con respecto a la actividad agrícola de la región, se distribuye en los cultivos de maíz, frijol, arroz, chile verde, sandía, sorgo, jitomate y tabaco, aunque también existen cultivos perennes, principalmente café, hule, limón, mango, naranja y papaya. La vegetación conservada de la región se remite a la selva alta de la zona de Los Tuxtlas y Uxpanapa. Estos sitios han disminuido fuertemente su superficie debido a la actividad ganadera, sin embargo, aún persisten entre las selvas más extensas de Veracruz. (Ellis y Martínez, 2010).

Las comunidades vegetales presentes en el CCP presentan variaciones tanto en su composición florística, altura y abundancia debido a su ubicación geográfica, al tipo de suelo, la topografía, la precipitación pluvial y los impactos derivados de las actividades humanas. Estas comunidades vegetales primarias y secundarias se encuentran integrados por diversas formas biológicas como árboles, arbustos, herbáceas, lianas, enredaderas, epífitas, hemiepífitas, parasitas y acuáticas que, en conjunto, representan una gran diversidad vegetal, donde algunas especies se encuentran en listas nacionales e internacionales de plantas con categoría de riesgo. Por el contrario, es evidente la inobjetable transformación no sólo paisajística sino la reducción acelerada de los fragmentos y relictos de selvas producto de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria principalmente, asentamientos humanos y en general la expansión de nuevos usos del suelo. Por lo que las comunidades vegetales primarias se han reducido a relictos aislados generando una alarmante preocupación para las especies que ahí albergan.

La flora reportada para las comunidades vegetales del CCP está integrado por un total de 158 plantas vasculares. Las especies están agrupadas en 55 familias, de las cuales las que presentan mayor número de especies en la mayoría de los casos, son Fabaceae (28), Malvaceae (11), Moraceae (10), Apocynaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, y Rubiaceae (6). En el anexo "Listado florístico" se presenta el listado florístico para el área de estudio, la flora aparece ordenada por familia, el listado proviene de las especies colectadas en campo producto de los muestreos de vegetación, así como de las especies observadas durante los recorridos de campo y de la revisión bibliográfica.

Anexo 16. Listado florístico. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.5.1.1 Uso de suelo y vegetación.

Las comunidades vegetales primarias fueron agrupadas de acuerdo al sistema de clasificación de vegetación de INEGI (2015), descrito en la Guía para la interpretación de cartografía de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000 Serie V. Este sistema está basado en los trabajos de Faustino Miranda y E. Hernández (1963) y Jerzy Rzedowski (1978, 2006).

Tabla 68. Equivalencias de los tipos de vegetación empleados en la Línea Base Ambiental.

Tipos de vegetación	INEGI (2015)	Rzedowski (1978)	Miranda y Hernández (1963)
Selva alta perennifolia	Selva alta perennifolia	Bosque tropical perennifolio	Selva alta perennifolia
Popal	Popal	Vegetación acuática y subacuática	Popal
Vegetación de galería	Vegetación de galería	Vegetación acuática y subacuática	-

El área de estudio se destaca por su orientación del uso de suelo a actividades del sector primario, el 72.53% (3,010.80 ha) de la superficie total del CCP se encuentra dominado por pastizales destinados a la actividad ganadera.

Por otra parte, las manchas urbanas ocupan una superficie de 199.54 ha (4.81%), las plantaciones forestales de árbol del hule (*Hevea brasiliensis*) 63.34 ha (1.52%), las instalaciones petroleras 53.44 ha (1.129%), las vías de comunicación 38.21 ha (0.92% del total).

También se identificaron presas de desechos que en su momento se ocuparon para el desarrollo de las actividades petroleras de la región, ocupando una superficie de 21.23 ha (0.51%).

De igual forma los cuerpos de agua ocupan 4.01 ha (0.10%), las instalaciones industriales 1.63 ha (0.04%) y las zonas sin vegetación aparente 1.19 ha (0.03%).

En el área de estudio se localizaron remanentes de selva alta perennifolia y selva alta perennifolia con vegetación secundaria, ocupando una superficie 106.71 ha (2.57%) y 452.49 ha (10.90%), respectivamente. De la misma forma se identificó la presencia de vegetación secundaria de selva ocupando una superficie de 165.02 ha (3.97%).

La vegetación de galería ocupa 28.86 ha y el popal 4.85 ha, como se puede observar estos últimos abarcan una superficie que representa un porcentaje de solo 0.81% con respecto al total.

Anexo 17. Mapa - Uso de suelo y vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

Tabla 69. Uso de suelo y vegetación en el Campo Cuichapa Poniente.

Uso de suelo y vegetación	Superficie	
	ha	%
Pastizal	3,010.80	72.53
Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	452.49	10.90
Mancha urbana	199.54	4.81
Vegetación secundaria	165.02	3.97
Selva alta perennifolia	106.71	2.57
Plantación forestal	63.34	1.52
Instalaciones petroleras	53.44	1.29
Vialidad	38.21	0.92
Vegetación de galería	28.86	0.69
Presa de desechos	21.23	0.51
Popal	4.85	0.12
Cuerpo de Agua	4.01	0.10
Instalaciones industriales	1.63	0.04
Sin vegetación aparente	1.19	0.03
Total	**4,151.32**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2016).

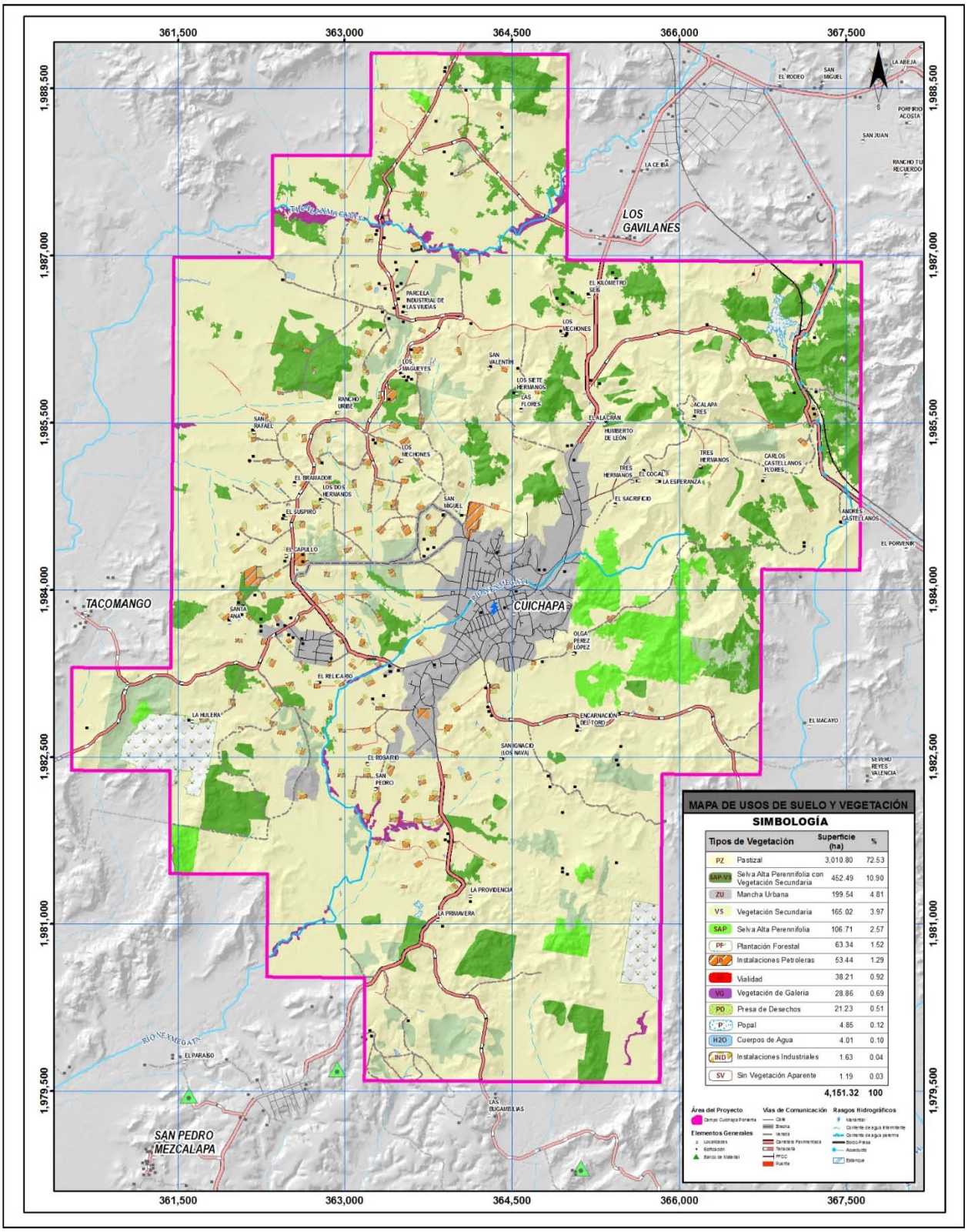


Figura 90. Uso de suelo y vegetación. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016), a partir de digitalización sobre imagen satelital WorldView 2 (Gtt Imaging, abril 2016).

8.1.5.1.2 Distribución y abundancia de las comunidades vegetales.

A continuación, se describen las comunidades vegetales primarias y secundarias presentes en el CCP, son descritas a continuación teniendo como base aspectos fisonómicos, distribución y las formas de crecimiento dominantes, centrándose la descripción en los valores de importancia ecológica de las especies.

Anexo 18. Fotográfico de vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

Selva alta perennifolia.

La selva alta perennifolia es una comunidad donde predominan árboles de más de 25 m de altura que, aunque presenta especies que pierden su follaje, su porcentaje es tan bajo que no alcanzan a modificar el aspecto siempre verde de la selva. Las numerosas especies de árboles de esta comunidad se presentan generalmente formando estratos y abundan, tanto en número como en diversidad, los bejucos y las epífitas (Pérez *et al.*, 2005).

Se presenta en las zonas más húmedas del clima A de Koeppen, correspondiente a los subtipos *Af (m) o Am* que tiene precipitaciones anuales promedio superiores a 2000 mm, con la presencia de hasta tres o cuatro meses secos *sensu* Koeppen (con menos de 60 mm de precipitación mensual) o bien en zonas que muestran precipitaciones anuales menores, del orden de 1600 a 1700 mm, pero con una distribución más homogénea de las mismas durante el año. Las temperaturas medias anuales de las zonas donde se encuentra la selva alta perennifolia suelen variar entre 22 y 26°C, no son menos de 20°C y presentan una oscilación entre el mes más frío y el más cálido de 5 a 7°C. Nunca se presentan heladas y ningún mes tiene una temperatura promedio inferior a 18°C. Representa el tipo mejor desarrollado, el más exuberante y rico en especies de todos los tipos de vegetación. Los árboles del estrato superior miden más de 30 m de alto y con cierta frecuencia alcanzan los 65 o 75 m, como en los casos de *Guatteria anomala, Licania platypus, Swietenia macrophylla, Terminalia amazonia y Ulmus mexicana*. Aunque en promedio los diámetros de los troncos de los árboles de esta selva miden entre 30 y 60 cm a la altura del pecho, se presentan con frecuencia individuos con diámetros hasta de 2 o 3 m, como ocurre con *Guatteria anomala, Swietenia macrophylla y Terminalia amazonia*. Son muy frecuentes los contrafuertes o "teelchakes" (raíces tabulares) bien desarrollados y amplios. Casi la totalidad de los individuos arbóreos presenta fustes muy largos y limpios, con las ramas situadas por lo común en el extremo superior del tronco (Pennington y Sarukhán, 2005).

La selva alta perennifolia está distribuida en México en la vertiente del Golfo desde la intersección de los estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz y se prolonga en forma de un dedo por el lado oriental de la presa Miguel Alemán hacia la zona baja Tuxtepec, Oaxaca; de ahí se ensancha en buena parte de la cuenca media del río Papaloapan hasta alcanzar por un lado la costa, cerca del puerto de Coatzacoalcos y por otro lado cruza el límite entre Veracruz y Oaxaca en el centro del istmo de Tehuantepec en la zona de Los Chimalapas; a partir de este punto, la selva queda limitada tierra adentro

por las montañas del norte de Chiapas hasta una altitud de 600 a 1300 m y hacia la planicie costera por las zonas inundables de Tabasco, con una prolongación hasta la laguna del Carmen; se interna por la selva lacandona en Guatemala en esta vertiente por la zona en que el río Usumacinta marca la frontera con dicho país, en el estado de Chiapas, y en los límites de Tabasco Guatemala. También se presenta un área aislada de selva alta perennifolia en la zona de Los Tuxtlas, Veracruz, separada del área principal por la zona seca que crea el macizo montañoso de Los Tuxtlas en la zona de Jáltipan y Hueyapan de Ocampo, Veracruz; en este macizo queda limitada a unos 600 o 900 m de altitud, dependiendo de la exposición del terreno. En la vertiente del Pacífico, el área de selva alta perennifolia está restringida a una delgada franja entre los 200 y 900 m en la sierra del Soconusco, en el sur de Chiapas, de donde se interna a Guatemala por la zona al norte de Tapachula, Chiapas (Pennington y Sarukhán, 2005).

Una porción de esta selva que se extiende por la cuenca baja del río Papaloapan, pasando a un lado del macizo de Los Tuxtlas hasta llegar a la zona de Acayucan y Coatzacoalcos; donde las especies dominantes principales son *T. amazonia y V. guatemalensis,* a las que se añaden dos elementos más de importancia que son *Dialium guianense y Calophyllum brasiliense*, codominantes del estrato arbóreo (León Cázares, 1963; Sarukhán, 1968).

En el CCP este tipo de selva se presenta en pequeños fragmentos en forma de relictos y esparcidos, que albergan gran diversidad de especies vegetales. Se pudo apreciar fragmentos de corpo (*Vochysia guatemalensis*), paque (*Dialium guianense*) y sombrerete (*Terminalia amazonia*). Es notable la abundancia de especies epífitas como bromelias. El cambio de uso del suelo, a través de la deforestación y los incendios provocados, es la amenaza más notoria para esta comunidad primaria. La conservación de estos relictos es una opción para su restauración. Los árboles dominantes alcanzan tallas de 20 m de altura.

El estrato arbóreo se encuentra dominado por el corpo (*Vochysia guatemalensis*) con una densidad de 165 ind/ha y valor de importancia ecológica (en lo sucesivo VI) de 27.75%, de manera codominante se encuentra la chaca (*Bursera simaruba*) con 60 ind/ha y VI de 10.56%. Con menor VI se encuentra el trementino (*Zuelania guidonia*) con 30 ind/ha y VI de 7.32%, le siguen la hoja de lata (*Miconia argentea*) con 50 ind/ha y VI de 7.24%, sombrerete (*Terminalia amazonia*) con 15 ind/ha y VI de 6.64%, tres lomos (*Cupania dentata*) con 40 ind/ha y VI de 5.19%.

Con menor densidad se encuentra *Ormosia isthmensis*, paque (*Dialium guianense*), *Dussia mexicana*, zapote mante (*Pouteria campechiana*), cañafístula (*Cassia moschata*) y rabo de lagarto (*Zanthoxylum riedelianum*) todas suman una densidad de 60 ind/ha.

Por su parte en el estrato arbustivo domina con mayor valor de importancia ecológica *Compsoneura sprucei* con 6, 350 ind/ha y VI de 22.44%. De manera codominante se presenta *Eugenia* sp. con 3,250 ind/ha y VI de 9.13%. También se encuentra

Psychotria sp. con 2,100 ind/ha y VI 8.25%, tres lomos (*Cupania dentata*) con 1,575 y VI de 7.90%, *Simarouba glauca* con 175 ind/ha y VI de 6.04%. El estrato subarbustivo se encuentra dominado por la caña de indio (*Costus pulverulentus*) con una densidad de 1,700 ind/ha y VI de 5.89%.

El estrato herbáceo está conformado por *Syngonium* sp. con una densidad de 140,000 ind/ha y VI de 100%.

Tabla 70. Atributos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de la selva alta perennifolia.

ESTRATO ARBÓREO							
Especie	**Altura media m**	**Diámetro medio cm**	**Dominancia Relativa %**	**Densidad ind/ha**	**Densidad Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**Valor de importancia % ***
Vochysia guatemalensis	15.75	32.22	38.25	165	36.67	8.33	27.75
Bursera simaruba	8.96	14.49	5.84	60	13.33	12.50	10.56
Zuelania guidonia	11.33	15.42	2.80	30	6.67	12.50	7.32
Miconia argentea	9.00	10.47	2.27	50	11.11	8.33	7.24
Terminalia amazonia	19.17	47.32	12.42	15	3.33	4.17	6.64
Cupania dentata	8.50	13.85	2.50	40	8.89	4.17	5.19
Ormosia isthmensis	18.00	53.16	9.15	10	2.22	4.17	5.18
Dialium guianense	20.00	72.26	8.31	5	1.11	4.17	4.53
Dussia mexicana	11.50	19.42	2.54	20	4.44	4.17	3.72
Pouteria campechiana	9.50	10.35	0.34	10	2.22	8.33	3.63
Cassia moschata	13.00	54.75	4.77	5	1.11	4.17	3.35
Zanthoxylum riedelianum	12.50	28.89	2.67	10	2.22	4.17	3.02
Luehea speciosa	12.00	45.52	3.30	5	1.11	4.17	2.86
Acosmium panamense	12.00	39.79	2.52	5	1.11	4.17	2.60
Leucaena leucocephala	12.00	17.59	0.99	10	2.22	4.17	2.46
Byrsonima crassifolia	10.00	24.19	0.93	5	1.11	4.17	2.07
Sloanea medusula	6.50	15.28	0.37	5	1.11	4.17	1.88
Total	--	--	**100.00**	**450**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ESTRATO ARBUSTIVO							
Especie	**Altura media m**	**Dominancia Relativa %**	**Densidad ind/ha**	**Densidad Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**Valor de importancia % ***	
Compsoneura sprucei	2.05	28.09	6,350	32.56	6.67	22.44	
Eugenia sp.	2.10	7.40	3,250	16.67	3.33	9.13	
Psychotria sp.	2.60	10.64	2,100	10.77	3.33	8.25	
Cupania dentata	1.56	5.63	1,575	8.08	10.00	7.90	
Simarouba glauca	7.00	13.90	175	0.90	3.33	6.04	
Costus pulverulentus	1.11	2.28	1,700	8.72	6.67	5.89	
Vochysia guatemalensis	0.95	3.07	1,325	6.79	6.67	5.51	
Tabernaemontana alba	2.27	6.13	700	3.59	6.67	5.46	
Randia aculeata	2.86	3.88	725	3.72	6.67	4.76	
Zuelania guidonia	2.75	3.22	400	2.05	6.67	3.98	
Guatteria amplifolia	2.53	1.79	75	0.38	6.67	2.95	
Calophyllum brasiliense	5.00	5.06	75	0.38	3.33	2.93	
Dialium guianense	0.06	4.12	50	0.26	3.33	2.57	

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Piper sp.	1.41	1.79	450	2.31	3.33	2.48
Terminalia amazonia	2.84	1.00	50	0.26	3.33	1.53
Calathea sp.	0.80	0.71	100	0.51	3.33	1.52
Eugenia capuli	0.38	0.17	175	0.90	3.33	1.47
Enterolobium schomburgkii	1.08	0.24	125	0.64	3.33	1.41
Faramea occidentalis	0.04	0.54	25	0.13	3.33	1.33
Schefflera morototoni	0.67	0.22	50	0.26	3.33	1.27
Cassia moschata	1.60	0.11	25	0.13	3.33	1.19
Total	--	100.00	19,500	100.00	100.00	100.00
ESTRATO HERBÁCEO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Syngonium sp.	0.09	100.00	140,000	100.00	100.00	100.00
Total	--	**100.00**	**140,000**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

* Valor de importancia ecológica = Dom Rel + Dens Rel + Frec Rel /3.

Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.

La selva alta perennifolia con vegetación secundaria corresponde a relictos de vegetación primaria de selva encontrados con distintos grados de perturbación.

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea de acuerdo también a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación Secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original (INEGI, 2015).

Algunas especies típicas de la vegetación secundaria derivada de estas selvas por perturbación (Sarukhán, 1964) y que por abundancia y las características de su madera deben ser objeto de mayor atención por parte de las industrias forestales son *Apeiba tibourbou, Trichospermum mexicanum, Bursera simaruba, Cecropia obtusifolia, Cochlospermum vitifolium, Cordia alliodora, Croton draco, Schefflera morototonii, Luehea speciosa, Ochroma pyramidae, Schizolobium parahyba, Spondias mombin y Trema micrantha.* La investigación ecológica de la vegetación secundaria en las zonas tropicales ha demostrado, mediante numerosos trabajos realizados en ella, poseer aspectos de enorme interés económico para un uso sostenido de recursos, que son básicos para un aprovechamiento forestal de las especies secundarias y para planificar la restauración y el posible manejo de masas forestales sembradas o

seleccionadas, utilizando como punto de partida la vegetación secundaria original y preservando la estructura arbórea de estas comunidades.

En el CCP el estrato arbóreo de esta comunidad vegetal se encuentra dominado por el corpo (*Vochysia guatemalensis*) con una densidad de 69 ind/ha y valor de importancia ecológica de 13.54%, de manera codominante se encuentra la chaca (*Bursera simaruba*) con 34 ind/ha y VI de 09.07%.

También se encuentra tres lomos (*Cupania dentata*) con 43 ind/ha y VI de 8.58%, corozo (*Attalea butyracea*) con 14 ind/ha y VI de 8.25%, hoja de lata (*Miconia argentea*) con 31 ind/ha y VI de 7.50%, tololote (*Andira inermis*) con 20 ind/ha y VI de 6.07%, trementino (*Zuelania guidonia*) con 20 ind/ha y VI de 4.37%, *Zanthoxylum riedelianum* con 14 ind/ha y VI de 3.99%, cañafístula (*Cassia moschata*) con 9 ind/ha y VI de 3.85% y el uvero (*Coccoloba barbadensis*) con 14 ind/ha y VI de 3.59%.

Con menor densidad se encuentran; *Byrsonima crassifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Luehea speciosa*, *Cecropia obtusifolia*, *Inga* sp., *Schefflera morototoni*, *Cochlospermum vitifolium*, *Enterolobium schomburgkii*, *Hampea nutricia*, *Trichospermum mexicanum* y *Calophyllum brasiliense*, todas suman una densidad de 78 Ind/ha.

Por su parte en el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia ecológica es el lecherillo (*Tabernaemontana alba*) con una densidad de 2,000 ind/ha y VI de 19.38%, le sigue el corpo (*Vochysia guatemalensis*) con una densidad de 2,371 ind/ha y VI de 11.83%. También se encuentra tres lomos (*Cupania dentata*) con 1,157 ind/ha y VI de 9.60%, castarica (*Randia aculeata*) con 1,257 ind/ha y VI de 9.04%.

En el estrato subarbustivo se pudieron apreciar ejemplares de palmilla (*Zamia loddigesii*) con una densidad de 14 ind/ha y VI de solo 0.59%.

El estrato herbáceo está conformado por *Lasiacis sorghoidea* con una densidad de 52,500 ind/ha y VI de 50.14%, le sigue *Syngonium* sp. con una densidad de 57,500 ind/ha y VI de 49.86%.

Tabla 71. Atributos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de la selva alta perennifolia con vegetación secundaria.

ESTRATO ARBÓREO							
Especie	Altura media m	Diámetro medio cm	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Vochysia guatemalensis	8.88	18.85	12.32	69	19.05	9.26	13.54
Bursera simaruba	8.15	23.04	10.28	34	9.52	7.41	9.07
Cupania dentata	9.19	16.21	8.29	43	11.90	5.56	8.58
Attalea butyracea	11.13	43.65	17.09	14	3.97	3.70	8.25
Miconia argentea	7.00	21.08	6.35	31	8.73	7.41	7.50
Andira inermis	6.83	23.82	7.09	20	5.56	5.56	6.07

ESTRATO ARBÓREO							
Especie	Altura media m	Diámetro medio cm	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Zuelania guidonia	9.75	19.48	3.86	20	5.56	3.70	4.37
Zanthoxylum riedelianum	8.50	17.72	2.44	14	3.97	5.56	3.99
Cassia moschata	9.00	34.85	5.47	9	2.38	3.70	3.85
Coccoloba barbadensis	8.06	23.24	3.11	14	3.97	3.70	3.59
Byrsonima crassifolia	7.50	37.13	4.37	6	1.59	3.70	3.22
Leucaena leucocephala	7.95	26.58	3.06	9	2.38	3.70	3.05
Luehea speciosa	9.33	12.73	0.82	9	2.38	5.56	2.92
Cecropia obtusifolia	8.50	26.58	2.30	6	1.59	3.70	2.53
Inga sp.	6.25	21.96	1.78	6	1.59	3.70	2.36
Schefflera morototoni	14.67	22.60	2.55	9	2.38	1.85	2.26
Cochlospermum vitifolium	7.00	13.85	0.61	6	1.59	3.70	1.97
Enterolobium schomburgkii	16.50	44.56	3.14	3	0.79	1.85	1.93
Hampea nutricia	5.67	11.99	0.69	9	2.38	1.85	1.64
Trichospermum mexicanum	7.00	11.46	0.64	9	2.38	1.85	1.62
Calophyllum brasiliense	7.50	13.85	0.62	6	1.59	1.85	1.35
Dendropanax arboreus	10.00	24.19	0.93	3	0.79	1.85	1.19
Pleuranthodendron lindenii	10.00	22.92	0.83	3	0.79	1.85	1.16
Ormosia isthmensis	15.00	18.46	0.54	3	0.79	1.85	1.06
Spondias mombin	10.00	14.96	0.35	3	0.79	1.85	1.00
Cordia alliodora	10.00	12.73	0.26	3	0.79	1.85	0.97
Guazuma ulmifolia	6.00	11.46	0.21	3	0.79	1.85	0.95
Total	--	--	**100.00**	**360**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Tabernaemontana alba	2.27	30.93	2,000	17.37	9.84	19.38
Vochysia guatemalensis	1.64	8.34	2,371	20.60	6.56	11.83
Cupania dentata	1.43	8.92	1,157	10.05	9.84	9.60
Randia aculeata	1.64	6.36	1,257	10.92	9.84	9.04
Zuelania guidonia	3.35	4.95	286	2.48	9.84	5.76
Eugenia capuli	2.00	5.86	457	3.97	4.92	4.92
Piper sp.	1.95	2.77	929	8.06	3.28	4.70
Attalea butyracea	1.85	7.64	300	2.61	1.64	3.96
Trophis racemosa	1.00	2.69	643	5.58	1.64	3.30
Bursera simaruba	2.65	3.56	286	2.48	3.28	3.11
Andira inermis	1.45	1.40	271	2.36	4.92	2.89
Eugenia sp.	2.10	2.75	300	2.61	3.28	2.88
Miconia argentea	1.82	3.04	57	0.50	4.92	2.82
Lacistema aggregatum	5.65	5.49	43	0.37	1.64	2.50
Vachellia cornigera	2.55	1.57	143	1.24	3.28	2.03
Inga vera	0.72	0.83	400	3.47	1.64	1.98
Schefflera morototoni	1.75	1.03	143	1.24	3.28	1.85
Coccoloba barbadensis	0.50	0.20	157	1.36	3.28	1.62
Dendropanax arboreus	1.43	0.22	57	0.50	3.28	1.33
Simarouba glauca	1.50	0.77	143	1.24	1.64	1.22

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Spondias mombin	2.30	0.30	57	0.50	1.64	0.81
Guatteria amplifolia	3.50	0.34	14	0.12	1.64	0.70
Ormosia isthmensis	0.78	0.02	14	0.12	1.64	0.59
Zamia loddigesii	0.61	0.02	14	0.12	1.64	0.59
Zanthoxylum riedelianum	0.72	0.00	14	0.12	1.64	0.59
Total	--	**100.00**	**11,514**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ESTRATO HERBÁCEO						
Especie	**Altura media m**	**Dominancia Relativa %**	**Densidad ind/ha**	**Densidad Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**Valor de importancia % ***
Lasiacis sorghoidea	0.17	42.70	52,500	47.73	60	50.14
Syngonium sp.	0.13	57.30	57,500	52.27	40	49.86
Total	--	**100.00**	**110,000**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

* Valor de importancia ecológica = Dom Rel + Dens Rel + Frec Rel /3.

Vegetación de galería.

Esta comunidad se desarrolla sobre las márgenes de ríos y arroyos, generalmente cubre una franja angosta a cada lado y se compone de diferentes especies de árboles que varían mucho en altura, así como de epífitas y bejucos. Algunas de las especies arbóreas representativas son *Salve chilensis* (sauce), *Pachira aquatica* (zapote de agua), *Andira inermis* (macayo), *Andira galeottiana* (macayo grande) y *Lonchocarpus hondurensis* (gusano amarillo) (Pérez *et al*., 2005).

En las zonas tropicales el factor ambiental más decisivo es la temporada de sequía y aunque fuese de consideración, siempre existen lugares más húmedos que crean condiciones microclimáticas variadas; por ejemplo, las orillas de los ríos, riachuelos, pantanos, entre otros, que permiten la existencia de ciertas especies exigentes de humedad (Gómez-Pompa, 1971). A las comunidades vegetales que se desarrollan a lo largo de las corrientes de agua más o menos permanentes se le conoce como bosque de galería (Rzedowski, 1978).

En estos hábitats se presenta una alta diversidad vegetal donde se encuentra un estrato arbóreo esparcido de 6 a 40 m, un estrato arbustivo cerrado de 1 a 5 m y un estrato herbáceo abundante. Esta comunidad vegetal difiere de las demás comunidades vegetales por localizarse en el margen de ríos, en áreas planas o con pendientes suaves de 1 a 25%. Desde el punto de vista fisonómico-estructural, se trata de un conjunto muy heterogéneo, comprende árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua (Rzedowski, 1978).

La vegetación de galería que se distribuye en el área de estudio está conformada por especies arbóreas de amate (*Ficus maxima*), Chalahuite (*Inga vera*), macayo (*Andira galeottiana*), *Zanthoxylum riedelianum* y corozo (*Attalea butyracea*) generalmente.

En esta comunidad vegetal la especie que domina el estrato arbóreo y presenta mayor valor de importancia ecológica es el corozo (*Attalea butyracea*) con una densidad de 60 ind/ha y VI de 26.11%, le sigue el Chalahuite (*Inga vera*) con 60 ind/ha y VI de 17.20%, rabo de lagarto (*Zanthoxylum riedelianum*) con 60 ind/ha y VI de 15.66%, higuerón (*Ficus maxima*) con 40 ind/ha y VI de 12.64%.

Con menor densidad el uvero (*Coccoloba barbadensis*), macayo (*Andira galeottiana*), huevos de burro (*Stemmadenia donnell-smithii*) y apompo (*Pachira aquatica*).

El estrato arbustivo se encuentra dominado por el corozo (*Attalea butyracea*) y el lecherillo (*Tabernaemontana alba*) con una densidad de 2,500 ind/ha y 2,200 ind/ha, VI de 44.26% y 23.87%, respectivamente. Con menor densidad se encuentra cornezuelo (*Vachellia cornigera*), hoja de lata (*Miconia argentea*) y mafafa (*Xanthosoma robustum*).

El estrato herbáceo por su parte está conformado por *Syngonium* sp. y *Pavonia schiedeana* con una densidad de 210,000 ind/ha y 80,000 ind/ha, VI de 71.79 % y 28.21%, respectivamente.

Tabla 72. Atributos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación de galería.

ESTRATO ARBÓREO							
Especie	**Altura media m**	**Diámetro medio cm**	**Dominancia Relativa %**	**Densidad ind/ha**	**Densidad Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**Valor de importancia % ***
Attalea butyracea	7.72	41.38	45.83	60	20.00	12.50	26.11
Inga vera	7.33	27.06	19.09	60	20.00	12.50	17.20
Zanthoxylum riedelianum	10.27	23.45	14.47	60	20.00	12.50	15.66
Ficus maxima	13.00	26.26	12.10	40	13.33	12.50	12.64
Coccoloba barbadensis	7.00	21.65	4.02	20	6.67	12.50	7.73
Andira galeottiana	7.00	14.64	1.84	20	6.67	12.50	7.00
Stemmadenia donnell-smithii	9.00	13.69	1.61	20	6.67	12.50	6.92
Pachira aquatica	7.00	11.14	1.06	20	6.67	12.50	6.74
Total	--	--	**100.00**	**300**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ESTRATO ARBUSTIVO							
Especie	**Altura media m**	**Dominancia Relativa %**	**Densidad ind/ha**	**Densidad Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**Valor de importancia % ***	
Attalea butyracea	2.38	69.69	2,500	43.10	20.00	44.26	
Tabernaemontana alba	1.97	13.68	2,200	37.93	20.00	23.87	
Vachellia cornigera	0.29	11.12	900	15.52	20.00	15.55	
Miconia argentea	2.50	4.29	100	1.72	20.00	8.67	
Xanthosoma robustum	1.00	1.23	100	1.72	20.00	7.65	
Total	--	**100.00**	**5,800**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	
ESTRATO HERBÁCEO							
Especie	**Altura media m**	**Dominancia Relativa %**	**Densidad ind/ha**	**Densidad Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**Valor de importancia % ***	
Syngonium sp.	0.25	70.54	210,000	72.41	72.41	71.79	

ESTRATO HERBÁCEO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Pavonia schiedeana	0.24	29.46	80,000	27.59	27.59	28.21
Total	--	**100.00**	**290,000**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

* Valor de importancia ecológica = Dom Rel + Dens Rel + Frec Rel /3.

Popal.

Es un tipo de vegetación herbácea que se desarrolla en lugares pantanos con agua permanente de alrededor de un metro de profundidad. Las plantas que componen el popal viven enraizadas en el fondo, pero tienen grandes hojas, largas y anchas, que sobresalen del agua; crecen tan densamente que el agua apenas es visible. Pertenecen al género como *Calathea* (popoay) y sobre todo *Thalia* (quentó). Esta clase de vegetación cubre grandes extensiones en los lugares pantanosos del Suroeste de Campeche, en Tabasco, el Norte de Chiapas y buena parte del Sur de Veracruz. En las partes menos profundas de los popales abundan especies acuáticas de las gramíneas *Leersia, Paspalum, Panicum, Oryza, Zizaniopsis e Hymenachne*. En la orilla de ríos y riachuelos de la parte baja de planicies y declives del Golfo pueden existir agrupaciones puras de la gramínea alta *Gynerium sagittatum* (Miranda y Hernández, 1963).

Es una comunidad vegetal herbácea, propia de lugares pantanosos o de agua dulce estancada de la Llanura Costera del Golfo Sur, en zonas con clima cálido húmedo, con temperaturas medias anuales superiores a los 25°C y precipitación media anual mayor de 1500 mm. Se desarrolla en sitios permanentemente inundados, y las especies que la constituyen viven enraizadas en el fondo, pero exponen sus hojas grandes y anchas sobre el agua, formando extensas masas vegetales. Su fisonomía es característica, ya que las especies dominantes forman un tapiz denso de vegetación herbácea, flotante y uniestratificada, de 1 a 2 m de altura. Las plantas más frecuentes que constituyen a esta comunidad son quentó (*Thalia geniculata*), popoay (*Calathea* sp.), platanillo (*Heliconia* sp.) y algunas especies acompañantes de las familias Ciperaceae y Gramíneae, como *Panicum* sp., *Paspalum* sp., *Cyperus* sp., además de otros géneros como *Bactris* y *Pontederia* (INEGI, 2015).

En el área de estudio el popal es una comunidad vegetal que cubre superficies pantanosas donde el estrato arbóreo es ausente, las plantas herbáceas van de 1 a 2 m de alto, cuyas hojas grandes y anchas de color verde claro forman una masa densa que apenas permite ver el pantano. Esta comunidad se encuentra dominada por el platanillo (*Pontederia sagittata*) y el popal (*Thalia geniculata*) con una densidad de 580,000 ind/ha y 10,000 ind/ha, VI de 76.12% y 23.88%, respectivamente.

Tabla 73. Atributos del estrato herbáceo del popal.

ESTRATO HERBÁCEO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Pontederia sagittata	1.60	80.05	580,000	98.31	50.00	76.12
Thalia geniculata	1.97	19.95	10,000	1.69	50.00	23.88
Total	--	**100.00**	**590,000**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

* Valor de importancia ecológica = Dom Rel + Dens Rel + Frec Rel /3.

Vegetación secundaria.

La vegetación secundaria representa el producto de los procesos de sucesión secundaria de diferentes tipos de vegetación como las selvas. Las especies representativas dependen de la vegetación circundante.

La vegetación secundaria o también denominado acahuales son asociaciones de vegetación secundaria derivada de alguna modificación sobre un tipo de comunidad primaria terrestre. Estas asociaciones representan grandes extensiones de vegetación. Su importancia radica en el estado sucesional de muchas de las especies vegetales para restaurar la vegetación original. Además, dependiendo de la edad del acahual, puede albergar una gran diversidad vegetal y animal. Entre las especies características se encuentran *Croton draco*, *Hampea nutricia*, *Heliocarpus donnel-smithii*, *Conostegia xalapensis* y *Byrsonima crassifolia* (Cram *et al*., 2010).

La vegetación secundaria está caracterizada por especies conocidas como nómadas, que forman un grupo muy característico y bastante bien definido. Generalmente son especies de vida corta, menos de un año a unos cuantos años, aunque algunas especies pueden llegar a vivir muchos años y alcanzar alturas considerables. Sin embargo, todas ellas, en teoría, son remplazadas con el tiempo por las especies residentes o primarias (Gómez-Pompa, 1971).

La ampliación de la frontera agrícola y las prácticas de manejo para la producción de cultivos agrícolas, ha incrementado sustancialmente la superficie de las comunidades vegetales secundarias. Entre las familias más diversas, que caracterizan a las comunidades secundarias están las leguminosas, compuestas, gramíneas, euforbiáceas y convolvuláceas. Los acahuales pueden encontrarse en diferentes etapas de sucesión, de uno a cinco años hasta más de 15 años en los diferentes tipos de vegetación y tienen una composición y estructura que difiere de acuerdo a su edad. Los acahuales recientes carecen de estrato arbóreo, presentan uno arbustivo abierto entre los 50 cm y 1 m de altura, y un estrato herbáceo abundante. Los cambios que indican la madurez en los acahuales, de recientes a viejos, se pueden ver en la estratificación de la vegetación, formación e incremento de materia orgánica, y en la exclusión de las especies anuales (Castillo-Campos *et al*., 2011).

Cuando se talan diversos tipos de selva de lugares húmedos, se origina una vegetación secundaria, cuya altura varía según el tiempo transcurrido desde la tala. Al principio se forman matorrales perennifolios, pero con el tiempo pasan a selvas secundarias, que cuando son suficientemente altas, se confunden con las selvas primarias a las que sustituyen. Por lo general estas selvas secundarias se distinguen por las especies arbóreas que las forman, que son arboles de crecimiento muy rápido y de maderas blandas, como los guarumbos o chancarros (*Cecropia spp.*) majahuas o jonotes (*Heliocarpus spp.*), sangre de drago o sangregado (*Croton draco*), palo de picho o guanacaste (*Schizolobium parahybum*), jopi o jonote real (*Ochroma lagopus var. bicolor*) y otros muchos (Miranda y Hernández, 1963).

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes.

En el CCP el estrato arbóreo de esta comunidad se encuentra dominado por tres lomos (*Cupania dentata*) con densidad de 120 ind/ha y VI de 31.37%, le sigue guácima (*Guazuma ulmifolia*) con 80 ind/ha y VI de 18.71%. con menor densidad se encuentra el jonote baboso (*Heliocarpus donnell-smithii*) con 40 ind/ha y VI de 13.97%.

Por su parte el chancarro (*Cecropia obtusifolia*) con 20 ind/ha y VI de 11.31%, el pongolote (*Cochlospermum vitifolium*) con 20 ind/ha y VI de 8.51%, *Croton* sp. con 20 ind/ha y VI de 8.10% y trementino (*Zuelania guidonia*) con 20 ind/ha y VI de 8.02%.

Por su parte el estrato arbustivo es abundante y se encuentra dominado por *Eugenia capuli* con una densidad de 3,950 ind/ha y VI de 15.01%. Le sigue el lecherillo (*Tabernaemontana alba*) con 2,850 ind/ha y VI de 13.71%, pongolote (*Cochlospermum vitifolium*) con 1,000 ind/ha y VI de 12.79%, tres lomos (*Cupania dentata*) con 2,800 y VI de 11.70%.

En el estrato subarbustivo se pudieron apreciar ejemplares de palmilla (*Zamia loddigesii*) con una densidad de 50 ind/ha y VI de solo 1.61%.

Tabla 74. Atributos del estrato arbóreo y arbustivo de la vegetación secundaria.

ESTRATO ARBÓREO							
Especie	Altura media m	Diámetro medio cm	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Cupania dentata	8.00	12.63	42.34	120	37.50	14.29	31.37
Guazuma ulmifolia	6.50	9.87	16.83	80	25.00	14.29	18.71
Heliocarpus donnell-smithii	7.00	13.05	15.13	40	12.50	14.29	13.97
Cecropia obtusifolia	8.00	17.98	13.40	20	6.25	14.29	11.31
Cochlospermum vitifolium	7.50	10.98	5.00	20	6.25	14.29	8.51
Croton sp.	11.00	9.55	3.78	20	6.25	14.29	8.10
Zuelania guidonia	10.00	9.23	3.53	20	6.25	14.29	8.02
Total	--	--	**100.00**	**320**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

ESTRATO ARBUSTIVO						
Especie	Altura media m	Dominancia Relativa %	Densidad ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Valor de importancia % *
Eugenia capuli	1.55	10.68	3,950	25.65	8.70	15.01
Tabernaemontana alba	1.75	13.94	2,850	18.51	8.70	13.71
Cochlospermum vitifolium	4.00	27.52	1,000	6.49	4.35	12.79
Cupania dentata	3.65	8.21	2,800	18.18	8.70	11.70
Croton sp.	4.50	12.19	650	4.22	4.35	6.92
Guazuma ulmifolia	7.00	10.24	200	1.30	4.35	5.29
Coccoloba barbadensis	0.50	0.55	1,500	9.74	4.35	4.88
Zuelania guidonia	3.50	3.05	550	3.57	4.35	3.65
Byrsonima crassifolia	6.00	4.50	150	0.97	4.35	3.27
Heliconia latispatha	0.70	0.87	550	3.57	4.35	2.93
Cordia alliodora	3.00	2.98	50	0.32	4.35	2.55
Spondias mombin	4.50	2.77	50	0.32	4.35	2.48
Randia aculeata	2.20	0.76	300	1.95	4.35	2.35
Andira inermis	0.52	0.14	300	1.95	4.35	2.15
Attalea butyracea	1.37	0.94	100	0.65	4.35	1.98
Calathea sp.	1.02	0.11	150	0.97	4.35	1.81
Caesalpinia sp.	3.20	0.09	100	0.65	4.35	1.70
Cecropia obtusifolia	3.70	0.32	50	0.32	4.35	1.66
Zamia loddigesii	0.61	0.16	50	0.32	4.35	1.61
Leucaena leucocephala	5.20	0.00	50	0.32	4.35	1.56
Total	--	**100.00**	**15,400**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

* Valor de importancia ecológica = Dom Rel + Dens Rel + Frec Rel /3

Anexo 19. Registros de muestreos de vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.5.1.3 Diversidad y riqueza de especies por tipo de vegetación.

La riqueza de especies para las diferentes comunidades vegetales existentes en el CCP se presenta en la siguiente tabla. Se aprecia que el estrato arbóreo de la selva alta perennifolia con vegetación secundaria presenta la mayor riqueza de especies siendo esta de 27 y el mayor índice de diversidad de 3.159 nats.

Tabla 75. Riqueza de especies de las comunidades vegetales del Campo Cuichapa Poniente.

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza Número de especies	Índice de diversidad nats	Equitatividad %
Selva alta perennifolia	Arbóreo	17	2.730	96.36
	Arbustivo	21	2.968	97.48
	Herbáceo	1	-	-
Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	Arbóreo	27	3.159	95.86
	Arbustivo	25	2.994	93.01
	Herbáceo	2	0.673	97.10

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza Número de especies	Índice de diversidad nats	Equitatividad %
Vegetación de galería	Arbóreo	8	2.079	100
	Arbustivo	5	1.609	100
	Herbáceo	2	0.589	84.98
Popal	Herbáceo	2	0.693	100.00
Vegetación secundaria	Arbóreo	7	1.946	100
	Arbustivo	20	2.955	98.63

8.1.5.1.4 Categorías de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN y CITES.

Con el apoyo de los muestreos de la vegetación se pudo obtener información cuantitativa de especies que se encuentren en estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La palmilla (*Zamia loddigesii*) ejemplar con categoría de Amenazada fue observada con mucha frecuencia en el área de estudio generalmente en áreas incendiadas, zonas agrícolas, vegetación secundaria y en selva alta perennifolia con vegetación secundaria. De igual forma el bari o leche amarilla (*Calophyllum brasiliense*), conacaste (*Enterolobium schomburgkii*) especies con categoría de Amenazada, ambas registradas en la selva alta perennifolia y selva alta perennifollia con vegetación secundaria. Por su parte el palo de collar (*Ormosia isthmensis*) especie con categoría de Peligro de Extinción fue registrada en la selva alta perennifolia con vegetación secundaria y selva alta perennifolia de paque (*Dialium guianense*) (Ver "Anexo Fotográfico vegetación").

De igual forma durante los recorridos se pudieron identificar el urucusillo (*Sloanea terniflora*) y el cedro (*Cedrela odorata*) especies que se encuentran en la categoria de Sujeta a Protección Especial, esta última se pudo observar en potreros utilizados como cercos vivos.

Con el apoyo de la revisión bibliográfica se identificaron tres especies que se encuentran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su distribución potencial abarca el CCP, tal es el caso del gateado (*Astronium graveolens*) y el palo de zopo (*Guatteria anomala*) ambas con categoría de Amenazada y el tinco (*Vatairea lundellii*), especie con categoría de Peligro de Extinción.

También se pudo identificar especies que no se encuentran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 pero por sus características ecológicas se incluyen en la Lista Roja de la UICN, ejemplo de ello es el macayo (*Andira galeottiana*) con categoría de vulnerable y la orquídea terrestre africana (*Oeceoclades maculata*) con categoría de preocupación menor. Siendo esta última una especie exótica proveniente de áfrica y que se encuentra amenazando las comunidades vegetales primarias en el CCP debido a su naturaleza de ser una especie invasora.

Tabla 76. Especies listadas con categoría de riesgo.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Fuente
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Gateado	A*	Bibliografía
Annonaceae	*Guatteria anomala*	Palo de zopo	A*, LR/nt**	Bibliografía
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	Brasil, Barí, leche amarilla	A*	Muestreo
Elaeocarpaceae	*Sloanea terniflora*	Urucusillo	Pr*	Recorridos de campo
Fabaceae	*Andira galeottiana*	Macayo	(VU)**	Muestreo
Fabaceae	*Enterolobium schomburgkii*	Conacaste	LR/(LC)**, A*	Muestreo
Fabaceae	*Ormosia isthmensis*	Palo de collar	P*	Muestreo
Fabaceae	*Vatairea lundellii*	Tinco, Palo amargoso	P*	Bibliografía
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro colorado, cedro rojo	Pr*, (VU)**, CITES Apéndice III	Recorridos de campo
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea manchada africana	LR/(LC)**	Recorridos de campo
Zamiaceae	*Zamia loddigesii*	Palmilla	A*, NT**, CITES Apéndice II	Muestreo

Nota: (*) Especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr =Sujeta a Protección Especial, A=Amenazada, P= En Peligro de Extinción.
(**) Especie bajo riesgo de acuerdo a la Lista Roja de la UICN. (VU)=vulnerable, LR/nt = Bajo Riesgo / casi amenazada, NT= Casi Amenazado, (DD)= Datos Insuficientes.

Fuente: CITES Apéndice II. Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.
CITES Apéndice III. Especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

8.1.5.1.5 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Las comunidades vegetales presentes en el CCP presentan variaciones tanto en su composición florística, altura y abundancia debido a su ubicación geográfica, al tipo de suelo, la topografía, la precipitación pluvial y los impactos derivados de las actividades humanas, siendo este último la principal consecuencia del estado actual de las comunidades vegetales.

Estas comunidades vegetales primarias y secundarias se encuentran integradas por diversas formas biológicas como árboles, arbustos, herbáceas, lianas, enredaderas, epífitas, hemiepífitas, parasitas y acuáticas que, en conjunto, representan una gran diversidad vegetal, con algunas especies en listas nacionales e internacionales de plantas con categoría de riesgo.

Por el contrario, es evidente la inobjetable transformación no sólo paisajística sino la reducción acelerada de los fragmentos y relictos de selvas producto de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria principalmente, asentamientos humanos y en general la expansión de nuevos usos del suelo. Por lo que las comunidades vegetales primarias en el CCP se han reducido a relictos aislados generando una alarmante preocupación por las especies que ahí albergan.

Las comunidades vegetales primarias y secundarias que se distribuyen en el CCP presentan diferentes grados de perturbación, modificando su estructura e incluso cambiando su composición florística, por lo que es frecuente encontrar especies propias de vegetación secundaria dentro de los relictos de vegetación primaria identificados en área de estudio. Además, se identificó una especie de orquídea terrestre africana (*Oeceoclades maculata*) especie exótica proveniente de África y se encuentra compitiendo con las especies nativas de la región. Esta especie se reconoció con frecuencia en las selvas altas con vegetación secundaria y en las selvas altas perennifolias con leve grado de perturbación.

Por otra parte, la flora reportada para las comunidades vegetales del CCP está integrado por un total de 158 plantas vasculares. Las especies están agrupadas en 55 familias, de las cuales las que presentan mayor número de especies en la mayoría de los casos, son Fabaceae (28), Malvaceae (11), Moraceae (10), Apocynaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, y Rubiaceae (6).

El área de estudio se destaca por su orientación del uso de suelo a actividades del sector primario, el 72.53% (3,010.80 ha) de la superficie total del CCP se encuentra dominado por pastizales destinados a la actividad ganadera. Las manchas urbanas ocupan una superficie de 199.54 ha (4.81%), las plantaciones forestales de árbol del hule (*Hevea brasiliensis*) 63.34 ha (1.52%), las instalaciones petroleras 53.44 ha (1.129%), las vías de comunicación 38.21 ha (0.92%). De la misma forma se identificaron presas de desechos que en su momento se ocuparon para el desarrollo de las actividades petroleras de la región, ocupando una superficie de 21.23 ha (0.51%). Por su parte los cuerpos de agua ocupan 4.01 ha (0.10%), las instalaciones industriales 1.63 ha (0.04%) y las zonas sin vegetación aparente 1.19 ha (0.03%).

Se localizaron remanentes de selva alta perennifolia y selva alta perennifolia con vegetación secundaria, ocupando una superficie 106.71 ha (2.57%) y 452.49 ha (10.90%), respectivamente. De la misma forma se identificó la presencia de vegetación secundaria de selva ocupando una superficie de 165.02 ha (3.97%). La vegetación de galería ocupa 28.86 ha y el popal 4.85 ha, estos últimos ocupan una superficie que representa un porcentaje de solo 0.81% con respecto del total.

Las comunidades vegetales primarias y secundarias presentes en el CCP son: selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal y vegetación secundaria de selva.

La selva alta perennifolia con vegetación secundaria presenta mayor distribución, el estrato arbóreo se encuentra dominado por el corpo (*Vochysia guatemalensis*) con una densidad de 69 ind/ha y valor de importancia ecológica de 13.54%. Por su parte el estrato arbustivo domina con mayor valor de importancia ecológica el lecherillo (*Tabernaemontana alba*) con una densidad de 2,000 ind/ha y VI de 19.38%. En el estrato subarbustivo se pudieron apreciar ejemplares de palmilla (*Zamia loddigesii*) con una densidad de 14 ind/ha y VI de solo 0.59%, especie que se encuentren en estatus de amenazada de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. El estrato

herbáceo está conformado por *Lasiacis sorghoidea* con una densidad de 52,500 ind/ha y VI de 50.14%, *Syngonium* sp. con una densidad de 57,500 ind/ha y VI de 49.86%.

Por su parte la selva alta perennifolia se presenta en pequeños fragmentos en forma de relictos y esparcidos, que albergan gran diversidad de especies vegetales. Se pudo apreciar fragmentos de corpo (*Vochysia guatemalensis*), paque (*Dialium guianense*) y sombrerete (*Terminalia amazonia*). El estrato arbóreo se encuentra dominado por el corpo (*Vochysia guatemalensis*) con una densidad de 165 ind/ha y valor de importancia ecológica de 27.75%. Por su parte en el estrato arbustivo domina con mayor valor de importancia ecológica *Compsoneura sprucei* con 6, 350 ind/ha y VI de 22.44%. El estrato subarbustivo se encuentra dominado por la caña de indio (*Costus pulverulentus*) con una densidad de 1,700 ind/ha y VI de 5.89%. El estrato herbáceo está conformado por *Syngonium* sp. con una densidad de 140,000 ind/ha y VI de 100%.

La vegetación de galería que se distribuye en el área de estudio está conformada por especies arbóreas de amate (*Ficus maxima*), Chalahuite (*Inga vera*), macayo (*Andira galeottiana*), *Zanthoxylum riedelianum* y corozo (*Attalea butyracea*) generalmente. En esta comunidad vegetal la especie que domina el estrato arbóreo y presenta mayor valor de importancia ecológica es el corozo (*Attalea butyracea*) con una densidad de 60 ind/ha y VI de 26.11%. El estrato arbustivo se encuentra dominado por el corozo (*Attalea butyracea*) y el lecherillo (*Tabernaemontana alba*) con una densidad de 2,500 ind/ha y 2,200 ind/ha, VI de 44.26% y 23.87%, respectivamente. El estrato herbáceo por su parte está conformado por *Syngonium* sp. y *Pavonia schiedeana*.

En el área de estudio el popal es una comunidad vegetal que cubre superficies pantanosas donde el estrato arbóreo es ausente, las plantas herbáceas van de 1 a 2 m de alto y se encuentra dominada por el platanillo (*Pontederia sagittata*) y el popal (*Thalia geniculata*).

La vegetación secundaria está compuesta de un estrato arbóreo dominado tres lomos (*Cupania dentata*) con densidad de 120 ind/ha y VI de 31.37%, el estrato arbustivo es abundante y se encuentra dominado por *Eugenia capulí* con una densidad de 3,950 ind/ha y VI de 15.01%. En el estrato subarbustivo se pudieron apreciar ejemplares de palmilla (*Zamia loddigesii*) con una densidad de 50 ind/ha y VI de solo 1.61%. El estrato herbáceo es ausente.

El estrato arbóreo de la selva alta perennifolia con vegetación secundaria presenta la mayor riqueza de especies siendo esta de 27 y el mayor índice de diversidad de 3.159 nats.

Con el apoyo de los muestreos de la vegetación y los recorridos de campo se pudo obtener información cuantitativa de especies que se encuentren en estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tal es el caso de la palmilla (*Zamia loddigesii*) ejemplar con categoría de Amenazada, bari o leche amarilla (*Calophyllum brasiliense*), conacaste (*Enterolobium schomburgkii*) especies con categoría de Amenazada, palo

de collar (*Ormosia isthmensis*) especie con categoría de Peligro de Extinción. De igual forma durante los recorridos se pudieron identificar el urucusillo (*Sloanea terniflora*) y el cedro (*Cedrela odorata*) especies que se encuentran en la categoría de Sujeta a Protección Especial.

8.1.5.2 Fauna.

Desde una perspectiva biogeográfica y sintética, en México se reconocen 3 componentes bióticos principales; el componente Neártico (región Neártica) que incluye las áreas áridas subtropicales del norte del país; el componente Transicional (Zona de Transición Mexicana) de las áreas básicamente montañosas del centro del país; y, por último, el componente Neotropical (región Neotropical) que incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del sur de México (Morrone, 2005).

Con base en la regionalización biogeográfica de México establecida por la CONABIO, el CCP se encuentra en la región Neotropical, específicamente dentro de la Provincia del Golfo de México, la cual se ubica en la costa del Golfo de México, en el este de México, Belice y el norte de Guatemala.

Figura 91. Provincias Biogeográficas de México, de acuerdo al Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006.
Fuente: CONABIO, (2006). Atlas Geográfico de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En nuestro país esta provincia se extiende desde la cuenca del río San Fernando hacia el sur, hasta el río Candelaria, donde empieza la Península de Yucatán. Cubre los estados de Veracruz y Tabasco, la porción sur de Tamaulipas, parte sureste de San Luis Potosí, noreste de los estados Hidalgo y Puebla, partes norte de Oaxaca y Chiapas, así como el suroeste de Campeche.

Relacionado con el tema de fauna, la mayor parte de las especies tienen distribución amplia en las selvas perennifolias del Golfo de México y el Caribe, sin embargo, hay algunos taxones típicos de esta provincia. Otras especies restringen su distribución al sur de la Costa del Golfo de México, unas a partir de la Sierra de Chiconquiaco y otras a partir de los Tuxtlas (Espinosa, D., S. Ocegueda et al. 2008).

Mamíferos. Con base en la regionalización zoogeográfica de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990), el área de estudio se encuentra inmersa dentro de la Región Mastogeográfica del Golfo.

Figura 92. Regiones y Provincias Mastogeográficas de México, de acuerdo al Atlas Nacional de México 1990-1992.

Fuente: CONABIO (2001). Regiones y provincias mastogeográficas con base en el Atlas Nacional de México (1990-1992) de Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, 1990.

Diferentes autores identifican a los principales mamíferos de la región; Cricetidae: *Peromyscus leucopus*, Arriaga et al., 1997; Dasyproctidae: *Dasyprocta mexicana*, Müller, 1973; Didelphidae: *Caluromys derbianus aztecus*, Arriaga et al., 1997, por citar algunos.

Aves. Las aves representativas de la región se incluyen en las siguientes familias: Caprimulgidae (*Caprimulgus maculicaudus*), Emberizidae (*Arremon aurantiirostris*), Icteridae (*Psarocolius wagleri*), Momotidae (*Electron carinatum*), Thamnophilidae (*Taraba major*) y Tyrannidae (*Ornithion semiflavum*) (Arriaga et al., 1997).

Reptiles y anfibios. De acuerdo con la regionalización herpetofaunística (en herpetofauna anfibios y reptiles) determinada por Casas-Andreu y Reyna-Trujillo (1990), el área de estudio se ubica dentro de la Provincia Veracruzana.

Figura 93. Regiones y Provincias Herpetofaunísticas de México, de acuerdo al Atlas Nacional de México 1990-1992.

Fuente: CONABIO (2001). Provincias herpetofaunísticas con base en el Atlas Nacional de México (1990-1992) de Casas-Andreu G., T. Reyna-Trujillo 1990.

Algunos autores identifican taxones que caracterizan la provincia del Golfo de México y la provincia herpetofaunística veracruzana; reptiles (Elapidae: *Micrurus elegans* y *M. limbatus*, Campbell y Lamar, 1989); anfibios (Hylidae: *Dendropsophus ebraccatus* y *D. microcephalus*, Müller, 1973). Tomando en consideración la información anterior, se consultaron documentos concernientes a la Biodiversidad del estado de Veracruz, a fin de determinar e identificar las especies de fauna registradas en la región.

Los documentos revisados proporcionaron listados faunísticos con datos de nomenclaturas científicas y comunes, sinonimias, distribución, estacionalidad y categorías de conservación. Los criterios considerados para la selección y recopilación de antecedentes para el presente estudio fueron con base en la similitud de los hábitats de distribución y en algunos casos en la zonificación del estado (porción sur de Veracruz por la ubicación del área). Cabe mencionar que otras fuentes importantes de consulta fueron la MIA-R DAPPOM con ubicación en los estados de Tabasco

(Huimanguillo y Cárdenas) y Veracruz (Las Choapas, Agua Dulce, Coatzacoalcos, Ixhuatlán y Moloacán) y los Programas de Monitoreo y Vigilancia Ambiental (PMVA) del mismo proyecto, siguiendo los criterios de selección de datos arriba mencionados.

Como resultado de la revisión bibliográfica anterior, se identificaron un total de 1,016 especies representativas, reunidas en 4 grupos, 41 órdenes y 148 familias.

Anexo 20. Listado faunístico. Campo Cuichapa Poniente.

Las especies registradas son las que a continuación se mencionan:

Mamíferos. Para el grupo de mamíferos se tienen 194 registros clasificados en 11 órdenes y 31 familias; Chiroptera es el orden mejor representado al contar con 90 especies distribuidas en 8 familias; con menor número se encuentran Cingulata y Perissodactyla con 1 especie cada una.

Tabla 77. Resumen de mamíferos registrados a nivel regional.

	No.	Orden	Familia	No. Especies	Totales
MAMÍFEROS	1	Artiodactyla	Cervidae	2	4
	2		Tayassuidae	2	
	3	Carnivora	Canidae	2	21
	4		Felidae	6	
	5		Mephitidae	3	
	6		Mustelidae	5	
	7		Procyonidae	5	
	8	Chiroptera	Emballonuridae	8	90
	9		Molossidae	7	
	10		Mormoopidae	5	
	11		Natalidae	2	
	12		Noctilionidae	1	
	13		Phyllostomidae	44	
	14		Thyropteridae	1	
	15		Vespertilionidae	22	
	16	Cingulata	Dasypodidae	1	1
	17	Didelphimorphia	Didelphidae	7	7
	18	Lagomorpha	Leporidae	5	5
	19	Perissodactyla	Tapiridae	1	1
	20	Pilosa	Cydopdediae	1	2
	21		Myrmecophagidae	1	
	22	Primates	Atelidae	2	2
	23	Rodentia	Cricetidae	33	54
	24		Cuniculidae	1	
	25		Dasyproctidae	1	
	26		Erethizontidae	1	
	27		Geomyidae	5	
	28		Heteromyidae	5	
	29		Muridae	1	
	30		Sciuridae	7	
	31	Soricomorpha	Soricidae	7	7
	Total	**11**	**31**	**194**	

Fuente: Elaboración propia (2016) con base en APÉNDICE VIII.45.1 Relación nomenclatural de los mamíferos registrados para el estado de Veracruz, distribución regional y estatus, MIA-R y PMVA del DAPPOM.

Aves. La clase aves cuenta con 635 registros en 24 órdenes y 83 familias; el mayor número de reportes corresponde al orden Passeriformes con 307 especies divididas en 32 familias; con una sola especie se encuentran los Gaviiformes, Phaethontiformes y Phoenicopteriformes.

Tabla 78. Resumen de aves registradas a nivel regional.

	No.	Orden	Familia	No. Especies	Totales
AVES	1	Accipitriformes	Accipitridae	34	39
	2		Cathartidae	4	
	3		Pandionidae	1	
	4	Anseriformes	Anatidae	27	27
	5	Apodiformes	Apodidae	7	32
	6		Trochilidae	25	
	7	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	9	10
	8		Nyctibiidae	1	
	9	Charadriiformes	Burhinidae	1	63
	10		Charadriidae	8	
	11		Haematopodidae	1	
	12		Jacanidae	1	
	13		Laridae	21	
	14		Recurvirostridae	2	
	15		Scolopacidae	27	
	16		Stercorariidae	2	
	17	Ciconiiformes	Ciconiidae	2	2
	18	Columbiformes	Columbidae	19	19
	19	Coraciiformes	Alcedinidae	5	10
	20		Momotidae	5	
	21	Cuculiformes	Cuculidae	9	9
	22	Falconiformes	Falconidae	12	12
	23	Galliformes	Cracidae	3	7
	24		Odontophoridae	3	
	25		Phasianidae	1	
	26	Gaviiformes	Gaviidae	1	1
	27	Gruiformes	Aramidae	1	15
	28		Gruidae	1	
	29		Heliornithidae	1	
	30		Rallidae	12	
	31	Passeriformes	Alaudidae	1	
	32		Bombycillidae	1	
	33		Calcariidae	5	
	34		Cardinalidae	19	
	35		Cinclidae	1	
	36		Coerebidae	1	
	37		Corvidae	7	
	38		Cotingidae	9	
	39		Emberizidae	28	
	40		Formicariidae	1	
	41		Fringillidae	8	
	42	Passeriformes	Furnariidae	15	307
	43		Grallariidae	1	
	44		Hirundinidae	10	
	45		Icteridae	24	
	46		Laniidae	1	
	47		Mimidae	6	
	48		Motacillidae	2	
	49		Paridae	1	
	50		Parulidae	48	
	51		Passeridae	1	
	52		Pipridae	2	
	53		Polioptilidae	3	
	54		Ptilogonatidae	1	
	55		Regulidae	1	
	56		Sturnidae	1	
	57		Thamnophilidae	4	
	58		Thraupidae	16	
	59		Troglodytidae	14	
	60		Turdidae	12	
	61		Tyrannidae	50	
	62		Vireonidae	13	
	63	Pelecaniformes	Ardeidae	17	22
	64		Pelecanidae	2	
	65		Threskiornithidae	3	
	66	Phaethontiformes	Phaethontidae	1	1
	67	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	1	1
	68	Piciformes	Bucconidae	1	14
	69		Galbulidae	1	
	70		Picidae	9	
	71		Ramphastidae	3	
	72	Procellariiformes	Hydrobatidae	1	5
	73		Podicipedidae	3	
	74		Procellariidae	1	
	75	Psittaciformes	Psittacidae	11	11
	76	Strigiformes	Strigidae	11	12
	77		Tytonidae	1	
	78	Suliformes	Anhingidae	1	7
	79		Fregatidae	1	
	80		Phalacrocoracidae	2	
	81		Sulidae	3	
	82	Tinamiformes	Tinamidae	4	4
	83	Trogoniformes	Trogonidae	5	5
	Total	**24**	**83**	**635**	

Fuente: Elaboración propia (2016) con base en APÉNDICE VIII.44 Lista de especies de aves del estado de Veracruz, MIA-R y PMVA del DAPPOM.

Reptiles. Para el taxón de los reptiles se tiene un total de 133 registros divididos en 3 órdenes y 22 familias: orden Crocodilia con 1 sola especie de la familia Crocodylidae, Squamata con el mayor número de especies al contar con 120 registros clasificados en 15 familias y Testudines con 12 especies de 6 familias.

Tabla 79. Resumen de reptiles registrados a nivel regional.

	No.	Orden	Familia	No. Especies	Totales
REPTILES	1	Crocodilia	Crocodylidae	1	1
	2	Squamata	Anguidae	3	
	3		Boidae	1	
	4		Colubridae	62	
	5		Elapidae	4	
	6		Eublepharidae	1	
	7		Gekkonidae	2	
	8		Iguanidae	27	
	9		Leptotyphlopidae	1	
	10		Scincidae	6	
	11		Sphaerodactylidae	1	
	12	Squamata	Teiidae	2	120
	13		Typhlopidae	2	
	14		Viperidae	4	
	15		Xantusiidae	3	
	16		Xenosauridae	1	
	17	Testudines	Cheloniidae	2	12
	18		Chelydridae	1	
	19		Dermochelyidae	1	
	20		Emydidae	2	
	21		Geoemydidae	1	
	22		Kinosternidae	5	
	Total	3	22	133	

Fuente: Elaboración propia (2016) con base en APÉNDICE VIII.43 Lista de especies de reptiles del estado de Veracruz, MIA-R y PMVA del DAPPOM.

Anfibios. Los anfibios que se han reportado para la zona corresponden a un total de 54 especies y se clasifican en 3 órdenes y 12 familias; el orden Anura con 44 especies de 10 familias, Caudata con 9 especies de la familia Plethodontidae y Gymnophiona con 1 especie de la familia Caeciliidae.

Tabla 80. Resumen de anfibios registrados a nivel regional.

	No.	Orden	Familia	No. Especies	Totales
ANFIBIOS	1	Anura	Bufonidae	5	
	2		Centrolenidae	1	
	3		Craugastoridae	9	
	4		Eleutherodactylidae	2	
	5		Hylidae	15	
	6		Leiuperidae	1	
		Anura	Leptodactylidae	4	44
			Microhylidae	3	
			Ranidae	3	
			Rhinophrynidae	1	
		Caudata	Plethodontidae	9	9
		Gymnophiona	Caeciliidae	1	1
	Total	3	12	54	

Fuente: Elaboración propia (2016) con base en APÉNDICE VIII.42 Listado de especies de anfibios de Veracruz, MIA-R y PMVA del DAPPOM.

De la fauna registrada se tiene, en orden de representatividad el grupo de las aves con 635 especies reconocidas, seguida de los mamíferos con 194, los reptiles con 133 y por último los anfibios con 54.

8.1.5.2.1 Identificación de fauna.

La identificación de especies faunísticas dentro del polígono del CCP se realizó mediante la aplicación de métodos directos e indirectos de observación en campo.

Como resultado de lo anterior, se identificaron un total de 484 individuos pertenecientes a 77 especies de 4 grupos faunísticos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), clasificados en 25 órdenes y 43 familias.

Para anfibios se identificaron 9 individuos agrupados en 1 orden, 3 familias y 5 especies; 24 individuos de reptiles correspondientes a 2 órdenes, 7 familias y 10 especies; 413 de aves pertenecientes a 15 órdenes, 24 familias y 52 especies; y por último, 38 mamíferos distribuidos en 7 órdenes, 9 familias y 10 especies.

8.1.5.2.2 Ubicación de fauna.

El concepto de área de distribución de especies se refiere al lugar habitado por una especie o la superficie que encierra el conjunto de localidades donde las poblaciones de una especie han sido observadas y registradas. Puede caracterizarse en términos de su tamaño, su ubicación geográfica y su continuidad. En una determinada área geográfica, estas localidades se expresan como puntos en un mapa.

Con la finalidad de identificar la fauna exclusivamente presente en la superficie del CCP y determinar su distribución, se ubicaron sitios de muestreo dentro del polígono, en los que se aplicaron métodos directos e indirectos, registrando y geo referenciando la observación de ejemplares.

Anexo 21. Registros de observaciones de fauna. Campo Cuichapa Poniente.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

Tabla 81. Sitios de muestreo para la observación de especies faunísticas en el Campo Cuichapa Poniente.

Identificación del sitio	Clase muestreada	Coordenadas de los sitios de muestreo UTM Zona 15Q WGS84				Observaciones
		Coordenadas de inicio		Coordenadas de fin		
		X	Y	X	Y	
Sitio 1	Transectos reptiles y anfibios	364380	1981477	364868	1980833	_
Sitio 2		364079	1980363	364177	1980586	_
Sitio 3		362640	1982101	361777	1981969	_
Sitio 4		364846	1983400	365573	1983672	_
Sitio 5		364809	1987344	364403	1988137	_
Sitio 6		362743	1983870	363130	1983703	_
Sitio 7		363203	1986534	362837	1985873	_

Identificación del sitio	Clase muestreada	Coordenadas de los sitios de muestreo UTM Zona 15Q WGS84				Observaciones
		Coordenadas de inicio		Coordenadas de fin		
		X	Y	X	Y	
Sitio 1	Transectos aves	364380	1981477	364633	1981305	_
Sitio 2		364727	1981117	364872	1980909	_
Sitio 3		364079	1980363	364374	1980488	_
Sitio 4		364363	1980518	364228	1980592	_
Sitio 5		362640	1982101	362517	1981807	_
Sitio 6		362071	1981864	361851	1981958	_
Sitio 7		364846	1983400	365156	1983596	_
Sitio 8		365264	1983652	365573	1983672	_
Sitio 9		361653	1982787	361431	1982659	_
Sitio 10		367113	1986232	367102	1986530	_
Sitio 11		364809	1987344	364566	1987526	_
Sitio 12		364227	1987864	364403	1988137	_
Sitio 13		362743	1983870	363033	1983953	_
Sitio 14		363420	1983619	363130	1983703	_
Sitio 15		363203	1986534	362973	1986337	
Sitio 16		362616	1986102	362670	1985841	
Sitio 1	Mamíferos (estación 1)	364213	1979692	_	_	Inicio sitio 1
	Mamíferos (estación 2)	1364239	1980031	_	_	_
	Mamíferos (estación 3)	364170	1980308	_	_	_
	Mamíferos (estación 4)	363861	1980435	_	_	_
	Mamíferos (estación 5)	363797	1980671	_	_	_
	Mamíferos (estación 6)	363726	1980973	_	_	_
	Mamíferos (estación 7)			363929	1981565	Fin sitio 1
Sitio 2	Mamíferos (estación 1)	366519	1982359	_	_	Inicio sitio 2
	Mamíferos (estación 2)	366482	1982534	_	_	_
	Mamíferos (estación 3)	366314	1982814	_	_	_
Sitio 2	Mamíferos (estación 4)	366144	1982951	_	_	_
	Mamíferos (estación 5)	365859	1982840	_	_	_
	Mamíferos (estación 6)	365672	1982854	_	_	_
	Mamíferos (estación 7)	365413	1982867	_	_	_
	Mamíferos (estación 8)			364758	1982799	Fin sitio 2
Sitio 3	Mamíferos (estación 1)	367457	1984861	_	_	Inicio sitio 3
	Mamíferos (estación 2)	367267	1985070	_	_	_
	Mamíferos (estación 3)	367250	1985283	_	_	_
	Mamíferos (estación 4)	367209	1985468	_	_	_
	Mamíferos (estación 5)	367104	1985783	_	_	_
	Mamíferos (estación 6)	367016	1986013	_	_	_
	Mamíferos (estación 7)			366664	1986116	Fin sitio 3
Sitio 1	Cámara 1	364177	1980581	_	_	Empleo de cámaras trampa como alternativa tecnológica.
	Cámara 2			364232	1980585	
Sitio 2	Cámara 1	365528	1983669	_	_	
	Cámara 2			365558	1983674	
Sitio 3	Cámara 1	361141	1982724	_	_	
	Cámara 2			361518	1982580	
Sitio 4	Cámara 1	363484	1986187	_	_	
	Cámara 2			363484	1986198	

Identificación del sitio	Clase muestreada	Coordenadas de los sitios de muestreo UTM Zona 15Q WGS84				Observaciones
		Coordenadas de inicio		Coordenadas de fin		
		X	Y	X	Y	
Sitio 5	Cámara 1	367188	1986162	_	_	
	Cámara 2			367182	1986156	
Sitio 7	Cámara 1	362650	1987184	_	_	
	Cámara 2			362800	1987147	

Para el muestreo de aves, reptiles y anfibios se hicieron recorridos de transectos, mientras que para los mamíferos se colocaron estaciones olfativas. Además, como alternativa tecnológica, se hicieron capturas fotográficas mediante el uso de cámaras trampa en sitios estratégicos.

De manera adicional, se registraron los avistamientos de los recorridos realizados durante la verificación de instalaciones, visitas de daños preexistentes, localización de cuerpos de agua, entre otros, los cuales formaron parte del listado faunístico. Así también, se consideró información proporcionada por los lugareños relativa al tema.

Fotografía 23. Recorrido de transectos para la observación y registro de especies faunísticas.

Los registros de campo generaron datos puntuales de ubicación (coordenadas UTM WGS84), los cuales fueron representados cartográficamente con la finalidad de determinar y visualizar la distribución de la fauna local.

Anexo 22. Mapas de distribución local de especies faunísticas. Campo Cuichapa Poniente.

De la misma manera, en los casos donde fueron posibles, se tomaron evidencias fotográficas tanto de los ejemplares avistados como de los indicios de sus actividades

(huellas, excretas, señas, etc.), integrándose con ellas un álbum fotográfico de fauna en el que se incluyen datos de nombre científico, nombre común y categoría de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, logrando con este una mejor apreciación de los mismos.

Anexo 23. Fotográfico de fauna. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.5.2.3 Distribución de fauna.

Los factores más importantes que determinan la distribución de las especies son: la geología, la ecología, el clima y la capacidad de dispersión de cada organismo.

El cruce de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, una en la parte norte y otra a partir del este de la localidad Villa Cuichapa, ambos con patrones de flujo hidrológico noreste-suroeste, crean ambientes propicios para las aves distintivas de zonas bajas inundables y de vegetación de galería, entre las que destacan: la garza ganadera *Bubulcus ibis*, la jacana norteña *Jacana spinosa* y el pijije ala blanca *Dendrocygna autumnalis*.

Fotografía 24. Jacana norteña, ave fácil de observar en zonas bajas inundables al habitar en cuerpos de agua natural y artificial.

Los tipos de vegetación presentes en la zona corresponden a relictos de selva alta perennifolia, fragmentos de selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal, vegetación secundaria y pastizal, áreas en las que se pueden observar especies características de la zona: anfibios como la rana de árbol mexicana *Smilisca baudinii* y la rana de ojos rojos *Agalychnis callidryas*; reptiles, entre los más comunes la lagartija panza rosada *Sceloporus variabilis*, la tortuga rugosa de monte (*Rhinoclemmys areolata*), la lagartija arcoiris *Ameiva undulata* y la iguana verde *Iguana iguana;* representando a las aves el zopilote negro *Coragyps atratus*, gavilán

pollero o aguililla caminera *Rupornis magnirostris*, zanate o tordo *Quiscalus mexicanus*, Urraca o papán común *Psilorhinus morio*, papan real u oropendola *Psarocolius montezuma* y el perico pecho sucio *Aratinga nana*; por último, el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) y la ardilla panza roja (*Sciurus aureogaster*) del grupo de los mamíferos.

Fotografía 25. Vista panorámica de fragmentos de vegetación presentes en el área.

8.1.5.2.4 Diversidad faunística.

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica, abarcando a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas (CONABIO).

De acuerdo con las observaciones realizadas en campo, se presenta a continuación, el listado de las diferentes especies faunísticas identificadas exclusivamente en la superficie del CCP.

Tabla 82 .Fauna registrada en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. individuos observados		Categorías de conservación		
						En los muestreos	Otros *	NOM-059-SEMARNAT **	CITES 2016 ***	UICN 2016-1 ****
1	Anfibios	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo común	1	0	_	_	LC
2		Anura	Bufonidae	*Rhinella marina*	Sapo gigante	1	0	_	_	LC
3		Anura	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Rana verde de ojos rojos	1	0	_	II	LC
4		Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana de árbol mexicana	5	0	_	_	LC
5		Anura	Ranidae	*Lithobates catesbeianus* *****	Rana toro	0	1	_	_	LC
6	Reptiles	Squamata	Boidae	*Boa constrictor******	Mazacuata	0	0	A	II	_
7		Squamata	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	1	0	A	_	LC
8		Squamata	Iguanidae	*Basiliscus vittatus*	Tololoque rayado	1	0	_	_	LC
9		Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana negra espinosa	2	0	Pr	_	_
10		Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	0	2	Pr	II	_
11		Squamata	Iguanidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija panza rosada	9	0	_	_	LC
12		Squamata	Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija arcoiris	3	0	_	_	_
13		Squamata	Viperidae	*Bothrops asper*	Nauyaca/cuatro narices	1	0	_	_	_
14		Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Tortuga de guadalupe	0	1	_	_	_
15		Testudines	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga rugosa de monte	4	0	A	_	NT
16	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	1	0	Pr	_	LC
17		Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	43	0	_	_	LC
18		Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	9	0	_	_	LC
19		Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	56	0	_	_	LC
20		Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije ala blanca	11	0	_	_	LC
21		Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí yucateco	3	0	_	II	LC
22		Apodiformes	Trochilidae	*Campylopterus curvipennis*	Colibrí	1	0	_	II	LC
23		Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	17	0	_	_	LC
24		Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	3	0	_	_	LC
25		Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	0	1	_	_	LC
26		Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	6	0	_	_	LC
27		Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	0	1	_	_	LC
28		Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	11	0	_	_	LC
29		Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela	5	0	_	_	LC
30		Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara/ quebrantahuesos	2	0	_	II	LC
31		Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Guaco/el vaquero	7	0	_	II	LC
32		Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	5	0	_	III	LC
33		Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajanea*	Rascón cuello gris	1	0	_	_	LC
34		Gruiformes	Rallidae	*Porphyrio martinica*	Gallineta morada	0	1	_	_	LC
35		Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo	2	0	_	_	LC
36		Passeriformes	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Urraca o papán común	35	0	_	_	LC
37		Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta-amarilla	0	2	_	_	LC
38		Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	0	1	_	_	LC
39		Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria	3	0	_	_	LC
40		Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	3	0	_	_	LC
41		Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Papán real, oropendola	34	0	Pr	_	LC
42		Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate o tordo	36	0	_	_	LC
43		Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero tortilla	2	0	_	_	LC

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. individuos observados		Categorías de conservación		
						En los muestreos	Otros *	NOM-059-SEMARNAT **	CITES 2016 ***	UICN 2016-1 ****
44	Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Oryzoborus funereus*	Semillero pico grueso	0	1	_	_	LC
45		Passeriformes	Thraupidae	*Ramphocelus passerinii*	Tángara terciopelo	0	1	_	_	LC
46		Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	0	1	_	_	LC
47		Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Azulejo	0	1	_	_	LC
48		Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	1	0	_	_	LC
49		Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chivirín ratón	0	1	_	_	LC
50		Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo/primavera	8	0	_	_	LC
51		Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Pibí tengo frío	1	0	_	_	LC
52		Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	4	0	_	_	LC
53		Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	0	1	_	_	LC
54		Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	29	0	_	_	LC
55		Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides striata*	Garceta verde	2	0	_	_	LC
56		Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garceta azul	2	0	_	_	LC
57		Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna	0	2	_	_	LC
58		Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	2	0	Pr	_	LC
59		Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	1	0	_	_	LC
60		Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	8	0	_	_	_
61		Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero común	13	0	_	_	LC
62		Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	3	0	Pr	_	LC
63		Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa	0	1	A	II	LC
64		Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro cachete amarillo	0	3	_	II	LC
65		Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona farinosa*	Loro corona azul	0	1	P	II	NT
66		Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pecho sucio	23	0	Pr	II	_
67		Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	1	0	_	_	LC
68	Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	0	7	_	_	LC
69		Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	0	0	_	_	LC
70		Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón	0	0	_	III	LC
71		Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	1	1	_	_	LC
72		Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	0	1	_	_	LC
73		Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño/ Tlacuache común	25	0	_	_	LC
74		Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo de monte	0	1	_	_	LC
75		Primates	Atelidae	*Alouatta palliata*	Mono aullador	0	0	P	I	LC
76		Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*****	Puerco espín mexicano	0	0	A	_	LC
77		Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla panza roja/ Ardilla negra mexicana	0	2	_	_	LC
Total de especies identificadas						**449**	**35**	**14**	**14**	**69**

Nota:

* **Otros.** Recorridos de campo y/o comentarios de lugareños.

** **Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** En peligro de extinción (P). Amenazadas (A). Sujetas a protección especial (Pr).

*** **Apéndices CITES.** I: Incluye especies en peligro de extinción; II: Incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; III: Incluye la población de la especie correspondiente a una parte (país) que solicita el apoyo de otras partes (países) para su protección.

**** **Categorías UICN.** LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada.

***** Especie no reportada en bibliografía (introducida), sin embargo, se observó en el área por lo que se registró.

****** Registros por avistamientos fuera del CCP.

En el listado se observa que se registró un total de 77 especies agrupadas en anfibios (5), reptiles (10), aves (52) y mamíferos (10). Al representarlos en porcentajes, la distribución de especies queda de la siguiente manera.

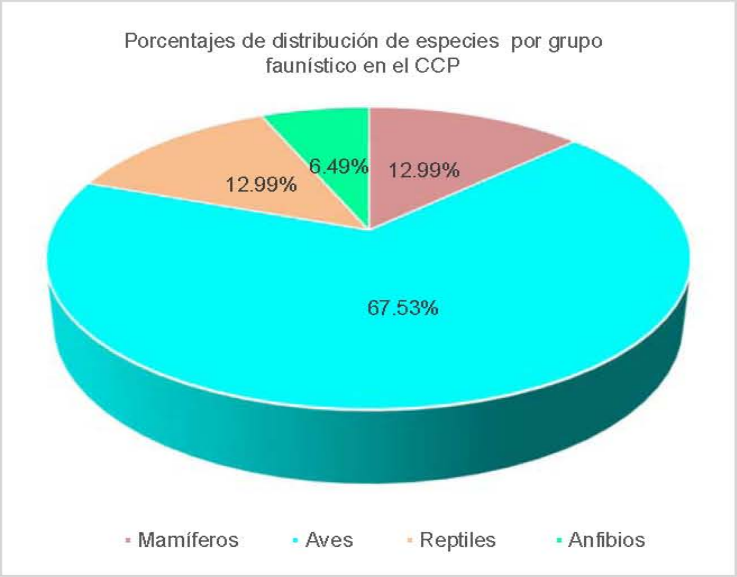


Figura 94. Porcentajes de distribución de especies por grupo faunístico en el Campo Cuichapa Poniente.

Con los datos anteriores, es posible calcular la frecuencia relativa, la cual indica esencialmente el número de veces que ocurre un evento, en este caso, el número de veces que se observaron las especies de un determinado grupo faunístico, pudiéndose representar en un tanto por ciento (%).

La frecuencia relativa se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$Fi = ni / N$$

Donde:
Fi: Frecuencia relativa
ni: Total de valores iguales a Xi
N: Total de valores
Xi: Grupo faunístico

Al aplicar la fórmula se obtienen las frecuencias relativas por grupo faunístico.

Tabla 83. Frecuencia relativa por grupo faunístico en el Campo Cuichapa Poniente.

Grupo (Xi)	No. de especies o Frecuencia Absoluta (ni)	Frecuencia Relativa (fi=ni/N)	Frecuencia Relativa %
Anfibios	5	0.065	6.50
Reptiles	10	0.130	13.00
Aves	52	0.675	67.50
Mamíferos	10	0.130	13.00
Total (N)	**77**	**1.000**	**100.00**

La representación de la frecuencia relativa expresada en % para cada grupo conforme a la tabla anterior es la siguiente:

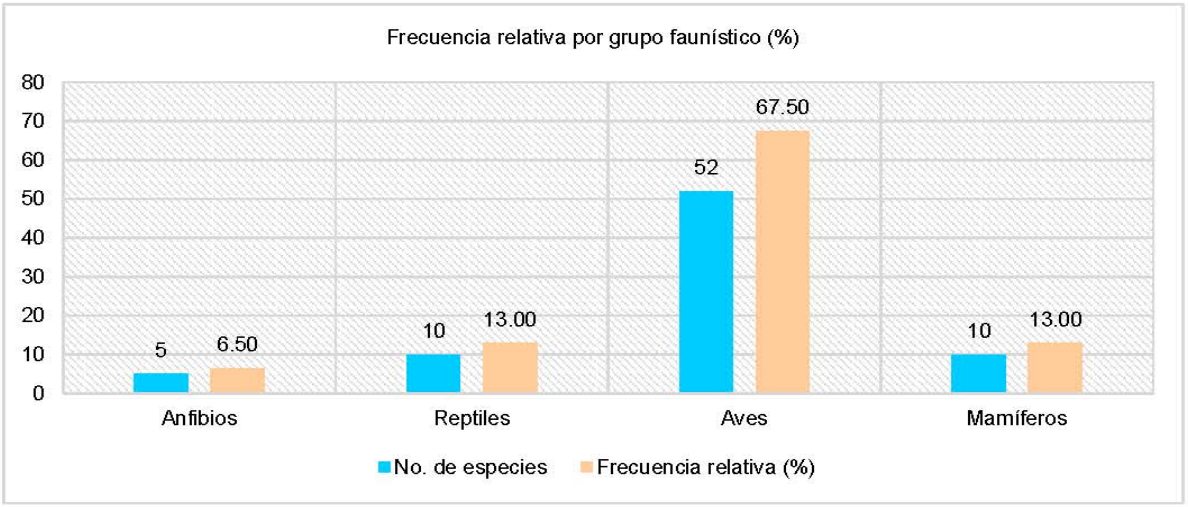


Figura 95. Frecuencia relativa expresada en % para cada grupo de acuerdo al número total de especies registradas en Campo Cuichapa Poniente.

Referente al número de individuos observados, se tiene un registro de 449 en los sitios de muestreo (transectos y cámaras trampa) y 35 al realizar otras actividades de campo en el CCP (verificación de instalaciones, daños preexistentes y ambientales, localización de cuerpos de agua, entre otros). Lo anterior mediante la aplicación de métodos directos e indirectos de observación en campo.

Tabla 84. Número de individuos avistados y métodos de observación aplicados en el Campo Cuichapa Poniente.

Clase	Especies identificadas	Individuos observados		Método de observación					Total de individuos
				Directo		Indirecto			
		En los muestreos	Otros	OD	CAM	HL	S	LUG	
Anfibios	5	8	1	9	0	0	0	0	9
Reptiles	10	21	3	24	0	0	0	0	24
Aves	52	394	19	402	0	0	11	0	413
Mamíferos	10	26	12	9	26	3*	**	**	38
Total	**77**	**449**	**35**	**470**		**14**			**484**

Nota: OD: Observación Directa; CAM: Cámara trampa; HL: Huellas; S: Sonido (canto o llamado); LUG: Cometarios de los lugareños; *Identificación mediante registro de huellas y/u observación directa de los ejemplares; **Especies registradas por comentarios de los lugareños y/o por sonido (aullido) sin determinar número de especies.

El método con mayor número de resultados positivos es el de observación directa de ejemplares (470); al complementarse con la información de los métodos indirectos (14) se tiene un total de 484 individuos registrados.

Considerando la información del listado de fauna registrada en el CCP y los datos anteriores, se obtiene la frecuencia relativa de observación de individuos para cada grupo, determinando con ello, las especies representativas.

- **Frecuencia relativa de observación de anfibios.**

Se registraron 9 individuos de anfibios clasificados 1 orden y 3 familias, tal y como se muestra en la siguiente tabla de frecuencias relativas:

Tabla 85. Frecuencia relativa de observación de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	No. individuos o Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa (fi=ni/N)	Frecuencia Relativa %
1	Anfibios	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	1	0.111	11.10
2				*Rhinella marina*	1	0.111	11.10
3			Hylidae	*Agalychnis callidryas*	1	0.111	11.10
4				*Smilisca baudinii*	5	0.556	55.60
5			Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	1	0.111	11.10
Total					**9**	**1.000**	**100.00**

La representación gráfica de las frecuencias relativas en % es la siguiente:

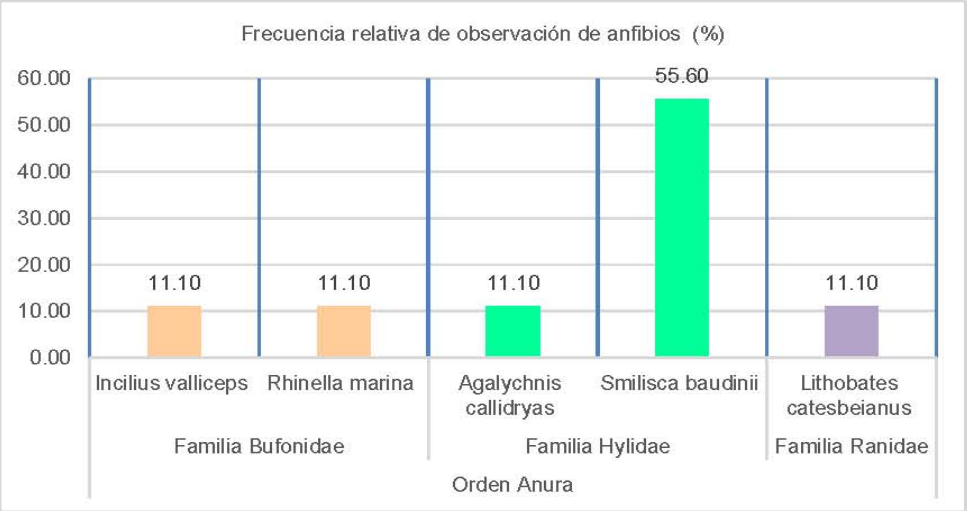


Figura 96. Frecuencia relativa de observación de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

- **Frecuencia relativa de observación de reptiles.**

Para el grupo de los reptiles se tiene un total de 24 individuos reportados, divididos en 2 órdenes y 7 familias.

Tabla 86. Frecuencia relativa de observación de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	No. individuos o Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa (fi=ni/N)	Frecuencia Relativa %
1	Reptiles	Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	0	0.000	0.00
2			Colubridae	*Leptophis mexicanus*	1	0.042	4.20
3			Iguanidae	*Basiliscus vittatus*	1	0.042	4.20
4				*Ctenosaura acanthura*	2	0.083	8.30
5				*Iguana iguana*	2	0.083	8.30
6				*Sceloporus variabilis*	9	0.375	37.50
7			Teiidae	*Ameiva undulata*	3	0.125	12.50
8			Viperidae	*Bothrops asper*	1	0.042	4.20
9		Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	1	0.042	4.20
10			Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	4	0.166	16.60
Total					**24**	**1.000**	**100.00**

A continuación, se grafican los valores anteriores en %:

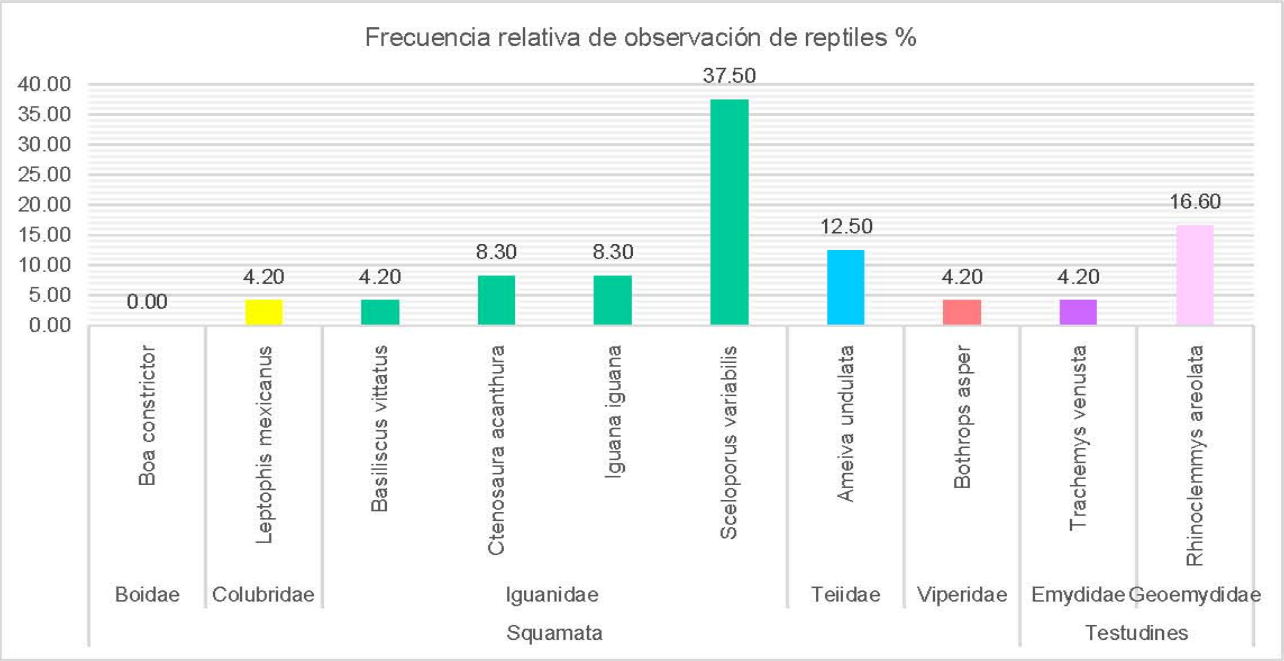


Figura 97. Frecuencia relativa de observación de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

Cabe señalar que la *Boa constrictor* fue registrada por información proporcionada por los lugareños y no por el ejemplar avistado debido a que se encontraba fuera del CCP.

- **Frecuencia relativa de observación de aves.**

Los registros de aves indican un total de 413 individuos avistados divididos en 15 órdenes y 24 familias. Las frecuencias relativas de estos individuos se presentan enseguida:

Tabla 87. Frecuencia relativa de observación de aves en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	No. individuos o Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa (fi=ni/N)	Frecuencia Relativa %
1	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	1	0.002	0.20
2				*Rupornis magnirostris*	43	0.104	10.40
3			Cathartidae	*Cathartes aura*	9	0.022	2.20
4				*Coragyps atratus*	56	0.136	13.60
5		Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	11	0.027	2.70
6		Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	3	0.008	0.80
7				*Campylopterus curvipennis*	1	0.002	0.20
8		Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	17	0.041	4.10
9		Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	3	0.008	0.80
10				*Columbina passerina*	1	0.002	0.20
11				*Leptotila verreauxi*	6	0.015	1.50

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	No. individuos o Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa (fi=ni/N)	Frecuencia Relativa %
12	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	1	0.002	0.20
13		Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	11	0.027	2.70
14				*Piaya cayana*	5	0.013	1.30
15		Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	2	0.005	0.50
16				*Herpetotheres cachinnans*	7	0.017	1.70
17		Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	5	0.013	1.30
18		Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajanea*	1	0.002	0.20
19				*Porphyrio martinica*	1	0.002	0.20
20		Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	2	0.005	0.50
21				*Psilorhinus morio*	35	0.085	8.50
22			Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	2	0.005	0.50
23			Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	1	0.002	0.20
24				*Icterus gularis*	3	0.008	0.80
25				*Molothrus aeneus*	3	0.008	0.80
26				*Psarocolius montezuma*	34	0.082	8.20
27				*Quiscalus mexicanus*	36	0.087	8.70
28				*Sturnella magna*	2	0.005	0.50
29			Thraupidae	*Oryzoborus funereus*	1	0.002	0.20
30				*Ramphocelus passerinii*	1	0.002	0.20
31				*Sporophila torqueola*	1	0.002	0.20
32				*Thraupis episcopus*	1	0.002	0.20
33				*Volatinia jacarina*	1	0.002	0.20
34			Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	1	0.002	0.20
35			Turdidae	*Turdus grayi*	8	0.019	1.90
36			Tyrannidae	*Contopus pertinax*	1	0.002	0.20
37				*Myiozetetes similis*	4	0.010	1.00
38				*Tyrannus melancholicus*	1	0.002	0.20
39		Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	29	0.070	7.00
40				*Butorides striata*	2	0.005	0.50
41				*Egretta caerulea*	2	0.005	0.50
42				*Nyctanassa violacea*	2	0.005	0.50
43				*Tigrisoma mexicanum*	2	0.005	0.50
44			Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	1	0.002	0.20
45		Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	8	0.019	1.90
46				*Melanerpes aurifrons*	13	0.031	3.10
47			Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	3	0.008	0.80
48				*Ramphastos sulfuratus*	1	0.002	0.20
49		Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	3	0.008	0.80
50				*Amazona farinosa*	1	0.002	0.20
51				*Aratinga nana*	23	0.056	5.60
52		Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	1	0.002	0.20
Total					**413**	**1.000**	**100.00**

Para una mejor visualización e interpretación de las frecuencias relativas, se representa a continuación el siguiente gráfico:

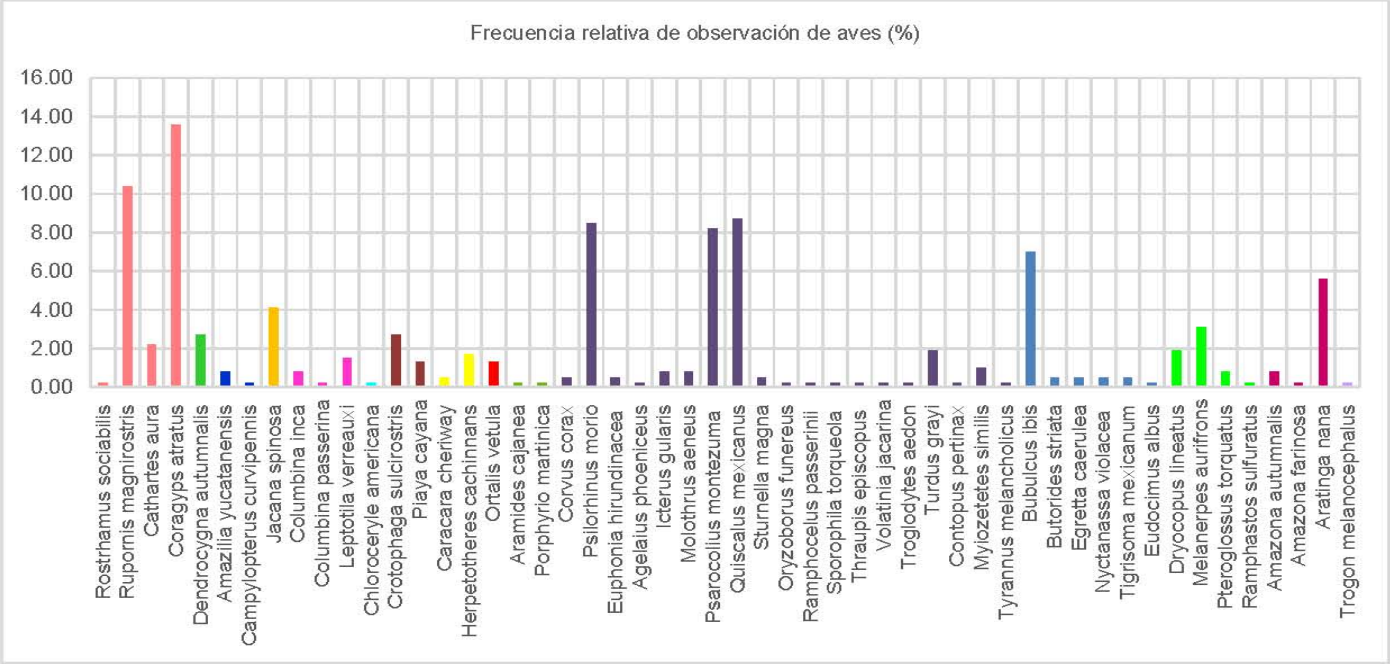


Figura 98. Frecuencia relativa de observación de aves en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

- **Frecuencia relativa de observación de mamíferos.**

Para este grupo de vertebrados se registraron 38 ejemplares, los cuales se clasifican en 7 órdenes y 9 familias.

Tabla 88. Frecuencia relativa de observación de mamíferos en el Campo Cuichapa Poniente.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	No. individuos o Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa (fi=ni/N)	Frecuencia Relativa %
1	Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	7	0.184	18.40
2		Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	0	0.000	0.00
3			Procyonidae	*Nasua narica*	0	0.000	0.00
4				*Procyon lotor*	2	0.053	5.30
5		Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	1	0.026	2.60
6		Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	25	0.658	65.80
7		Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	1	0.026	2.60
8		Primates	Atelidae	*Alouatta palliata*	0	0.000	0.00
9		Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	0	0.000	0.00
10			Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	2	0.053	5.30
Total					**38**	**1.000**	**100.00**

Las frecuencias relativas en % se grafican a continuación:

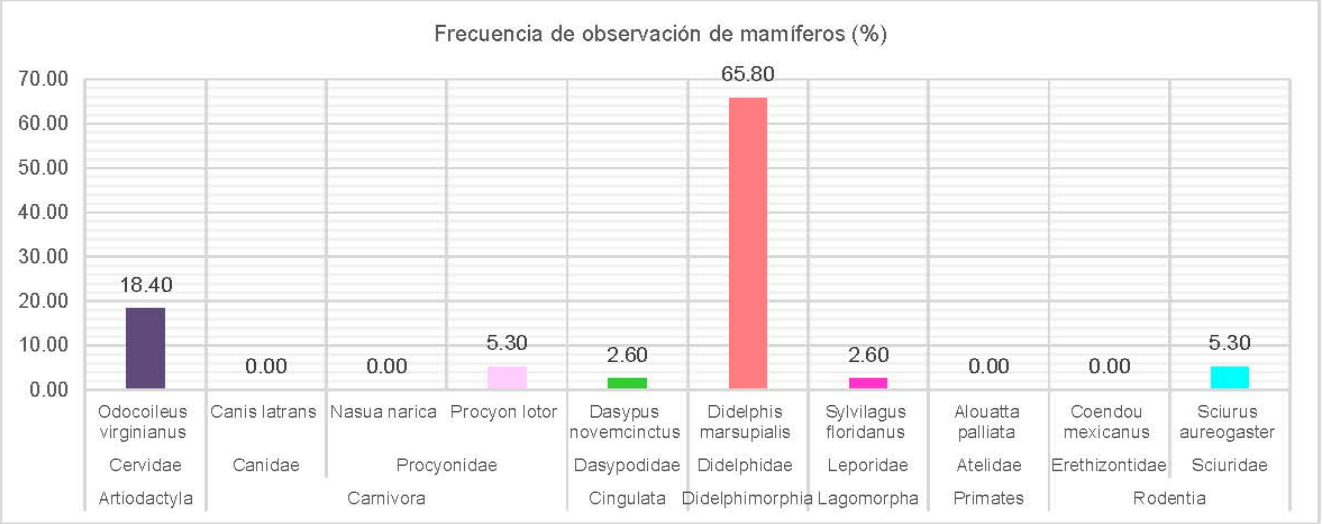


Figura 99. Frecuencia relativa de observación de mamíferos en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

A pesar de que las especies *Canis latrans, Nasua narica* y *Alouatta palliata* fueron registradas por información señalada por los lugareños, marcas en los árboles (*Nasua narica*) e identificación por sonido (aullido de *Alouatta palliata*), no se logró su avistamiento en campo, por lo que no se presentan valores para los mismos.

En el caso particular del *Coendou mexicanus*, es importante mencionar que dicha especie fue registrada por señalamientos de los lugareños y aunque se observó un ejemplar atropellado, este fue fuera del bloque, por lo que se registró la especie y no el ejemplar.

8.1.5.2.5 Abundancia de fauna.

Algunas especies ocupan o prefieren lugares con combinaciones ambientales particulares (hábitats); algunos lugares contienen más especies que otros, otros contienen números similares y en otros la diversidad de especies es mucho menos, es decir, las abundancias varían por especies en diferentes lugares.

La abundancia relativa permite comparar la incidencia de cada uno de los elementos en relación a los demás, en este caso, evaluar el número de especies de un hábitat en relación a otros, aplicando para ello métodos directos e indirectos de estimación; los directos se caracterizan por emplear la captura, recaptura, marcación, registros mediante trampas de cámara y observación directa; los métodos indirectos se aplican al utilizar los indicios que dejan los animales como señal de sus actividades, tales como heces, mudas, nidos, cuevas, senderos, huellas, comederos, marcas, etc.

Los índices de abundancia relativa suelen expresarse como el número de observaciones dividido entre el esfuerzo de muestreo y son utilizados para hacer comparaciones de abundancia de los animales a través del tiempo y el espacio.

La fórmula que se emplea para calcular el índice de abundancia relativa es:

$$I = \#\ indicios/unidad\ de\ esfuerzo$$

Donde:

I = índice de abundancia relativa.
# = equivale al número de indicios como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras, etc.
Unidad de esfuerzo = La abundancia se puede expresar en índices de abundancia relativa (el número de individuos detectados por unidad de esfuerzo, es decir, número de individuos por hora, número de individuos por kilómetro o número de individuos por punto de conteo (Wunderle 1994, Ojasti y Dallmeier 2000, Estades et al. 2006).

Variables como el tipo de vegetación y la disponibilidad del agua restringen la distribución de las especies, por lo que es importante dividir las muestras en categorías o estratos que agrupen esos factores para la estimación de las abundancias relativas y permita efectuar comparaciones entre ellas.

En este sentido, con una unidad de esfuerzo de 16 puntos de muestreo de aves, 7 de anfibios, 7 de reptiles y 3 de mamíferos (22 estaciones en total) en 10 días, se precisan a continuación los tipos de vegetación presentes en cada uno de los sitios de muestreo en los que se aplicaron métodos directos e indirectos de observación en el CCP (coordenadas oportunamente señaladas en el Apartado 8.1.5.2.2 Ubicación de la fauna).

Tabla 89. Hábitats de los sitios de muestreo de acuerdo a los tipos de vegetación y usos de suelo del Campo Cuichapa Poniente.

Identificación del sitio*	Clase muestreada	Tipo de vegetación	No. indicios*	Unidad de esfuerzo (No. de sitios de conteo o No. trampas)
Sitio 1	Transecto anfibios	Pastizal	0	7
Sitio 2		Pastizal	0	
Sitio 3		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	0	
Sitio 4		Pastizal	0	
Sitio 5		Pastizal	2	
Sitio 6		Pastizal	1	
Sitio 7		Selva Alta perennifolia con vegetación secundaria.	5	
Sitio 1	Transecto reptiles	Pastizal	0	7
Sitio 2		Pastizal	0	
Sitio 3		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	0	

Identificación del sitio*	Clase muestreada	Tipo de vegetación	No. indicios*	Unidad de esfuerzo (No. de sitios de conteo o No. trampas)
Sitio 4	Transecto reptiles	Pastizal	6	
Sitio 5		Pastizal	7	
Sitio 6		Pastizal	6	
Sitio 7		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	2	
Sitio 1	Transectos aves	Pastizal	19	16
Sitio 2		Pastizal	32	
Sitio 3		Pastizal	10	
Sitio 4		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	11	
Sitio 5		Pastizal	18	
Sitio 6		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	18	
Sitio 7		Pastizal	39	
Sitio 8		Selva alta perennifolia	16	
Sitio 9		Plantación forestal (*Hevea brasiliensis*)	21	
Sitio 10		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	24	
Sitio 11		Pastizal	57	
Sitio 12		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	39	
Sitio 13		Pastizal	26	
Sitio 14		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	29	
Sitio 15		Pastizal	20	
Sitio 16		Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	15	
Sitio 1	Estaciones Mamíferos	Pastizal	0	3
Sitio 2		Pastizal	0	
Sitio 3		Pastizal	0	
Sitio 1	Cámara 1	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	0	No aplica. Empleo de las cámaras trampa como alternativa tecnológica para determinar únicamente presencia/ ausencia de especies.
	Cámara 2	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	0	
Sitio 2	Cámara 1	Selva alta perennifolia	0	
	Cámara 2	Selva alta perennifolia	6	
Sitio 3	Cámara 1	Plantación forestal (*Hevea brasiliensis*)	0	
	Cámara 2	Plantación forestal (*Hevea brasiliensis*)	6	
Sitio 4	Cámara 1	Vegetación secundaria	1	
	Cámara 2	Vegetación secundaria	2	
Sitio 5	Cámara 1	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	0	
	Cámara 2	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	3	
Sitio 6	Cámara 1	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	8	
	Cámara 2	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	0	
Total			**449**	_

Nota: * Para fines de resultados específicamente relacionados a los hábitats muestreados no se consideraron aquellos registros de otras actividades de campo.
Fuente: Elaboración propia (2016) con base en el análisis de usos de suelo y vegetación imagen satelital World view 2.

Con los datos arriba señalados fue posible determinar las abundancias relativas por grupo faunístico, identificando la variabilidad de ocupación de los hábitats en términos de diversidad de especies.

- **Abundancia relativa de anfibios.**

Se realizaron muestreos de anfibios en 2 tipos de vegetación correspondientes a pastizal y selva alta perennifolia con vegetación secundaria obteniendo los siguientes índices de abundancia:

Tabla 90. Índices de abundancia relativa de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente.

Grupo	Tipo de vegetación	Especies observadas	Índice de abundancia relativa (*I*)	%
Anfibios	Pastizal	*Agalychnis callidryas*	0.14	14.29
		Incilius valliceps	0.14	14.29
		Rhinella marina	0.14	14.29
	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	*Smilisca baudinii*	0.71	71.43

En representación gráfica se visualizan de la siguiente forma:

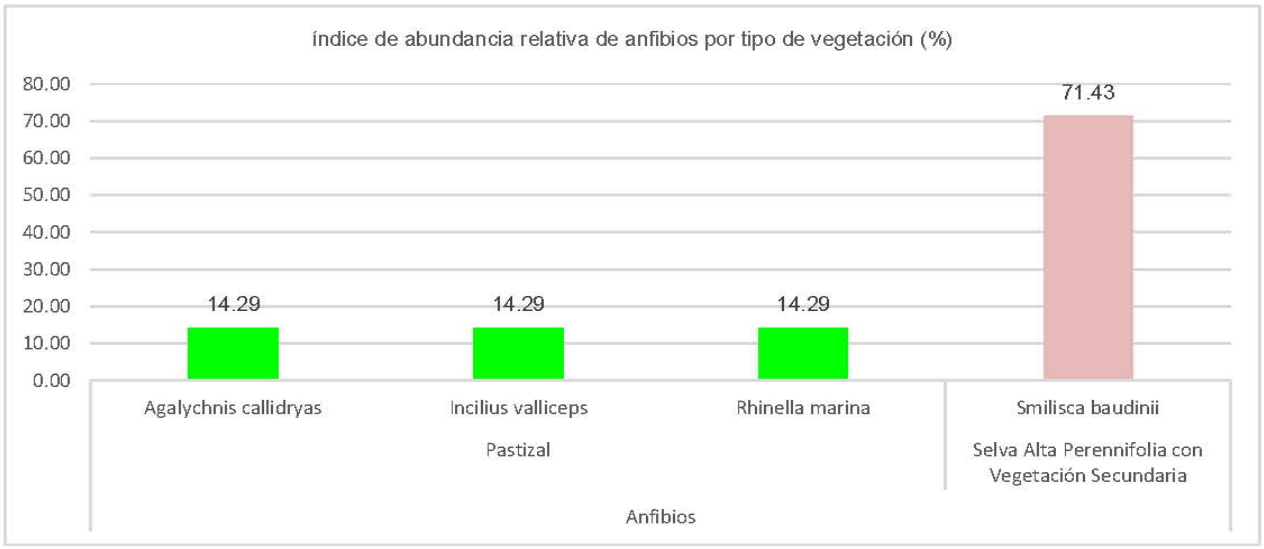


Figura 100. Abundancia relativa de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

- **Abundancia relativa de reptiles.**

Se muestreo en pastizal, y selva alta perennifolia con vegetación secundaria obteniendo las siguientes abundancias relativas:

Tabla 91. Índices de abundancia relativa de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente.

Grupo	Tipo de vegetación	Especies observadas	Índice de abundancia relativa (*I*)	%
	Pastizal	*Ameiva undulata*	0.43	42.86
		Basiliscus vittatus	0.14	14.29
		Ctenosaura acanthura	0.29	28.57
		Leptophis mexicanus	0.14	14.29
		Rhinoclemmys areolata	0.57	57.14
		Sceloporus variabilis	1.14	114.29
	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria.	*Bothrops asper*	0.14	14.29
		Sceloporus variabilis	0.14	14.29

Al graficar los valores anteriores se visualizan de la siguiente manera:

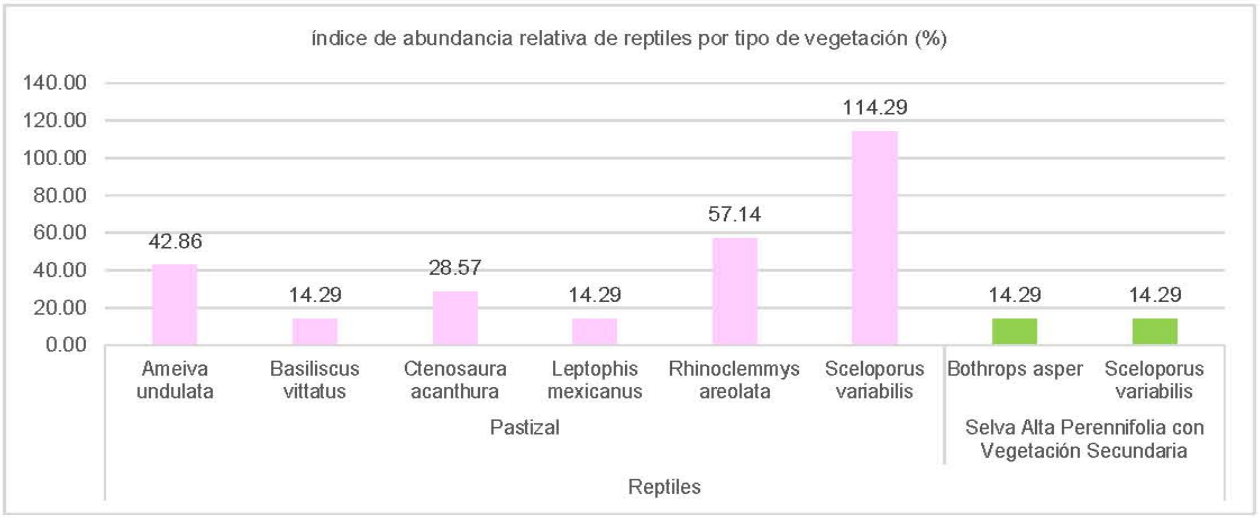


Figura 101. Abundancia relativa de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

- **Abundancia relativa de aves.**

Se realizaron muestreos en 4 tipos de vegetación: pastizal, selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria y plantación forestal (*Hevea brasiliensis*) en los cuales se obtuvieron los siguientes indicios y abundancias:

Tabla 92. Índices de abundancia relativa de aves en el Campo Cuichapa Poniente.

Grupo	Tipo de vegetación	Orden	Agrupamientos por tipos de vegetación	Índice de abundancia relativa (*I*)	%
Aves	Pastizal	Accipitriformes	72	4.50	450
		Anseriformes	4	0.25	25
		Charadriiformes	1	0.06	6.25
		Columbiformes	4	0.25	25
		Cuculiformes	3	0.19	18.75
		Falconiformes	6	0.38	37.5
		Galliformes	2	0.13	12.5
		Gruiformes	1	0.06	6.25
		Passeriformes	68	4.25	425
		Pelecaniformes	23	1.44	143.75
		Piciformes	16	1.00	100
		Psittaciformes	20	1.25	125
		Trogoniformes	1	0.06	6.25
	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	Accipitriformes	28	1.75	175
		Anseriformes	7	0.44	43.75
		Apodiformes	3	0.19	18.75
		Charadriiformes	16	1.00	100
		Columbiformes	5	0.31	31.25
		Cuculiformes	11	0.69	68.75
		Falconiformes	3	0.19	18.75
		Galliformes	3	0.19	18.75
		Passeriformes	38	2.38	237.5
		Pelecaniformes	13	0.81	81.25
		Piciformes	6	0.38	37.5
		Psittaciformes	3	0.19	18.75
	Plantación forestal (*Hevea brasiliensis*)	Passeriformes	13	0.81	81.25
		Piciformes	1	0.06	6.25
		Apodiformes	1	0.06	6.25
		Accipitriformes	4	0.25	25
		Cuculiformes	2	0.13	12.5
	Selva alta perennifolia	Accipitriformes	5	0.31	31.25
		Passeriformes	10	0.63	62.5
		Piciformes	1	0.06	6.25

La representación gráfica de los valores se presenta a continuación:

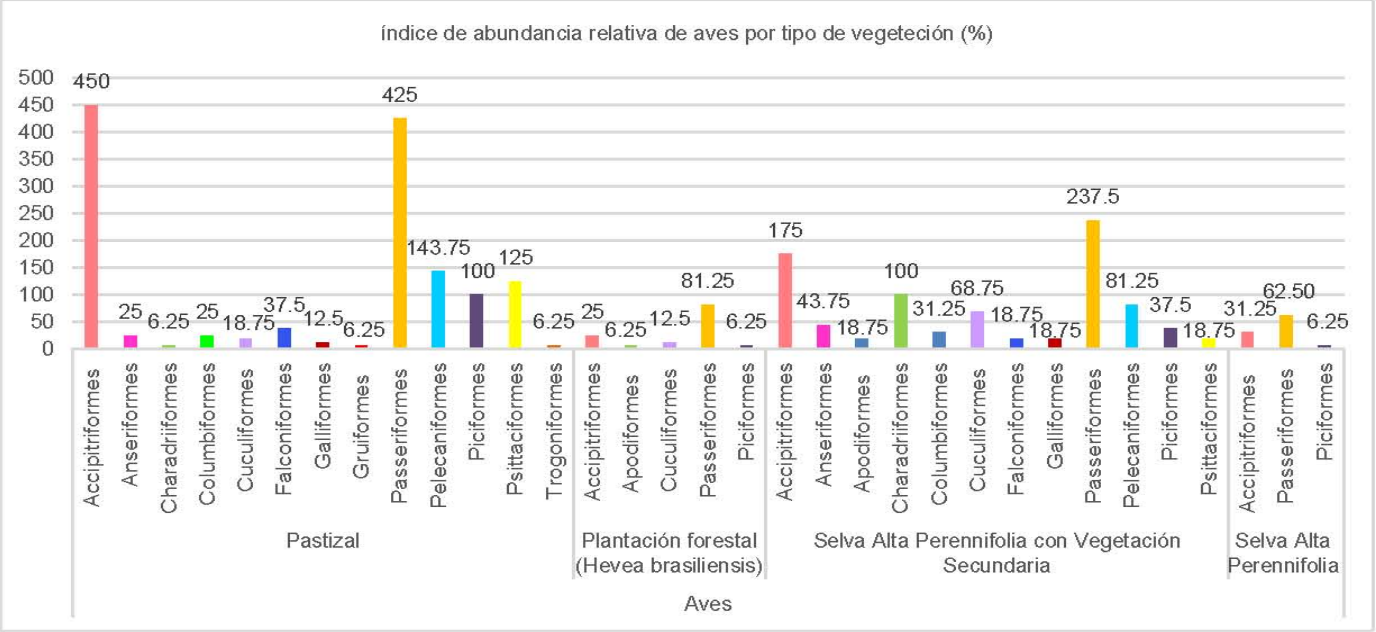


Figura 102. Abundancia relativa de aves en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %.

- **Abundancia relativa de mamíferos.**

Para el registro de mamíferos se establecieron estaciones olfativas, sin embargo, debido a las actividades pecuarias desarrolladas por los ejidatarios y la existencia de viviendas, no fue posible obtener registros de huellas de fauna silvestre mediante el método aplicado, pues como puede observarse en las siguientes figuras las registradas en algunas estaciones correspondieron a huellas de perro, ganado bovino y en algunos casos de aves.

Fotografía 26. Huellas de ave y perro en estación olfativa para mamíferos carnívoros.

Fotografía 27. Huella de ganado bovino en estación olfativa para mamíferos carnívoros.

Cabe recordar que para determinar la diversidad de especies de mamíferos presentes en el área de estudio a nivel regional y local se consideraron los avistamientos realizados durante los recorridos dentro del CCP por personal de GBN-AS, las capturas de las cámaras trampa y los comentarios de los lugareños.

8.1.5.2.6 Categorías de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN y CITES.

La destrucción y fragmentación de los hábitats es una de las principales causas que amenazan la supervivencia de numerosas especies, al igual que la muerte directa, la introducción de especies exóticas invasoras, el comercio de especies amenazadas o el cambio climático, todas ellas vinculadas directamente con las actividades antropogénicas.

En la actualidad algunas organizaciones nacionales e internacionales actúan como mediadores entre políticos, poblaciones locales, científicos y grupos activistas que promueven la conservación de la biodiversidad, tal es el caso de la UICN, considerada la organización medioambiental global más grande y antigua del mundo.

La UICN contribuye a encontrar soluciones a los principales desafíos ambientales y de desarrollo que el planeta enfrenta trabajando en los ámbitos de biodiversidad, cambio climático, energía y medios de subsistencia.

Con la finalidad de determinar el estatus de conservación de las especies registradas en el presente estudio, se llevaron a cabo revisiones en fuentes de información oficiales, páginas electrónicas de instituciones nacionales e internacionales relacionadas con el conocimiento de las especies que se encuentran sujetas a un régimen de protección y conservación.

Entre las fuentes consultadas se encuentran las siguientes:

- Lista roja de la UICN versión 2016-1 con las siguientes categorías de conservación: LC Preocupación menor (Least Concern en inglés); NT Casi amenazada (Near Threatened en inglés), V Vulnerable, CE En peligro crítico (Critically Endangered en inglés) y E En peligro (Endangered en inglés).
- CITES que clasifica las especies en tres Apéndices; I, Incluye especies en peligro de extinción. El intercambio comercial está restringido; II, Incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; III, Incluye la población de la especie correspondiente a una Parte (país) que solicita el apoyo de otras Partes (países) para su protección. El comercio internacional se permite, pero se regula en el país en cuestión.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 que categoriza a las especies en Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).

Con base en las fuentes anteriores y como resultado de la revisión bibliográfica, de las 1,016 especies registradas a nivel regional, se identificaron un total de 324 especies sujetas bajo algún estatus de conservación, entre las que se incluyen 30 anfibios, 56 reptiles, 181 aves y 57 mamíferos.

Tabla 93. Resumen de especies con estatus de conservación registradas a nivel regional, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES 2016 y la Lista Roja de la UICN 2016-1.

No.	Clase	Orden	Familia	No. especies	No. de especies sujetas bajo alguna categoría de conservación										
					NOM-059-SEMARNAT-2010				Apéndice CITES 2016			Categoría UICN 2016-1			
					E	P	A	Pr	I	II	III	NT	V	CE	E
1	Anfibios	3	9	30	0	0	0	20	0	1	0	6	6	5	5
2	Reptiles	3	18	56	0	6	17	32	3	2	1	5	4	2	1
3	Aves	20	50	181	2	26	44	73	9	27	5	23	9	1	5
4	Mamíferos	10	22	57	0	12	21	14	0	1	0	10	3	5	6
Total		**36**	**99**	**324**	**2**	**44**	**82**	**139**	**12**	**31**	**6**	**44**	**22**	**13**	**17**

Fuente: SEMARNAT, NOM-059-SEMARNAT-2010; Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres, 2016; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2016-1.

De las especies enlistadas, 267 de ellas se encuentran reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2 en Probablemente extinta en el medio silvestre, 44 en Peligro de extinción, 82 Amenazadas y 139 bajo Protección Especial); 96 se encuentran catalogadas por la UICN y 49 se incluyen en los apéndices de la CITES, que a su vez en su mayoría son reguladas en México.

En el caso de la fauna local (77), registrada dentro del polígono del CCP a través de los muestreos, recorridos e investigación de campo, se determinó que 22 de ellas se encuentran bajo alguna categoría de conservación.

Tabla 94. Especies con estatus de conservación registradas dentro del polígono del Campo Cuichapa Poniente, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES 2016 y la Lista Roja de la UICN 2016-1.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010**	Apéndice CITES 2016***	Categoría UICN 2016-1****
1	Anfibios	Anura	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	_	II	Preocupación menor
2	Reptiles	Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	A	II	_
3		Squamata	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	A	_	Preocupación menor
4		Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Pr	_	_
5		Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Pr	II	_
6		Testudines	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	A	_	Casi Amenazada
7	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Pr	_	Preocupación menor
8		Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	_	II	Preocupación menor
9		Apodiformes	Trochilidae	*Campylopterus curvipennis*	_	II	Preocupación menor
10		Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	_	II	Preocupación menor
11		Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	_	II	Preocupación menor
12		Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	_	III	Preocupación menor
13		Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Pr	_	Preocupación menor
14		Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Pr	_	Preocupación menor
15		Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Pr	_	Preocupación menor
16		Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	A	II	Preocupación menor
17		Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	_	II	Preocupación menor
18		Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona farinosa*	P	II	Casi Amenazada
19		Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga nana*	Pr	II	_
20	Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	_	III	Preocupación menor
21		Primates	Atelidae	*Alouatta palliata*	P	I	Preocupación menor
22		Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	A	_	Preocupación menor

Nota:

** Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En peligro de extinción (P). Amenazadas (A). Sujetas a protección especial (Pr).

*** Apéndices CITES. I: Incluye especies en peligro de extinción; II: Incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; III: Incluye la población de la especie correspondiente a una parte (país) que solicita el apoyo de otras partes (países) para su protección.

**** Categorías UICN. LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada.

8.1.5.2.7 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Conforme a los resultados de los muestreos en campo, se registraron en el CCP un total de 77 especies de fauna agrupadas en las clases Amphibia (5), Reptilia (10), Aves (52) y Mammalia (10).

El análisis de las frecuencias relativas, referidas al número de veces que se avistaron las especies de un grupo faunístico, muestra los mayores valores y, por lo tanto, mayor diversidad de especies en las aves (0.675), enseguida con frecuencias iguales en los mamíferos y reptiles (0.130), por último, la frecuencia más baja en los anfibios, indicando una menor diversidad (0.065).

Se avistaron un total de 484 individuos, entre los cuales, 413 fueron del grupo de las aves, 38 fueron mamíferos, 24 reptiles y solo 9 correspondieron al grupo de los anfibios.

Al efectuar el análisis de las frecuencias relativas para cada grupo faunístico, destacan las siguientes observaciones:

- De las especies de anfibios reconocidas, la rana de árbol mexicana *Smilisca baudinii* tuvo la mayor frecuencia relativa (0.556) al registrarse 5 individuos, el resto de las especies solo tuvo 1 ejemplar avistado por lo que la frecuencia relativa fue muy baja para cada una de ellas (0.111).
- En los reptiles, la especie representativa fue la lagartija panza rosada *Sceloporus variabilis* con 0.375 de frecuencia relativa. En contraste, hubo 5 especies con tan solo 1 individuo registrado, las cuales presentaron una frecuencia relativa baja (0.042).
- En las aves, las frecuencias relativas mayores se encontraron en las siguientes especies: zopilote negro *Coragyps atratus* (0.136), gavilán pollero o aguililla caminera *Rupornis magnirostris* (0.104), zanate o tordo *Quiscalus mexicanus* (0.087), Urraca o papán común *Psilorhinus morio* (0.085), papan real u oropendola *Psarocolius montezuma* (0.082), garza ganadera *bubulcus ibis* (0.070) y perico pecho sucio *Aratinga nana* (0.056). Los gráficos generados evidenciaron también que el orden más diverso en cuanto al número especies identificadas fue el Passeriformes con 19 registros.
- Dentro de los mamíferos, la especie con mayor frecuencia relativa y representatividad se encontró dentro del orden Didelphimorphia con el tlacuache común *Didelphis marsupialis* (0.658), seguida del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (0.184) del orden Artiodactyla.

La distribución, abundancia y por lo tanto, la diversidad de especies en el CCP, se encuentran intrínsecamente asociadas a los componentes agua y vegetación, pues al analizar los "mapas de distribución local de especies faunísticas", resultados de los muestreos en campo, se observó que la distribución de la fauna es relativamente dispersa y uniforme, presentando una ligera tendencia hacia el norte, a partir de la localidad Villa Cuichapa, perteneciente al municipio de Moloacán, sin embargo, no es significativa.

Lo anterior pudiera estar relacionado al cruce de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata en el área de estudio, además de la presencia de relictos de selva alta perennifolia y fragmentos de selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal, vegetación secundaria y pastizal, lugares en los que se pueden observar especies asociadas a estos tipos de hábitats.

Específicamente para el caso de abundancia de las especies por tipos de vegetación y usos de suelo se determinó lo siguiente:

- Para anfibios, *Smilisca baudinii* presentó indicios en selva alta perennifolia con vegetación secundaria con 0.71 de índice de abundacia, mientras que la mayor diversidad de especies con *Agalychnis callidryas*, *Incilius valliceps* y *Rhinella marina* se obtuvo en vegetación de pastizal con un índice de abundancia relativa de 0.14 cada una.
- Los individuos de las especies *Ameiva undulata*, *Basiliscus vittatus*, *Ctenosaura acanthura*, *Leptophis mexicanus*, *Rhinoclemmys areolata y Sceloporus variabilis,* del grupo de los reptiles, fueron observados en vegetación de pastizal con diferentes índices de abundancia, siendo *Sceloporus variabilis* el de mayor valor con 1.4.
- De acuerdo con los gráficos generados de abundancia relativa de aves, se observó que la mayor diversidad de especies fue registrada en vegetación de pastizal y selva alta perennifolia con vegetación secundaria. Los mayores valores de abundancia se obtuvieron en los órdenes Accipitriformes, Passeriformes y Pelecaniformes registrados en pastizales y selva alta perennifolia con vegetación secundaria.
- Debido actividades pecuarias desarrolladas por los ejidatarios y la existencia de viviendas, no fue posible obtener registros de huellas de mamíferos mediante el método aplicado, por lo que el índice de abundancia para este grupo fue de cero.

Con respecto a especies en conservación, de las 77 especies de fauna identificadas en el CCP, se determinó que 22 se encuentran sujetas bajo alguna categoría de conservación, siendo éstas, 1 anfibio, 5 reptiles, 13 aves y 3 mamíferos.

De las anteriores, se distinguen 14 especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2 en Peligro de extinción, 5 Amenazadas y 7 bajo Protección Especial); 2 catalogadas como casi amenazadas por la UICN que a su vez se encuentran normadas en México; y, por último, 14 incluidas en los Apéndices de CITES (1 en el Apéndice I, 11 en el Apéndice II y 2 en el Apéndice III) de las cuales 8 no son reguladas en México.

8.1.6 Medio Socioeconómico.

El estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, se encuentra ubicado entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México. Limita al norte con el estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el estado de Oaxaca, al oeste con el estado de Puebla, al noroeste con los estados de San Luis Potosí e Hidalgo.

Administrativamente, el gobierno veracruzano ha dividido en 10 regiones su territorio: Huasteca Alta, Huasteca Baja, Totonaca, Nautla, Capital, Sotavento, Las Montañas, Papaloapan, Los Tuxtlas y Olmeca, integrándose en esta última el municipio de Moloacán. En este enfoque regional, se reconoce un entorno de globalización de las actividades económicas, de tal forma que dos o más economías interactúan para

aumentar su productividad y competitividad mediante el proceso de complementariedad.

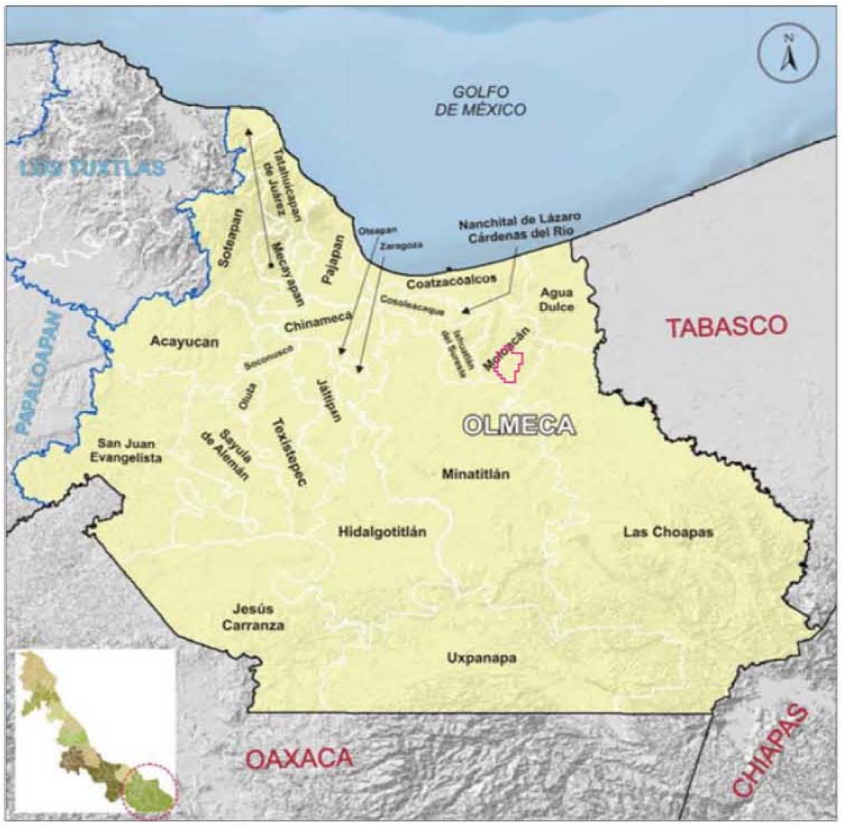


Figura 103. Delimitación de la Región Olmeca.

Fuente: Programas Regionales Veracruzanos. Programa Región Olmeca 2013 - 2016.

Ubicada al sur de la entidad, la Región Olmeca posee una extensión de 16,506 km^2, representa el 23.0% del territorio estatal y es la de mayor extensión territorial. En el 2010 habitaron en ella 1.2 millones de personas, equivalente al 15.6% de la población estatal, siendo la segunda más poblada de la entidad.

El territorio de dicha región está integrado por 25 municipios, los cuales colindan al noroeste con las regiones Los Tuxtlas y Papaloapan, al oeste con el estado de Oaxaca, al este con Tabasco, al norte con el Golfo de México y al sur con Oaxaca.

En esta región, el patrón de concentración urbana es característico al de muchas zonas del país y de la entidad; tiene 3 zonas metropolitanas, que se distinguen por tener la menor extensión territorial y con la dinámica poblacional más lenta entre todas las áreas metropolitanas del estado. En contraste se presenta un acelerado proceso de crecimiento demográfico, tanto natural como por la migración, con tasas censales de los últimos quinquenios que presentaron una tasa de crecimiento media anual

(TCMA) de la población que pasó de 0.27% en el periodo 2000-2005 a 1.75% entre 2005 y 2010.

La disminución en las tasas de natalidad y de mortalidad, definen la región en un proceso de transición demográfica o de "envejecimiento" de la población. Se destaca que la participación infantil (de 0 a 14 años) dentro del total de la región se redujo 3.4 puntos porcentuales, en contraste con el incremento de 0.7 puntos de los adultos mayores. Asimismo, se presenta una presión en el mercado laboral por parte de la población en edad productiva, aumento en 2.6 puntos porcentuales.

Los indicadores educativos muestran una región con una alta oferta educativa en las modalidades de técnico superior universitario y licenciatura universitaria y tecnológica.

Por su transición demográfica la región se ubica en el tercer lugar estatal por tasa de participación económica, con un 49.8%, es decir, uno de cada dos personas en edad productiva busca ocupación remunerada y la otra (dependiendo de la edad) se encuentra en la posición de estudiante o se dedica a labores del hogar, con la presión sobre el mercado laboral consecuente.

En el área de actividades económicas se encuentra contrastes locales; en municipios como Soteapan, Uxpanapa e Hidalgotitlán se concentran más del 70% de la población relacionada con el sector agropecuario, y en Nachital y Coatzacoalcos con menos del 2% ocupado en este sector. En estos municipios las actividades más importantes son del sector de los servicios y el industrial.

Sobresale también de manera importante la distribución de la población entre localidades urbanas y rurales. En la Región Olmeca solo 50 de las 3,534 localidades se clasifican como urbanas (cuentan con 2,500 habitantes o más), concentrando el 73% de la población. A diferencia en las 3,484 localidades rurales (con menos de 2,500 habitantes), en donde habita el 27% de la población, posee servicios públicos tales como como agua potable, drenaje y electricidad, en situación precaria.

Referente a las condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos tenemos que el 79% de las viviendas particulares habitadas poseen piso de cemento o tierra; 65% con techos de materiales ligeros, naturales o precarios y el 16% con paredes de esos materiales.

Lo relacionado al equipamiento, los habitantes de 8 de cada 10 viviendas no poseen computadora y sin acceso a internet, de igual forma 7 de cada 10 sin servicio de telefonía fijo. Estas carencias en la era de la información representan una limitación severa para el bienestar. De igual forma, 2 de cada 10 viviendas no poseen cocina y 2 de cada 10 utilizan leña o carbón para cocinar.

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) reconociendo las carencias de la región, cataloga a 3 de los 25 municipios como de muy alta marginación y 7 de alta

marginación. Aunado a ello el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) estimo que en 2010 más de la mitad de las personas que habitaban en alguno de los municipios (55.8% de las personas) vivían en situación de pobreza multidimensional.

Reconocida como de gran importancia económica a nivel estatal, la Región Olmeca representa un polo de desarrollo económico a partir de la industria petroquímica y de las actividades pecuarias y avícolas que en ella se desarrollan.

En un contexto municipal, al año 2010, Moloacán contaba con una población de 16,120 personas, 7,851 hombres y 8,269 mujeres, distribuidos en un 28% de población infantil, un 28% de población joven, un 34% de adultos y un 10% de adultos mayores. La mitad de su población con menos de 25 años (edad mediana), 94.94 hombres por cada 100 mujeres y un índice de envejecimiento de 34.92.

Del total de habitantes, el 89.1% reside en la misma entidad donde nació, el 10.0% nació en otro estado, el 0.2% procede de los Estados Unidos de América y el resto no especificó su lugar de nacimiento. La condición de habla indígena entre la población mayor de 3 años, captada por el censo de INEGI, detectó que el 0.84% habla algún dialecto, un porcentaje muy bajo por lo que se deduce que no hay localidades indígenas dentro del municipio.

Sobre el nivel de escolaridad de la población mayor de 15 años en Moloacán, de los 11,475 habitantes en esta edad, el 11.1% está sin escolaridad, el 38.8% con primaria, el 18.3% secundaria completa. En general, el grado promedio de escolaridad en el municipio es de 7 grados, es decir, en promedio la población tiene el primer año de secundaria concluido.

De los habitantes de Moloacán, sólo el 70.4% son derechohabientes a alguna institución pública, ya sea del IMSS (11.0%), ISSSTE (2.4%), Pemex, Defensa o Marina (16.8%), Seguro Popular (39.6%), de alguna otra institución (1.2%). Sin embargo, el 29.6% no tiene derechohabiencia a alguna institución de salud.

Sobre la condición de actividad económica de la población mayor de 12 años, de un total de 12,514 habitantes, el 57% se considera económicamente no activo, mientras que sólo 42% es dijo estar económicamente activa (el 39% está trabajando y el 3% desocupados), el restante 1% no especificó su condición de actividad.

Con respecto de sus viviendas, de las 4,230 viviendas particulares habitadas, sólo el 59% cuenta con agua entubada dentro de la vivienda o su terreno, el 94% de las viviendas disponen de drenaje, aunque sólo el 43% está conectado a la red pública (un 40% el lugar de desalojo es una fosa séptica). La energía eléctrica es un servicio que tiene cobertura en el 95% de las viviendas en este municipio.

La CONAPO ha calculado un índice de marginación en Moloacán de -0.27, es decir, su grado de marginación está clasificado como nivel "Medio". La CONEVAL por su parte, estimó que un 63.5% de la población está en situación de pobreza (18.8% en situación de pobreza extrema). Entre los indicadores de carencia social de la población de Moloacán, el 31.1% presenta rezago educativo, el 28.4% tiene acceso a los servicios de salud, el 78.1% tiene acceso a la seguridad social, el 31.0% cuenta con calidad y espacios de la vivienda, el 62.2% tiene acceso a los servicios básicos en la vivienda y el 28.7%.

En el contexto local, la superficie que delimita el CCP incluye 26 localidades todas pertenecientes al municipio de Moloacán, siendo clasificadas por su tamaño como rurales y sólo Cuichapa es considerada como urbana al contar con 7,697 habitantes al año 2010.

Tabla 95. Localidades incluidas en el Campo Cuichapa Poniente.

Localidad	Población total	Localidad	Población total
Cuichapa *	7,697	Las Flores	4
Acalapa Tres	43	El Relicario	5
San Lorenzo Mezcalapa	235	El Suspiro	3
El Kilómetro Seis	17	Los Siete Hermanos	2
Parcela Industrial de las Viudas	48	San Rafael	4
Tres Hermanos	7	La Providencia	5
San Miguel	3	La Primavera	2
La Esperanza	2	Rancho Los Mechones	5
Humberto de León	5	El Capullo	4
Encarnación del Toro	3	Los Dos Hermanos	2
San Ignacio (Los Nava)	1	La Hulera	7
El Bramador	1	Los Mechones	4
Carlos Castellanos Flores	2	Santa Ana	2
Total de habitantes			**8,113**

* Con el fin de homologar criterios de interpretación de la información obtenida con los diferentes apartados, en la LBA del CCP, la localidad Cuichapa será referida como "Villa Cuichapa", que es el nombre local para dicho sitio.

En tales localidades habitan 8,113 personas, representando el 48% hombres y un 52% mujeres. La distribución por grandes grupos de edades corresponde a un 27% de menores de 15 años, 65% entre 15 y 64 años, 7% mayor de 65 años, la diferencia corresponde a personas que no especificaron claramente su edad.

Respecto a la provisión de los servicios de salud, tenemos que el 22% de la población en el CCP que no cuenta con el servicio. Respecto a los derechohabientes, tenemos que asisten principalmente a las clínicas del Sector Salud (un 76%), o al Seguro Popular (39%). Se deberá considerar que los porcentajes no suman el 100% porque algunas personas tienen afiliación a más de una institución de salud.

La atención médica dentro del CCP, está a cargo del Consultorio Periférico de Petróleos Mexicanos y la Clínica del Sector Salud, ambos en la localidad de Villa Cuichapa.

El nivel educativo en el CCP está presenta en un nivel básico con preescolar, primaria, secundaria y nivel medio superior al contar con bachillerato, con tales instalaciones distribuidas en las localidades de Villa Cuichapa y San Lorenzo Mezcalapa.

Tabla 96. Infraestructura educativa dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Nombre de la infraestructura	Localización
Jardín de Niños	Villa Cuichapa
Escuela Primaria Artículo 123	
Escuela Primaria Lázaro Cárdenas del Río	
Escuela Primaria Miguel Alemán Valdez	
Escuela Secundaria Alfonso G. Alarcón	
Escuela de Bachilleres	
Colegio de Bachilleres COBAEV 44	
Biblioteca de Petróleos Mexicanos	
Jardín de Niños	San Lorenzo Mezcalapa
Escuela Primaria	

Fuente: Elaboración propia (2016).

Adicionalmente como parte de los recorridos de campo, se identificó en la localidad La Hulera, un determinado número de personas que hablan el dialecto Tzotzil (o Tsotsil). Se debe mencionar que los hablantes refirieron no ser originarios de Chiapas, estado donde los tzotziles tienen una importante presencia.

Se encontró dentro del CCP que la actividad física entre la población se desarrolla en instalaciones deportivas integradas por una cancha de futbol rápido y un campo de béisbol. Villa Cuichapa cuenta con el parque Benito Juárez como espacio adicional para recreación.

El CPyV 2010 registro 2,141 viviendas habitadas para el CCP, de las cuales el 95.8% pertenecen a Villa Cuichapa y el 2.7% se encuentran en San Lorenzo Mezcalapa; el restante 1.5% corresponde a las viviendas habitadas de Acalapa Tres, El Kilometro Seis, Parcela Industrial de las Viudas y La Hulera.

Tabla 97. Viviendas habitadas y servicios en las localidades incluidas en el Campo Cuichapa Poniente.

Localidad	Total de viviendas			
	Habitadas	Con energía eléctrica	Con agua potable	Con drenaje
Villa Cuichapa	2292	2012	1572	2007

Localidad	Total de viviendas			
	Habitadas	Con energía eléctrica	Con agua potable	Con drenaje
Acalapa Tres	15	12	0	11
San Lorenzo Mezcalapa	66	54	52	54
El Kilómetro Seis	5	0	2	4
Parcela Industrial de las Viudas	18	13	2	13
La Hulera	4	0	0	0

Fuente: CPyV Datos por localidad (2010)

De la tabla anterior se observa que el servicio que tiene mayor cobertura dentro del CCP es el de energía eléctrica, aun cuando existen localidades como El Kilómetro Seis y La Hulera quienes no cuentan con electricidad. Otro de los servicios básicos es el relacionado con la disponibilidad de agua, para el cual se identifica una deficiencia generalizada en las viviendas censadas. Respecto a la disponibilidad de drenaje se identificó que la gran mayoría de las viviendas cuenta con el servicio, sin especificar si pertenece a la red municipal.

Como parte de los recorridos de campo se identificaron instituciones federales que apoyan al suministro de agua potable y energía eléctrica a la población dentro del CCP, siendo estas la CONAGUA a través de la Planta de Bombeo No. 2 de, localizada en Tlacuilolapan y la CFE mediante la Sub Estación Eléctrica en San Lorenzo Mezcalapa.

Para el suministro de combustibles para vehículos automotores, la población cuenta con una Estación de Servicio Gasolinera; adicionalmente la provisión de gas combustible es a través de la Estación de Servicio Gasera, ambas instalaciones localizadas dentro de Villa Cuichapa.

Referente a la cobertura de servicios públicos, tenemos que Villa Cuichapa concentra los principales servicios para cubrir a las localidades cercanas. Como parte de los recorridos de campo se ubicaron las siguientes instalaciones para la provisión de servicios públicos municipales.

Tabla 98. Infraestructura municipal dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Nombre de la infraestructura	Localización
Departamento de Obras Públicas	Villa Cuichapa
Oficina de la JMAS	
Mercado Municipal	
Panteón Municipal	
Rastro Municipal	
Basurero Municipal	
JMAS. Pozo 3C, Pozo 3D, Pozo 3E y Pozo 3A1 -3A2.	

Nombre de la infraestructura	Localización
Agencia Municipal	San Lorenzo Mexcalapa
JMAS. Pozo San Lorenzo Mexcalapa.	

JMAS= Junta Municipal de Agua y Saneamiento.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Referente a medios de comunicación y transporte, el CPyV 2010, presenta resultados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes (se excluye de esta base de datos a la localidad de Villa Cuichapa por contar con 7,697 habitantes), encontrando que las 25 localidades rurales conectan a la cabecera municipal a través de caminos de terracería. Sin embargo, los registros hacen evidente la falta de transporte público ya que solo Acalapa Tres, El Kilómetro Seis, San Rafael, La Primavera y Los Mechones, cuentan con el servicio.

Se cuenta con medios de comunicación y transporte adicionales dentro del CCP, que incluyen información impresa a través del "Periódico 60 Minutos" y transporte de pasajeros ofrecido en la Terminal de Autobuses, ambos en la localidad de Villa Cuichapa.

La distribución económica de la población mayor de 12 años, refleja una Población Económicamente Activa del 41.5%, con un 40.1% está ocupada y un 1.4% desocupada o desempleada.

Las actividades económicas se desarrollan en torno al campo en la mayoría de las localidades, bajo un contexto agrícola, de acciones dirigidas a la cría, desarrollo o engorda de animales y de prestación de servicios para las actividades agropecuarias y forestales.

Tabla 99. Actividades económicas desarrolladas en el Campo Cuichapa Poniente.

Actividades Económicas	Localidades																									
	Villa Cuichapa	Acalapa Tres	San Lorenzo Mezcalapa	El Kilómetro Seis	Parcela Ind. de las Viudas	Tres Hermanos	San Miguel	La Esperanza	Humberto de León	Encarnación del Toro	San Ignacio (Los Nava)	El Bramador	Carlos Castellanos Flores	Las Flores	El Relicario	El Suspiro	Los Siete Hermanos	San Rafael	La Providencia	La Primavera	Rancho Los Mechones	El Capullo	Los Dos Hermanos	La Hulera	Los Mechones	Santa Ana
Agricultura		x	x		x	x	x							x	x	x	x	x				x		x		x
Cría y explotación de animales									x	x	x	x							x		x		x		x	
Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales				x																x						
No especifican	x							x					x													

Un aspecto adicional detectado por el CPyV son los conflictos vinculados con la propiedad de la tierra, delincuencia, alcoholismo y/o drogadicción, destacando las localidades de Acalapa Tres, San Ignacio (Los Nava) y San Lorenzo Mezcalapa, respectivamente. En forma general, la problemática se relaciona con la falta de:

- Drenaje y alcantarillado = Los Mechones; carretera o transporte = San Ignacio (Los Nava), El Bramador, Las Flores, El Relicario, El Capullo).
- Empleo o emigración = Acalapa Tres, San Lorenzo Mezcalapa, La Hulera.
- Energía eléctrica = El Kilómetro Seis, San Rafael, Los Dos Hermanos, Los Mechones, Santa Ana.
- Infraestructura o servicio de agua = Encarnación del Toro y El Suspiro.
- Equipamiento o servicios para la educación = Parcela Industrial de las Viudas.

8.1.6.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Siendo un municipio pequeño Moloacán cuenta con 16,120 habitantes y su localidad mayor no es en este caso la cabecera municipal, sino Villa Cuichapa, la cual se encuentra ubicada dentro del polígono del CCP.

En el sitio se encuentran asentadas 26 localidades de las cuales Villa Cuichapa es la única considerada como urbana, sumando en total una población de 8,113 personas al año 2010.

En Villa Cuichapa se encuentran asentados los principales servicios en materia de seguridad y urbanismo, agua potable y energía eléctrica, clínicas médicas, e instalaciones educativas desde nivel básico hasta medio superior, así como comercios y medios de comunicación y de transporte.

La problemática local se relaciona con la falta de drenaje y alcantarillado, carreteras, transporte, empleo e infraestructura para el suministro de agua y energía eléctrica.

La actividad económica se define bajo un contexto agrícola y de cría, desarrollo o engorda de animales, así como por la prestación de servicios para las actividades agropecuarias y forestales.

8.1.7 Áreas sensibles.
8.1.7.1 Regiones prioritarias para la conservación.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento

sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Asimismo, el POEGT determinó la regionalización ecológica del territorio nacional en base a los factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo; los cuales de acuerdo a su homogeneidad dentro del territorio nacional dieron como resultado 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, aptitud sectorial y política ambiental.

Dentro del territorio se comprenden 80 regiones ecológicas, las cuales pueden contener una o más UAB. Las regiones se encuentran compuestas por un código de dos números; el primero corresponde a la política ambiental asignada y el segundo a los sectores del desarrollo.

Las áreas de atención prioritaria, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adverso; en las áreas de aptitud sectorial convergen atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de programas, proyectos y acciones; y las políticas ambientales son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable.

En el análisis del POEGT se identificó que el CCP se ubica en la región ecológica 18.3, la cual comprende la UAB 134 Llanura Costera Veracruzana que se localiza en la porción sur oriental del estado de Veracruz y nororiental del estado de Oaxaca.

Lo anterior indica que la región apoya su política ambiental en la restauración y aprovechamiento sustentables y que los rectores del desarrollo de esta unidad son la agricultura, el desarrollo social y la ganadería; los asociados al desarrollo son la preservación de la flora y fauna. Los coadyuvantes del desarrollo son la industria y PEMEX; otros sectores para el desarrollo son CFE, forestal, minería y los pueblos indígenas.

Asimismo, dentro del POEGT se expone un escenario para el estado del medio ambiente de la UAB 134 al año 2008, donde se presenta con una categoría de inestable a crítico y un conflicto sectorial de nivel medio; por lo que se considera una unidad biofísica ambiental donde se requiere de atención urgente por su nivel alto de atención prioritaria.

De lo anterior los indicadores biofísicos, socioeconómicos y productivos que pueden generar contingencia sobre la población y sus bienes son la muy alta degradación se los suelos, la media degradación de la vegetación, el bajo porcentaje de cuerpos de agua; así como el uso de suelo que es pecuario, forestal y agrícola.

De la misma manera menciona que la inexistencia de degradación por desertificación, la baja modificación antropogénica, bajo porcentaje de zonas urbanas, baja densidad de población, la disponibilidad de agua superficial y subterránea, alta marginación social, bajo índice medio de educación y salud, medio indicador de capitalización industrial, muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas, actividades agrícolas con fines comerciales, alta importancia de la actividad ganadera y media importancia de la actividad minera.

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos (POECBRC).

Como instrumento de política ambiental el POECBRC tiene por objeto alentar un desarrollo congruente con las políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales.

Por lo anterior, el ordenamiento tiende a inducir y regular el uso del suelo y las actividades productivas en un marco de promoción del desarrollo regional sustentable, con el fin de lograr la protección del ambiente, la conservación y el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales, a partir de las necesidades de funcionamiento vital de la cuenca, las potencialidades de aprovechamiento y de sus tendencias de deterioro. Además, facilita la toma de decisiones para la inversión y asignación presupuestaria y constituye el marco de referencia a partir del cual, los esfuerzos de los tres niveles de gobierno deben converger de manera complementaria para lograr el desarrollo regional integral.

Para la comprensión de la problemática, el POE considera las Unidades de Gestión Ambiental (17 UGA´s) como áreas homogéneas que fueron definidas a través de una evaluación de las principales características, procesos ambientales y socioeconómicos de áreas específicas, principalmente por el grado de vulnerabilidad que presentan y que por sus coincidencias se les asignaron posteriormente las políticas ecológicas más adecuadas (Protección, conservación, restauración o aprovechamiento) y los usos de suelo (Predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles), definiendo así los criterios ecológicos de cada una.

Dentro del CCP se concentran en particular 7 UGAS, las cuales contemplan las 4 políticas ecológicas y los usos de suelo.

Tabla 100. Unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Unidad de Gestión Ambiental		Política ecológica	Uso de suelo predominante
3	Asignada principalmente a los municipios con amplio desarrollo en el sector forestal, pero también a otros donde las plantaciones forestales comerciales pueden representar una alternativa económica a la población y ecológica en paisajes altamente fragmentados y deteriorados. Los criterios ecológicos que orientan la gestión ambiental de esta UGA señalan los lugares más propicios para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, pero también mencionan las zonas donde debe limitarse las plantaciones de ciertas especies que alteran el funcionamiento hidrológico y ecológico del paisaje.	Aprovechamiento sustentable	Forestal
4	La política fue asignada con el objetivo de buscar la conectividad entre parches sumamente fragmentados, distantes entre sí y con una alta presión de uso circundante. Es de vital importancia para el eco-funcionamiento de la cuenca, a la vez que representa una opción para el desarrollo sustentable de la población local, tomando en cuenta el auge que la actividad forestal está teniendo.	Conservación	Forestal
5	Esta UGA incluye los pastizales cultivados y las zonas de utilización más intensa en cuanto a la ganadería.	Aprovechamiento sustentable	Pecuario
7	La mayoría de la zona industrial está asociada a la extracción y procesamiento del petróleo, azufre y fabricación de agroquímicos.	Aprovechamiento sustentable	Industrial
10	Donde la industria está al interior de la mancha urbana, en estos casos la industria deberá realizar las acciones necesarias para disminuir el riesgo de la población y al ambiente.	Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos
13	Están enfocados a re-establecer los procesos ecológicos que permiten el correcto funcionamiento de la cuenca; se difunden por todo el espacio de ordenamiento y también tienen la función de re-establecer la conectividad del paisaje.	Restauración	Flora y fauna
16	Formado por cuerpos de agua, temporales, estacionales y permanentes, que presentan un diagnóstico ambiental favorable y un valor escénico único o particular. Estos ecosistemas no solo son de importancia a nivel de las especies que ahí habitan, sino del hombre mismo, al fungir como reservorios de agua, biodiversidad, recursos alimenticios y valores histórico-culturales.	Protección	Espacio natural acuático

De acuerdo a la política ecológica y el uso del suelo de cada UGA están definidos los criterios ecológicos, en los que establecen los requisitos, normas y modalidades que deberá tener cada uso de suelo; los criterios que deberán considerarse al instrumentar cualquier programa o acción en el área de influencia del POE.

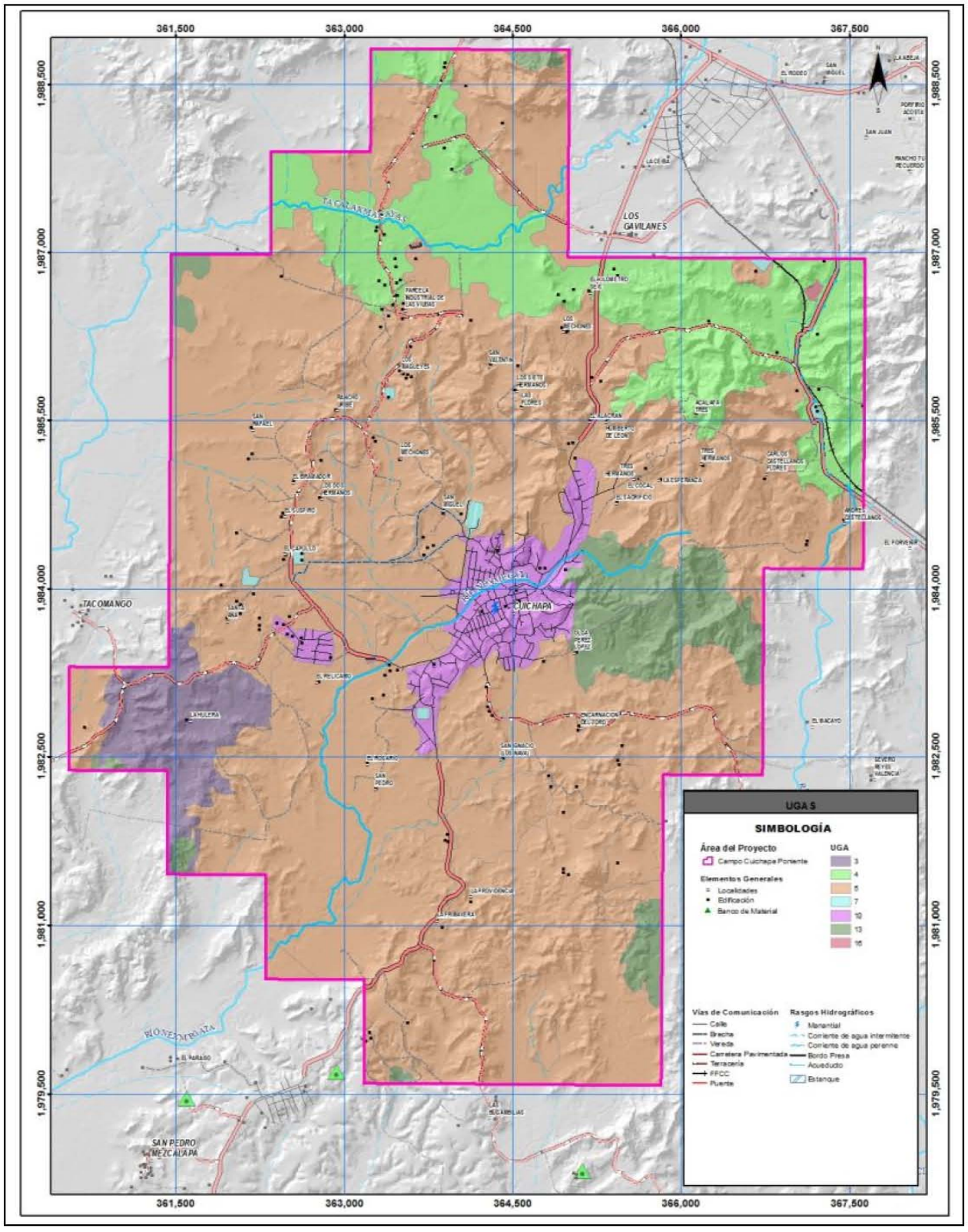


Figura 104. Unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas (CONANP, 2014).

De acuerdo a las fuentes consultadas de la CONANP, la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, el portal Sitios de Patrimonio Natural y Cultural de Veracruz (SINACVER) y en la Red Nacional de Sistemas Estatales de Áreas Naturales Protegidas, se observó que en el área del CCP no se encuentran las ANP de competencia federal, estatal y municipal; no obstante, se describen a continuación las que tienen una mayor proximidad.

Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.

Dentro del CCP no existe ninguna ANP, la de mayor cercanía fuera del área de estudio es la Reserva de la Biosfera (RB) Los Tuxtlas; esta se concentra en los municipios de Ángel R. Cabada, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, Soteapan, Mecayapan, Tatahuicapan de Juárez y Pajapan.

La RB Los Tuxtlas se caracteriza por la notable diversidad de especies de plantas y animales, y representa el límite boreal extremo de la selva tropical en el continente americano (Dirzo, et al., 1992) que la convierte en una zona de importancia global para la conservación. Ha sido considerada como una zona importante para la investigación y la conservación por sus características de alta complejidad ecológica, geológica y de actividad humana (CONANP, 2016).

Asimismo, se considera como ANP de competencia federal la reserva forestal "El Gavilán" bajo la categoría de protección de recursos naturales en el municipio de Minatitlán; los ecosistemas que protege son la selva baja perennifolia y la selva alta perennifolia. Fue la primera área protegida en el estado de Veracruz, decretada en 1923 mediante el acuerdo en el que se declaran Reservas Forestales con el carácter inalienables e imprescriptibles, distintas porciones arboladas de la República. A pesar de que en el decreto expedido por la Secretaría de Agricultura y Fomento describen la localización del área, actualmente en los mapas de la CONANP no figura su ubicación. Como principal y más importante problema del sitio es que se encuentra altamente impactada por la ganadería por lo que la fauna se ve disminuida y la existente es característica de las zonas agropecuarias (Vázquez Torres, et al., 2010).

Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal.

Mediante el análisis de las áreas naturales protegidas de nivel estatal, se observó que no existe ANP en el área de estudio y las áreas circundantes.

El ANP estatal más cercana al CCP es la Reserva Ecológica Tatocapan ubicada en el municipio de Santiago Tuxtla aproximadamente a 122 km del municipio de Moloacán; en ella el ecosistema que se protege es la vegetación secundaria de bosque tropical y a pesar de ser un lugar pequeño, sirve de corredor biológico de muchas especies, presenta algunos sitios poco conservados debido a la extensión de la ganadería y agricultura (Vázquez S., Carvajal C., Aquino A., 2010).

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.

La LGEEPA considera a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) como aquellas que pueden presentar cualquiera de las características y elementos biológicos similares a las reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de los recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios; proveer servicios ambientales o que por su ubicación favorezcan el cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 45.

Las ADVC pueden ser de pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, y demás personas físicas interesadas en destinar voluntariamente a la conservación predios de su propiedad, (LGEEPA, art. 77 BIS). Estás áreas pueden ser consideradas ANP de competencia Federal una vez que cuenten con un Certificado emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (a través de la CONANP).

Mediante el análisis del listado de las ADVC que presenta la CONANP y el visualizador de Google Earth, se determinó que en el CCP no existen áreas destinadas voluntariamente a la conservación; sin embargo, se destaca que en los municipios contiguos a Moloacán se encuentran dos ADVC.

Uno de ellos se localiza al NNO del Campo, siendo el Parque Ecológico Jaguaroundi en el municipio de Coatzacoalcos, con una superficie certificada de 960.73 ha, la vegetación presente es de selva alta perennifolia, manglar de agua dulce, pantano y vegetación acuática. El siguiente está al ONO, en el municipio de Ixhuatlán del Sureste conocido como Parque Ecológico Tuzandepetl, con extensión de 1,1104 ha, cuya vegetación presente es selva alta y mediana perennifolia inundable, palmar, manglar de agua dulce, tular-popal, vegetación acuática y acahual. Para ambas ADVC los titulares son empresas de participación estatal (CONANP, 2012).

Áreas Privadas de Conservación en el estado de Veracruz.

Según la Ley Estatal de Protección Ambiental del Estado de Veracruz, un Área Privada de Conservación (APC), es un predio cuyos propietarios, ejidos o comuneros, destinan voluntariamente para acciones de preservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, representados por herramientas legales de conservación (Ley No. 62 estatal, art.73).

La ley establece que se consideran áreas privadas y sociales de conservación a las servidumbres ecológicas, las reservas privadas de conservación, las reservas campesinas, los jardines privados de conservación o regeneración de especies y las tierras sujetas a contratos de conservación y las demás que tengan este carácter conforme a las disposiciones legales aplicables (Ley No. 62 estatal, art. 75).

En el listado de las APC del estado de Veracruz que presenta la página de internet de Sitios de Patrimonio Natural y Cultural de Veracruz (SINACVER), se observó que en el municipio de Moloacán no se localizan áreas de este tipo; aunque, si se enlistan cuatro en el municipio contiguo de Minatitlán; tres de ellas son El Lirial, El Mosta y La Montaña con categoría de Reserva Privada de Conservación y la cuarta es una reserva campesina llamada El Chaparral.

La ley define a las Reservas Privadas de Conservación como terrenos de propiedad privada que por sus condiciones biológicas o por la existencia de ambientes no alterados significativamente de manera antrópica, se sujetan a un régimen voluntario de protección y se destinan a la preservación de los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar general (Ley No. 62 estatal, art. 78).

Las Reservas Campesinas son terrenos ejidales o comunales que por sus condiciones biológicas o por la existencia de ambientes no alterados significativamente por el hombre, se sujetan a un régimen voluntario de manejo que implica la conservación, preservación y protección de tierras de uso común (Ley No. 62. Art 79).

Regiones prioritarias.

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad (CONABIO, 2008), considerando los ámbitos: terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones marinas prioritarias) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias).

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Las RTP corresponden a áreas continentales cuyas características físicas y biológicas las hacen importantes para la conservación de la biodiversidad, ya que se destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica; la presencia de especies endémicas en esta región es mayor que en el resto del país; representan una oportunidad real de conservación (SEMARNAT, 2010).

En el CCP no se reconocen RTP, las más próximas que se encuentran fuera del CCP son la RTP No. 131 Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión ubicada en el estado de Veracruz, municipios de Acayucan, Ángel R. Cabada, Catemaco, Coatzacoalcos, Hueyapan de Ocampo, Mecayapan, Pajapan, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla y Soteapan y la RTP No. 132 Selva Zoque-La Sepultura en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

La RTP No. 131 tiene una superficie de 2, 626 km²; es un área donde se presenta una migración de mariposas, la integridad de la vegetación está muy amenazada y es considerada la zona con mayor extensión de "bosque enano" dentro del país. La RTP No. 132 presenta una superficie de 11, 319 km²; está definida en función de su gran extensión y por presentar una de las masas forestales más extensas del continente americano, con elevado índice de endemismos potenciales, importancia vital como corredor biológico e intercambio de germoplasma entre Norte y Centroamérica.

Regiones Marinas Prioritarias (RMP).

Las RMP son áreas litorales y oceánicas cuyas características físicas y biológicas las hacen particularmente importantes para la conservación por su alta biodiversidad, por la diversidad en el uso de sus recursos o por la falta de conocimientos sobre su biodiversidad (SEMARNAT, 2010).

En el CCP no hay RMP, las más cercanas que se encuentran fuera del CCP son la RMP No. 52 Delta del Río Coatzacoalcos que es un área que presenta alguna amenaza para la biodiversidad y en ella se realizan diferentes actividades de uso por sectores de turismo, petrolero, industrial y de transporte (CONABIO) y en el municipio contiguo de Agua Dulce se localiza un pequeño porcentaje de la RMP No. 53 Pantanos de Centla-Laguna de Términos ubicada en los estados de Tabasco y Campeche, siendo un área de alta biodiversidad amenazada y de uso por sectores como la pesca y ecoturismo (CONABIO).

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

La RHP se refiere a la parte alta, media o baja de una cuenca o subcuenca o de un cuerpo de agua individual, significativa por sus recursos hídricos y biológicos, los cuales son factibles de ser conservados y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos resultado de las actividades de uso y explotación de los mismos por parte de los sectores público o privado. El interés principal es la detección y caracterización de cuencas hidrológicas, tanto de ambientes de agua dulce como salobre, que se consideren prioritarias para la biodiversidad (SEMARNAT, 2010).

De la misma manera que las anteriores regiones prioritarias, en el CCP no hay RHP; no obstante, adyacente al municipio donde se ubica el Campo Cuichapa Poniente, se sitúan la RHP No. 80 Los Tuxtlas, la No.82 Cuenca Media y Alta del Río Uxpanapa y la RHP No. 83 Cabecera del Río Tonalá.

En la RHP No. 80 la principal actividad económica es la agropecuaria, pesquera, turística e industrial; la RHP No. 82 realiza actividades de pesca, ganadería agricultura, es una región de desconocimiento científico; la RHP No. 83 presenta como actividad económica la pesquería y la actividad petrolera; las tres se consideran una región de alta biodiversidad y se encuentran amenazadas (CONABIO).

Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Las AICAS se consideran de importancia por la presencia de aves que son prioritarias para la conservación; sin embargo, no son sitios que necesariamente requieren protección legal, sino que son áreas explícitamente importantes de acuerdo con las características de las especies que albergan, sean éstas poblaciones, de comunidad, de distribución, de hábitat o por incluir especies endémicas o en alguna categoría de riesgo. Incluso pueden ser designadas por ser lugares importantes para la investigación científica (INE, 2007).

No se localizaron AICAS dentro del área del CCP, las más próximas localizadas fuera del CCP son el AICA No. 193 Uxpanapa en el municipio de Minatitlán y Las Choapas donde la mayor parte de la selva ha sido talada extensamente; sin embargo, al extremo este quedan serranías donde no han sido exploradas y posiblemente sea una de las últimas extensiones grandes de bosques en México.

Incluye la zona de transición entre la biota de la vertiente del Golfo de México y de la Costa del Pacífico; además se hace mención que dentro de Las Choapas también se ubica una porción del AICA No. 155 Sierra de Tabasco, en esta se encuentran vestigios de los que alguna vez fue un gran corredor de selva que se extendía desde Tabasco hasta el estado de Veracruz, representa amenazas por la deforestación, ganadería, agricultura y explotación inadecuada de recursos (CONABIO).

Humedales.

La Ley de Aguas Nacionales define a los humedales como zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, Ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional, las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos (Ley de Aguas Nacionales, art 3, fracción XXX).

La Convención RAMSAR hace uso de una definición más amplia ya que además de considerar a pantanos, marismas, lagos, ríos, turberas, oasis, estuarios y deltas, también considera sitios artificiales como embalses y salinas y zonas marinas próximas a las costas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros, los cuales pueden incluir a manglares y arrecifes de coral.

En el CCP no se cuenta con sitios RAMSAR. El sitio RAMSAR más próximo localizado fuera del área de estudio son los Manglares y humedales de la Laguna de Sontecomapan en el municipio de Catemaco. Se ubican en la costa de Golfo de México, región de Los Tuxtlas, en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Representa una de las últimas extensiones importantes de manglar en la costa occidental del Golfo y cuenta con tres de los cuatro manglares de México, mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia. racemosa*). Sirve de refugio en la importante ruta migratoria costera de aves desde Norteamérica hacia Centro y Sudamérica.

Manglares.

Los manglares representan un ecosistema altamente productivo, con una gran riqueza biológica y proporcionan una gran diversidad de recursos y servicios ambientales (CONABIO, 2013). Son considerados zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y los marinos que sirven como áreas de alimentación, refugio y crecimiento; además de actuar como sistemas naturales de control de inundaciones, entre otros aspectos (PROFEPA, 2014).

En México, especialistas de manglar dividieron en cinco regiones las zonas en donde se distribuyen los manglares de las franjas costeras: Pacífico Norte, Pacífico Centro, Pacífico Sur, Golfo de México y Península de Yucatán.

La CONABIO, a través de talleres y junto a un equipo de especialistas, identificaron sitios prioritarios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica a nivel nacional, los que se denominaron sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica a nivel nacional (CONABIO, 2013).

En el CCP no existen sitios de manglar. Se identificaron fuera del CCP los sitios de manglar: el GM36 Coatzacoalcos ubicado en los municipios de Coatzacoalcos, Cosoleacaque, Ixhuatlán del Sureste y Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río Minatitlán; el GM38 Estero del Río Tonalá-Laguna El Yucateco ubicado entre el municipio de Agua Dulce Veracruz y el estado de Tabasco; el GM45 Laguna Ostión en los municipios Pajapan, Coatzacoalcos, Cosoleacaque y Chinameca. Las tres zonas son de ámbito marino-costero de sistema estuarino con subsistema intermareal de clase humedal arbóreo donde se tiene las cuatro especies de manglar *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (CONABIO, 2009).

Corredores Biológicos.

La creciente tendencia de degradación y deterioro de la Tierra por cambios en el uso del suelo ha llevado a que sus áreas naturales se vayan reduciendo en tamaño y se encuentren cada vez más aisladas entre sí. Esta situación de disminución y

aislamiento ha causado pérdida de biodiversidad y dificultado la sostenibilidad de los recursos naturales (Bennett, 2003 citado en Remolina A., F., 2006). La estrategia para responder a esta causa de detrimento de la biodiversidad ha sido restaurar la conectividad estructural y funcional perdida entre áreas naturales por medio de corredores ecológicos (Bennett, 2003; Jongman & Pungetti, 2004 citado en Remolina A., F., 2006).

Un corredor biológico es un territorio conformado por áreas, paisajes y zonas de conectividad, ya sean terrestres, costeras o marinas, con un alto valor de provisión de servicios ecosistémicos. (Álvarez Icaza, P., 2013).

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos" (CONABIO, Biodiversidad Mexicana).

Por lo tanto, el establecimiento de corredores biológicos ha sido como un instrumento concebido principalmente como puente macizo de vegetación que permita el movimiento de genes y especies en ecosistemas que han quedado fragmentados; los cuales permiten el contacto entre unidades biológicas para garantizar la continuidad de los ciclos de vida. Al mismo tiempo, se conciben como espacios en los que sus pobladores hacen uso de sus recursos bajo estrategias de aprovechamiento que aseguran su conservación (Álvarez Icaza, P., 2013).

En 1997 se estableció el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) por los gobiernos que conforman la región mesoamericana: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y México, el cual opera desde el 2002 en nueve corredores ubicados en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Chiapas, Tabasco y Oaxaca (CONABIO, Biodiversidad Mexicana).

En México, los corredores biológicos se han constituido en un instrumento de política pública para la conservación de la riqueza natural del territorio, bajo criterios que aseguran el bienestar de las comunidades rurales establecidas en ellos; son el eje de una estrategia que incluye aspectos socioambientales y de integración en el territorio para conservar, manejar y, es en su caso, restablecer la cubierta vegetal (Álvarez Icaza, P., 2013).

Con ello se hace posible la conectividad biológica entre áreas protegidas en los estados del sureste de nuestro país. La estrategia, a su vez, permite la apropiación social de la biodiversidad por los dueños y poseedores de la riqueza natural existente en estos territorios. Además, los corredores han sido una pieza importante en la Estrategia Nacional de Cambio Climático para efectos de adaptación (Álvarez Icaza, P., 2013).

Ya que el concepto de corredor biológico se encuentra ligado a la fragmentación de hábitats, se define como aquel espacio geográfico cuya función primordial es la de conectar dos o más sectores con características ambientales similares, de forma que resulte transitable y sirva como conducto a los desplazamientos de los seres vivos. Una característica clave de los corredores ecológicos es que la intensidad de los flujos de materia y energía es mayor que en el resto del territorio (Pascual H., A., 2013).

Los cambios que ocurren en el paisaje generados por la fragmentación se pueden identificar y describir midiendo atributos como el área total del hábitat natural remanente, la distribución tamaño-frecuencia de los fragmentos, formas de los fragmentos, distancia media entre fragmentos, el nivel de contraste entre hábitats y utilizaciones de tierras adyacentes (Bennett, 1998). Estos fragmentos pueden estar rodeados de vegetación secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso; lo cual causa un efecto de borde que puede ser importante si los fragmentos son alargados o de forma irregulares (Acosta, 2001, citado en Lozano Botache, L. A., et al., 2012).

En el CCP, el aumento de las actividades antrópicas, así como la constante urbanización de la zona ha propiciado que a partir de las actividades realizadas de tipo agropecuario y petroleras, se haya modificado el sistema natural del área, por lo que el paisaje resultante es una matriz espacial de parches, relictos o fragmentos de vegetación original de selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia que dificultan la conectividad biológica lo que puede derivar en la pérdida de biodiversidad.

Por lo anterior, fue de importancia determinar la posible existencia de corredores biológicos dentro del campo de estudio; por ello, a través de la metodología empleada por la división académica de ciencias biológicas de la Universidad Autónoma de Tabasco en su trabajo “Identificación preliminar de corredores biológicos en la planicie Tabasqueña” y la comparación realizada con la metodología explicada en el resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DG/0151/09 de la MIA-R DAPPOM, se determinó la inexistencia de corredores biológicos.

De acuerdo a la metodología, en la imagen satelital solamente se identificaron tres fragmentos o parches cuya superficie era mayor a las 25 hectáreas, siendo estas de 26.49 ha, 33.63 ha y 64.32 ha, las cuales se marcan como de selva alta perennifolia ubicándose al noreste del CCP; pese a que son superficies considerables, en el área adyacente a estos tipos de vegetación no se presenta la vegetación que logre enlazar a esos fragmentos como lo es el popal, vegetación secundaria de selva, vegetación de galería o las plantaciones forestales que suelen observarse dispersos dentro del campo; además no puede considerarse la existencia de corredores biológicos ya que se encuentran interrumpidos por claros y la distancia entre dos de ellos es mayor a 1 km.

Con relación a todo lo anterior la fragmentación dentro del área es considerable por lo que se destaca que la zona presenta relictos de selva alta perennifolia y fragmentos de selva mediana perennifolia que han sido perturbados conforme se han realizado

actividades dentro de la misma zona y el aumento urbanístico, esto representa un problema con el cual se enfrenta la conservación de la diversidad biológica del sitio.

Rutas migratorias.

De las especies de aves que tenemos en México, más de una tercera parte realizan movimientos migratorios en alguna época del año; por su ubicación geográfica, México alberga más especies migratorias que cualquier otro país de América Latina, debido a que muchas de las especies que se reproducen al norte del trópico de cáncer son migratorias.

En los sitios de invernación, es común verlas asociadas formando grupos o bandadas mixtas compuestas por especies residentes y otras migratorias. Las aves migratorias juegan un papel importante en la dinámica ecológica de los sitios que visitan, ya que son importantes depredadores de insectos y vertebrados, dispersores de semillas y polinizadores de muchas plantas (Berlanga H., Rodríguez V.).

De las aves terrestres migratorias en México, los grupos que sobresalen por la cantidad de especies completamente migratorias o que tienen poblaciones migratorias son las rapaces, papamoscas, colibríes y los chipes (Medellín, R. A., 2009).

La migración de aves es un fenómeno influenciado por factores biológicos y abióticos; en ella intervienen la variación del clima, el magnetismo de la tierra, la conducta o la experiencia de cada individuo que pueden llegar a alterar los patrones de migración de una temporada a otra, pese a ello la mayoría de las especies siguen patrones generales o rutas migratorias; de manera general en Norteamérica se reconocen cuatro rutas principales: Ruta del Pacífico, Ruta del Centro, Ruta del Mississipi y Ruta del Atlántico (Naturalista, 2004).

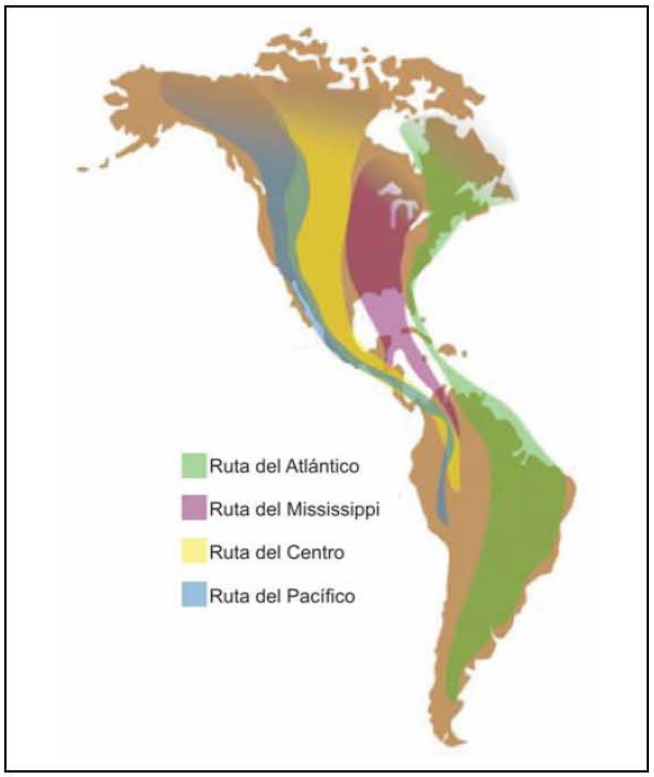


Figura 105. Rutas migratorias de las aves.
Fuente: Lake Region Audubon Society. Wildstock (2010). North American Flyways.

La ruta del Pacífico reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica, migran por toda la costa oeste de Canadá y Estados Unidos siguiendo su camino hacia el sur a través de la Costa Pacífica de México. La ruta central, que congrega aves de las grandes praderas norteamericanas, pasa por México a través de la sierra Madre Oriental y Occidental y por el Altiplano Central. Las aves que migran por la Cuenca del Río Mississippi provienen de las costas orientales de Canadá y Estados Unidos se unen en el Golfo de México y el Caribe con la ruta Atlántica en dirección a Centro y Sudamérica (Naturalista, 2004). De las cuatro rutas, las de mayor importancia para el área de estudio son la ruta del Centro y la del Mississippi, las cuales atraviesan principalmente el estado de México, Michoacán, Tlaxcala, Veracruz y Oaxaca.

Veracruz se representa como una región importante de ruta migratoria para muchas especies tanto de aves rapaces como de acuáticas que llegan desde Canadá y Estados Unidos de América; la migración de aves rapaces es una de las más espectaculares en el estado ya que llegan a formar grandes parvadas.

El fenómeno migratorio de aves rapaces es llamado “río de rapaces”, el cual consiste en un desfile multitudinario de millones de aves como: playeros, golondrinas marinas, mosqueros, patos, pero principalmente rapaces, de ahí su nombre ya que, en un solo día, se han visto pasar a un millón y medio de individuos. Esta concentración sucede

entre los meses de septiembre y noviembre; se debe a que todas las rutas migratorias de Norteamérica se unen en México. Algunas de las especies más abundante en este trayecto son el aura *Cathartes aur*a, aguililla ala ancha *Buteo platypterus* y la aguililla de swanisoni *Buteo swainsoni*; también esta ruta es utilizada por aves medianas como el milano norteño *Ictinia mississippiensis*, halcones, gavilanes, o más pequeños aún como mosqueros, gorriones, calandrias o verdines (Del Olmo G., 2014).

Aunque este suceso puede ser apreciado en todo el estado, el sitio donde se concentra mayormente la migración de aves es el centro de Veracruz (Cardel y Chichicaxtle, ya que ahí confluyen la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana y la costa del Golfo de México (Del Olmo G., 2014). Durante la migración, se considera que del total de especies que pasan a través del estado, el sur de Veracruz es el que menor número de aves rapaces recibe; así como otras especies como colibríes, papamoscas tijeretas, entre otras.

Cabe aclarar que la ruta de migración de las rapaces (migración de otoño) es a través de los estados de Tamaulipas y Veracruz, las cuales cruzan el Itsmo de Tehuantepec hacia la planicie costera del Pacífico en el estado de Chiapas antes de continuar su curso por Centroamérica (Bildstein y Zalles, 2001 citado en Medellín, R. A., 2009).

La migración de aves en Veracruz, considera cuatro tipos: residentes, migratorias de invierno, migratorias de verano y transeúntes.

Las residentes son especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región (CONABIO, 2105), por lo que se reproducen y permanecen todo el año dentro del estado (Del Olmo G., 2014).

Migratorias de invierno o residentes de invierno: especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y más al sur, por lo general entre los meses de septiembre y abril (CONABIO, 2105); esto significa que solamente permanecen en el estado durante el otoño e invierno (Del Olmo G., 2014).

Migratorias de verano o residentes de verano: son las que están en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre (CONABIO, 2105). Permanecen en el estado durante el verano (Del Olmo G., 2014).

Transitorias o transeúntes: que durante la migración van de paso por nuestro país para dirigirse a sus áreas de invernación al sur en el otoño, o hacia sus áreas de reproducción en el norte durante la primavera (CONABIO, 2105). Permanecen solo algunos días en el estado, mientras se desplazan a otra parte del país o del continente (Del Olmo G., 2014).

Según Gerardo Del Olmo L. en su publicación “Las Aves del Parque Ecológico Jaguaroundi”, Veracruz ha registrado 440 aves residentes, 169 residentes de invierno,

9 residentes de verano, 66 transeúntes y 13 accidentales o indeterminados (su presencia en el estado no tiene ninguna constante estacional y permanecen o se ausentan en cualquier época del año).

De las 635 especies de aves reconocidas en el ámbito regional para el presente estudio, bajo la lista de aves del estado de Veracruz (Aguilar Rodríguez & Gallardo Del ángel), se presentaron 125 aves migratorias visitantes de invierno, 36 visitantes de invierno / transeúntes, 26 que se estiman como visitantes de invierno / transeúntes; 40 transeúntes y 9 residentes de verano.

De la misma manera en el documento de conservación de aves migratorias y poblaciones transfronterizas (Medellín, Rodrigo A., 2009) se mencionan rapaces migratorios de Norteamérica y especies completamente migratorias o con poblaciones de especies migratorias. La lista fue coincidente con 83 de las especies identificadas a nivel regional con 14 rapaces, 25 papamoscas, 5 colibríes y 39 chipes.

De los 52 avistamientos de especies en el contexto local, solo se relacionó a la garceta azul *Egretta caerulea* como visitante de invierno y residente migratoria.

Anexo 24. Listado de aves migratorias. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.7.2 Sitios ambientalmente sensibles.

Considerando que en el área del CCP no se identificó ninguna Área Natural Protegida o Región Prioritaria, y las más cercanas se encuentran distantes al área de estudio, se determinó, con base en la definición de sensibilidad ambiental de Navarro (2009), que la sensibilidad es el grado en que los atributos de un territorio responden a estímulos (positivos o negativos), produciendo desviaciones de condiciones ambientales más allá de los límites esperados, causados o incentivados por cualquier tipo de actividad implementada en una zona nueva.

De esta manera, el análisis de sensibilidad se basa en determinar las áreas con un potencial de afectación (transformación o cambio) de los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos y bióticos, debido a las actividades de intervención antrópica sobre el medio, o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el propio ambiente (Luis A. Sandia R. & Ángela Henao de V.).

Complementariamente al concepto, la sensibilidad ambiental considera la susceptibilidad del ambiente a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones intrínsecas por la localización y desarrollo de cualquier proyecto y sus áreas de influencia (Benítez 2007).

De acuerdo a lo anterior se establece que, para el presente estudio las áreas sensibles comprenden diferentes componentes ambientales (físicos: geomorfológicos,

edafológicos, hidrológicos y bióticos: vegetación), los cuales responden a estrés; esto es, las desviaciones causadas por las diferentes actividades antropogénicas, principalmente los desarrollados por la actividad petrolera dentro del campo.

La evaluación y el análisis de los componentes ambientales ha permitido definir que las áreas sensibles que se describen a continuación se encuentran en función de las probables amenazas recibidas, ya sea por factores externos relacionados con el medio ambiente que afecten de manera directa las instalaciones o las afectaciones causadas por las actividades u obras realizadas dentro del campo que provoquen un daño al ambiente. En este sentido, se determina que las áreas sensibles serán aquellos sitios ambientalmente susceptibles de sufrir las alteraciones provocadas por el ambiente o las antrópicas y aquellas que puedan impedir la ejecución de las actividades petroleras dentro del área, además de aquellas que sean vulnerables por los derrames ocurridos en las propias instalaciones o en ductos dentro de una zona en particular.

La identificación de los componentes ambientales y la determinación de las áreas sensibles permiten ordenar espacialmente los sectores susceptibles a ser afectados, la categorización de sensibilidad en el presente estudio se establece en tres categorías: Alta, Media y Baja, definiendo la sensibilidad cualitativamente conforme a los criterios de importancia ambiental, cercanía de las instalaciones e inestabilidad.

COMPONENTE FÍSICO

Sensibilidad geomorfológica.

Con base en la descripción efectuada en el apartado correspondiente sobre la geomorfología presente en el área del CCP y al Atlas Nacional de Riesgos, se determinó que existen parámetros cuya naturaleza puede verse afectada, principalmente en su forma, provocando la inestabilidad de laderas (deslizamientos de tierra o movimientos de terreno).

Por lo anterior es necesario conocer las condiciones en las que se encuentra el terreno, ya que los movimientos de tierra pueden afectar la estabilidad donde se encuentran asentadas las instalaciones cuando la compactación del suelo no sea adecuada para realizar actividades; los deslizamientos pueden provocar la pérdida total o parcial de la infraestructura y de los equipos.

Existen indicadores físicos que permiten reconocer el movimiento de laderas, por lo que la superficie del terreno presenta algunas señales que sirven para la identificación del proceso de deslizamientos; estos indicadores son observables en campo siendo los más importantes: grietas en el terreno, suelo separado de los cimientos, inclinación de postes, árboles o cercas, fracturas en construcciones, tuberías rotas, hundimientos, elevaciones del suelo, entre otros.

Los factores desencadenantes más importantes son las intensas precipitaciones y los

sismos. Las precipitaciones ocasionan la saturación del agua del terreno provocando presiones intersticiales que alteran el estado natural del terreno, así como el aumento de peso (Secretaría de Protección Civil de Veracruz, 2014).

Los procesos geomorfológicos que pudieran verse afectados son: denudación, acumulación, inundación, derrumbes, intemperismo y erosión, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 101. Procesos geomorfológicos de la llanura aluvial costera inundable.

Geoformas	Denudación			Acumulación			Inundación			Derrumbes			Intemperismo			Erosión		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Llanura aluvial costera inundable			x			x	x				x				x	x		

El área de estudio se concentra en una zona cuya formación geológica pertenece a la llanura aluvial costera inundable, esto quiere decir que es casi plana y, por lo tanto, en los meses de mayores precipitaciones se convierte en un área inundable. Estos fenómenos hidrometeorológicos intensos hacen que el área presente un tipo de erosión hídrica. Las afectaciones que derivan de la denudación, acumulación e intemperismo son menores dentro del área.

Por otro lado, las afectaciones que representan una mayor amenaza dentro del CCP son los derrumbes, los cuales se presentan como inestabilidad en las laderas. Esto afecta principalmente a las instalaciones que se ubiquen dentro o cercanas a estas zonas propensas a tener un movimiento del suelo, así como las afectaciones en las vías de comunicación hacia otras instalaciones; por ello se determina que la sensibilidad geomorfológica se identifica, principalmente, por este proceso.

La sensibilidad de la geomorfología se catalogó de acuerdo al Mapa Nacional de susceptibilidad de laderas, donde se presentan como alta, moderada y baja; de las cuales se definieron como alta, media y baja para el presente estudio.

El mapa que se muestra a continuación identifica las zonas donde se presentan los niveles de sensibilidad alta, media y baja dentro del CCP. Se observa que la sensibilidad geomorfológica se encuentra dada en mayor parte hacia el noreste del CCP, el tipo de sensibilidad predominante en esta área es media, por lo que la zona es susceptible a eventos de inestabilidad de laderas, lo cual puede afectar a las instalaciones que se encuentran en esos sitios. Asimismo, hacia la zona urbana, se presentan pequeñas áreas con sensibilidades de alta a baja, mientras el resto puede considerarse con posibilidades muy bajas.

Se identificaron en el mapa cinco zonas con sensibilidad alta, las cuales se procedieron a visitar para conocer las condiciones en las que encontraban; se tomó la respectiva evidencia fotográfica de los puntos de mayor interés.

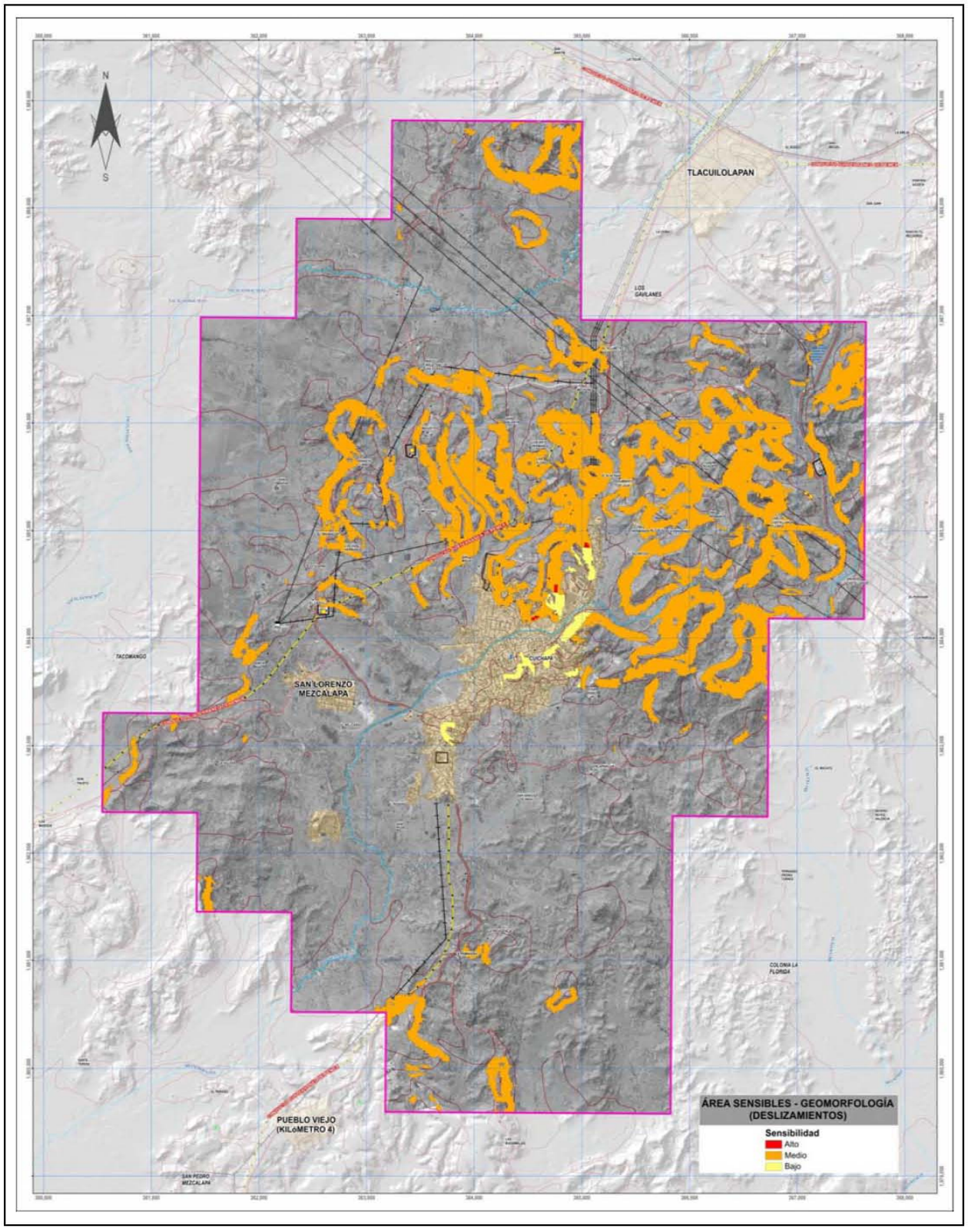


Figura 106. Áreas sensibles – Geomorfología (deslizamientos). Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016) con información del Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas.

Zona 1. Deslizamiento presente, en el cual se observó que algunos árboles presentaban una inclinación y raíces expuestas.

Zona 2. Laderas presentes propensas a deslizamientos y cercanas a una vivienda.

Fotografía 28. Zonas 1 y 2 con sensibilidad alta a deslizamientos.

Zona 3. El lugar marcado como área sensible es un área compacta de vivienda, donde no se observaron deslizamientos.

Zona 4. Área de camino con declive donde se observan paso de escorrentías a los costados e imperceptibles deslaves.

Fotografía 29. Zonas 3 y 4 con sensibilidad alta a deslizamientos.

Zona 5. Ladera con presencia de deslizamientos y cárcava ocasionada por escorrentías.

Deslizamiento de ladera en camino cercano a zonas de alta sensibilidad el cual cuenta con concreto en el área del desprendimiento de suelo.

Fotografía 30. Zona 5 con sensibilidad alta a deslizamientos y deslizamiento de ladera en camino cercano a zonas de alta sensibilidad.

Sensibilidad edafológica.

Para la determinación de áreas sensibles del componente edafología, se tomaron en cuenta las descripciones realizadas en el aparatado correspondiente conforme a las principales unidades de suelo, así como el enfoque planteado del componente con mayor susceptibilidad en relación a las actividades petroleras.

Las características de los suelos brindan información relacionada a las condiciones de conservación de la infraestructura; asimismo desde la perspectiva del comportamiento de los derrames de hidrocarburos, los tipos de suelos proporcionan información de la dirección probable que seguirá un derrame, ya que éstos influyen en su movilidad y velocidad de dispersión; también pueden inferirse aspectos como la persistencia, la biodisponibilidad y la toxicidad en el ambiente, así como de la estabilidad y perdurabilidad de la infraestructura (tendidos de ductos) que sobre ellos se asientan.

En un suelo con permeabilidad deficiente o drenaje lento (texturas finas o arcillosas, y ubicados en depresiones o zonas bajas), como los Gleysoles y algunos Cambisoles, los hidrocarburos permanecerán en la superficie del suelo por periodos relativamente largos, lo cual facilita su remoción y disposición. Por su parte, en un suelo permeable (textura arenosa), como los Arenosoles de esta zona, se infiltrarán al interior del suelo y su limpieza será más difícil, su persistencia aumentará y consecuentemente la manifestación probable de daños al ambiente será mayor (USEPA, 1999; Cram et al., 2004, citado en Ania Mendoza C., 2010).

A diferencia del agua, el suelo opone más resistencia a la dispersión de un derrame; sin embargo, se le considera más difícil de limpiar porque parte del derrame se queda atrapado o mezclado en los materiales edáficos. A partir de ciertas características del tipo de suelo se pueden establecer posibles efectos y procesos de degradación sobre la infraestructura o las construcciones en el área, tales como corrosión de metales, corrosión del concreto y susceptibilidad a deformaciones o ruptura de estructuras. Desde el punto de vista de ingeniería civil son adecuados los suelos bien drenados (con capas freáticas profundas, a más de 30 cm de la superficie), no orgánicos en su composición, sobre pendientes menores a 6% y con profundidades mayores a 120 cm. Estas condiciones se recomiendan para garantizar la estabilidad y seguridad de las construcciones, carreteras, etc. (MOPT, 1992; Brown et al., 2000, citado en Ania Mendoza C., 2010).

El análisis de sensibilidad de los suelos se hizo con base en los tipos de suelo presentes en el CCP y las características de los mismos, que sirvieron como soporte para determinar las áreas sensibles para las instalaciones de las obras petroleras; por ello se determinaron la existencia de seis parámetros principales, cuya naturaleza puede verse afectada por las actividades y los factores ambientales. Estos parámetros son: pendiente, drenaje, inundación, deslizamiento, compactación (pérdida de porosidad) y fertilidad.

Tabla 102. Características de los suelos presentes en el área de estudio.

Suelo	Carbono orgánico	Pendiente	Erosión	Drenaje	Compactación	pH
Cambisoles	Pobre en materia orgánica	En lomeríos de Pendientes suaves y moderadas	Moderada a alta susceptibilidad de erosión	De buena a moderada permeabilidad	Intemperismo de moderado a bajo. La pérdida de suelo disminuye recarga acuífera	Pueden llegar a presentar acidez

Suelo	Carbono orgánico	Pendiente	Erosión	Drenaje	Compactación	pH
Luvisoles	Suelos fértiles	Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas	Moderadamente susceptible a la erosión	Buen drenaje interno	Se encuentran en un estado de intemperización	Ácido
Gleysol	Carbono orgánico en grandes cantidades	Preferentemente en depresiones	Moderada a baja	Impermeables	Arcillosos, presentan serios problemas de inundación, poco aptos para construcción	Ácido
Acrisol	Pobre en nutrientes	Superficies con topografía ondulada o con colinas	Moderadamente susceptible a la erosión	Drenaje eficiente en partes altas, deficiente en bajas	Arcillas fuertemente meteorizadas que están sometidas a constante degradación. Muy intemperizado	Ácido

Gleysoles: suelos poco aptos para construcción (incluyendo tendidos de ductos) que demandan grandes esfuerzos en su mantenimiento ya que presentan pH ácido (corrosión de metales), tendencia a altas concentraciones de azufre (corrosión de concreto), drenaje impedido (corrosión de metales), texturas finas (corrosión de metales y concreto), alta materia orgánica (corrosión del concreto) e inestabilidad (por subsidencia del terreno). En caso de derrame, dado que son suelos poco permeables, los hidrocarburos se mantendrán en la superficie, lo cual facilita su remoción, pero con riesgo de dispersarse por agua a zonas aledañas (Ania Mendoza C., 2010).

Acrisoles y luvisoles: Suelos ácidos, muy intemperizados, los acrisoles corresponden a un estado de mayor intemperización que los luvisoles, tienden a desarrollar acidez. En general, la permeabilidad de estos suelos no es extremosa dadas sus texturas medias; sin embargo, se presentan diferencias topográficas en los lomeríos; en las partes altas el drenaje es eficiente, pero está impedido en las partes bajas. En caso de derrame, esto dificulta la aplicación de medidas homogéneas de limpieza de hidrocarburos sobre amplias zonas (Ania Mendoza C., 2010).

Cambisol: Se forman sobre materiales de texturas medias a finas derivadas de una amplia gama de rocas. Están caracterizados por un intemperismo de moderado a bajo y por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial (migración de arcilla de los horizontes superficiales a los profundos del perfil), materia orgánica y compuestos de aluminio y hierro. Se le puede encontrar sobre terrenos planos o montañosos y exhiben una amplia gama de tipos de vegetación. Asociados a planicies o terrazas de reciente depósito, de ahí su desarrollo. Pueden llegar a presentar acidez. Algunos tienden a transformarse en aquellos suelos más evolucionados, tales como luvisoles y acrisoles. (Ania Mendoza C., 2010).

Podría decirse que tanto Cambisoles como Acrisoles y Luvisoles tienen pocas características desventajosas para la conservación e integridad de los tendidos de ductos. Pudieran llegar a ser críticos el pH, en caso de extrema acidez y el relieve irregular que presentan los lomeríos del área. Dicho relieve dificulta el mantenimiento periódico de los ductos o los mantiene sometidos a tensiones irregulares. (Ania Mendoza C., 2010).

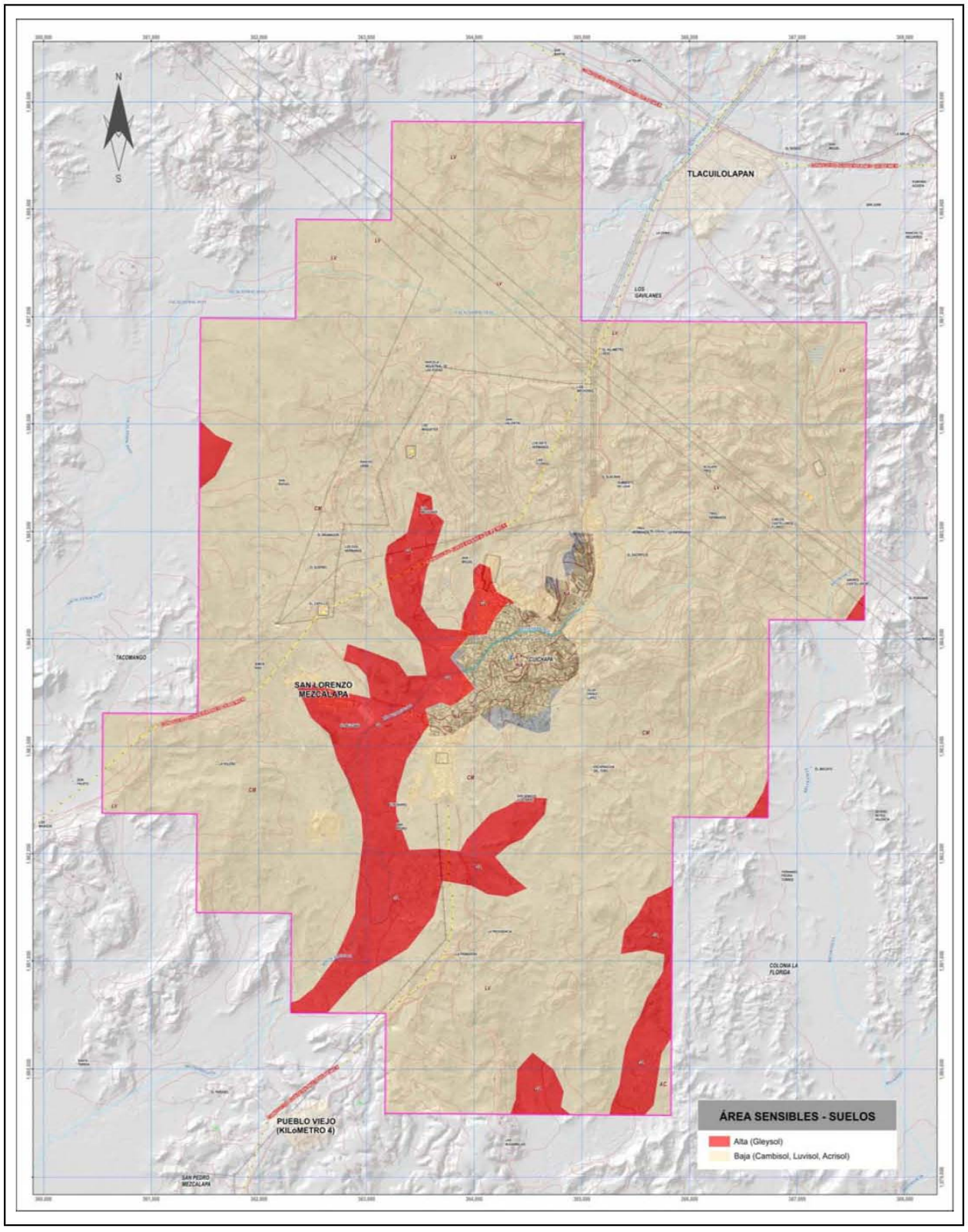


Figura 107. Áreas sensibles – Suelos. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

Las áreas con mayor sensibilidad en suelos fueron aquellas que se describen como gleysoles, ya que son suelos poco estables para construcción, además de ser zonas donde el drenaje se considera muy lento. Los suelos cambisol, luvisol y acrisol presentan mejor estabilidad y presentan menores desventajas para las instalaciones y los ductos que transportan los hidrocarburos.

Sensibilidad hidrológica.

La importancia de la hidrología viene dada por las corrientes más representativas del CCP que son el arroyo Tacalaxmacayas y el arroyo Nexmegata, cuyas aportaciones no son muy relevantes, salvo en épocas de fuertes precipitaciones cuyos niveles pueden aumentar considerablemente.

Climatológicamente las precipitaciones suelen presentarse intensamente en época de verano; sin embargo, los meses con mayores aportes se presentan en septiembre y octubre provocando el aumento en los arroyos y las áreas inundables.

De acuerdo a lo anterior, se considera que para el presente estudio la definición de sensibilidad hidrológica se encuentra bajo el concepto de zonas susceptibles a inundación, las cuales son áreas afectadas por los eventos hidrometeorológicos (precipitaciones, huracanes, etc.) que provocan la crecida de los arroyos y su consecuente desborde fluvial.

La clasificación de la sensibilidad hidrológica se determinó de acuerdo al nivel orográfico que presenta el CCP, las zonas con mayor altitud son aquellas donde se presenta una menor susceptibilidad a ser inundadas; mientras que, las zonas más bajas son aquellas donde existe una mayor probabilidad de captar más aportes pluviales y en donde se presenta el desborde de los arroyos.

El análisis de la sensibilidad hidrológica permite visualizar y conocer aquellas áreas inundables donde no se tiene un acceso a las instalaciones, así como prever las acciones necesarias que mitiguen la contaminación por derrame de hidrocarburos en el sitio, ya que durante las inundaciones los contaminantes fluidos suelen dispersarse sobre las escorrentías y las corrientes de los arroyos.

La sensibilidad que se tiene dentro del área se debe a la existencia de zonas bajas que son fuentes receptoras de agua y las corrientes de agua que se ven saturadas durante la época de lluvias intensas, que pueden dar lugar a inundaciones y la sucesiva erosión hídrica que se presenta en el área.; asimismo por los suelos presentes con textura fina y media que tienen una baja permeabilidad ya que se impide la infiltración adecuada provocando un lento drenaje superficial que puede ser considerado como deficiente.

En el siguiente mapa se muestran las áreas sensibles con categoría alta y baja, de acuerdo a los niveles de inundación que se presentan en el área.

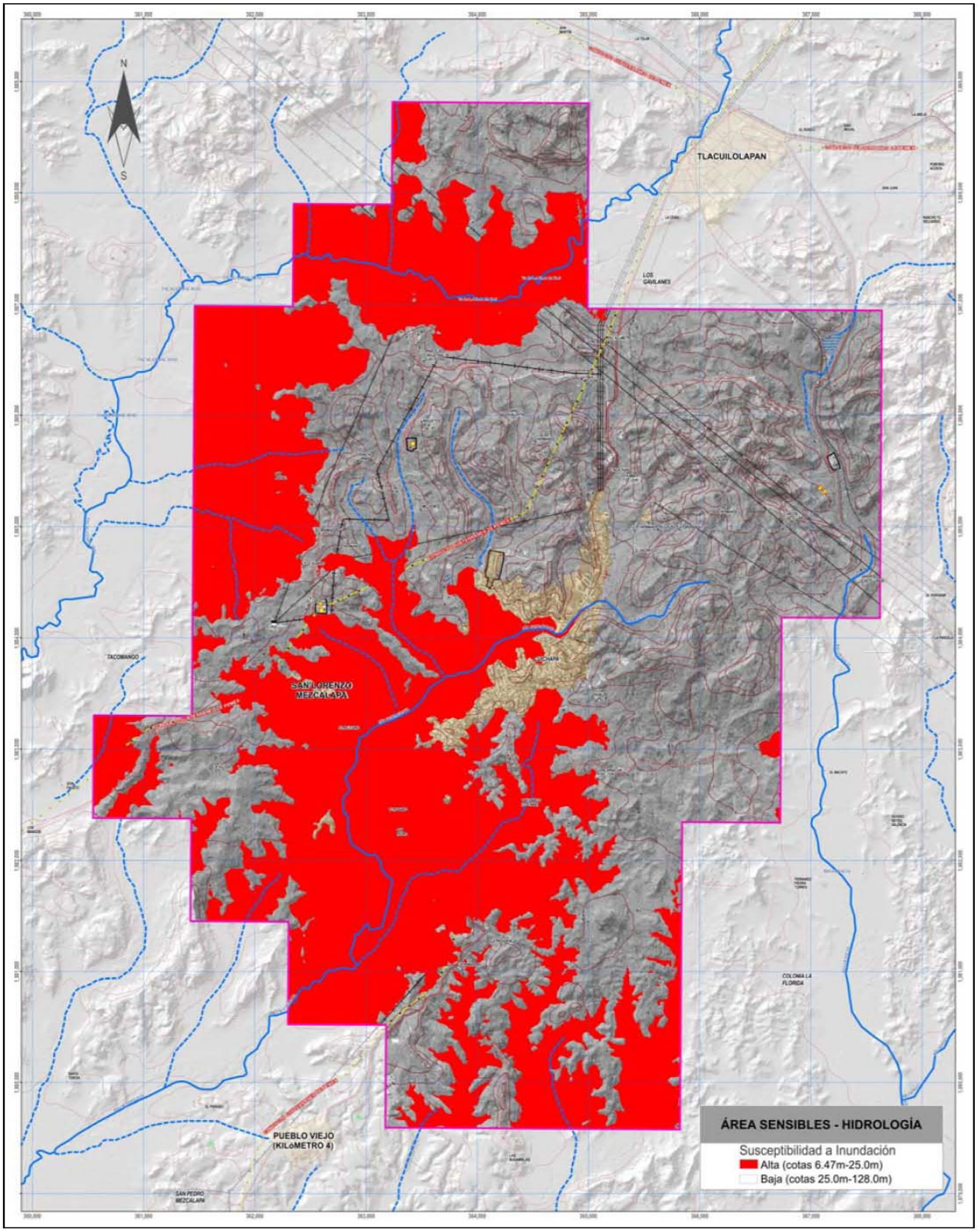


Figura 108. Áreas sensibles – Hidrología. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

Las áreas sensibles a inundación se presentan mayoritariamente en las zonas más bajas y las encausadas a las corrientes de los arroyos, los cuales por el exceso de agua se distribuyen sobre gran parte del noroeste, suroeste y sur del CCP, coincidiendo con la existencia de suelos impermeables, siendo estos los que causan que la zona sea inundable debido a la baja permeabilidad. Los principales problemas de las zonas inundables pueden ser la inaccesibilidad a instalaciones, afectación de caminos de acceso y localidades.

COMPONENTE BIÓTICO

Vegetación.

La información cartográfica presentada sobre el uso de suelo y vegetación, así como las observaciones directas realizadas en los recorridos de campo, permitieron describir y evaluar los tipos de vegetación presentes en el área de estudio, con ello se logró definir las áreas sensibles de acuerdo al grado de conservación en el que se encuentra la vegetación.

Es de importancia definir las áreas sensibles, ya que el estado de conservación de la vegetación es relevante por la vida faunística y florística que alberga.

Por lo anterior, se definieron tres categorías de áreas sensibles para el CCP en el componente biótico; estas consideran la extensión vegetativa mejor conservada y la que ha sido totalmente perturbada por las actividades desarrolladas sobre los terrenos, indicando que el sitio ha sido transformado.

Los tres tipos de sensibilidad baja, media y alta se define de la siguiente manera:

Sensibilidad baja. Se consideran las áreas que ya han experimentado en su totalidad un cambio de uso de suelo, principalmente por las actividades primarias (agricultura y ganadería) que han transformado la vegetación del sitio, siendo aquellas en las que se tiene un daño permanente, afectada por factores antrópicos. Como parte de esta sensibilidad se encuentran las plantaciones forestales y los pastizales que son utilizados como zonas para pastoreo o siembra.

Sensibilidad media. Se incluyen las áreas donde la vegetación ha sido transformada parcialmente o donde existen asociaciones vegetales de vegetación primaria, cuyas especies suelen tener una vida corta y son reemplazadas con el tiempo por especies residentes. Aquella afectada por factores antrópicos o naturales. Como media, podemos encontrar en el área de estudio a la vegetación secundaria de selva.

Sensibilidad Alta. Comprende los tipos de vegetación que se consideran frágiles dentro del CCP, en donde se encuentra un tipo de vegetación original y sin perturbaciones antropogénicas. En ella pueden encontrarse especies vegetales que se enlistan dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de ser zonas en donde se concentra una

importante concentración de fauna silvestre y que no se encuentra afectada por factores antrópicos o naturales. En esta clasificación se identifica a la selva alta perennifolia, vegetación de galería y popal.

En el mapa que se presenta a continuación, se ilustran las áreas con mayor susceptibilidad de sufrir algún cambio y cuya composición vegetativa puede ser alterada al igual que los procesos ecológicos que existen en ella.

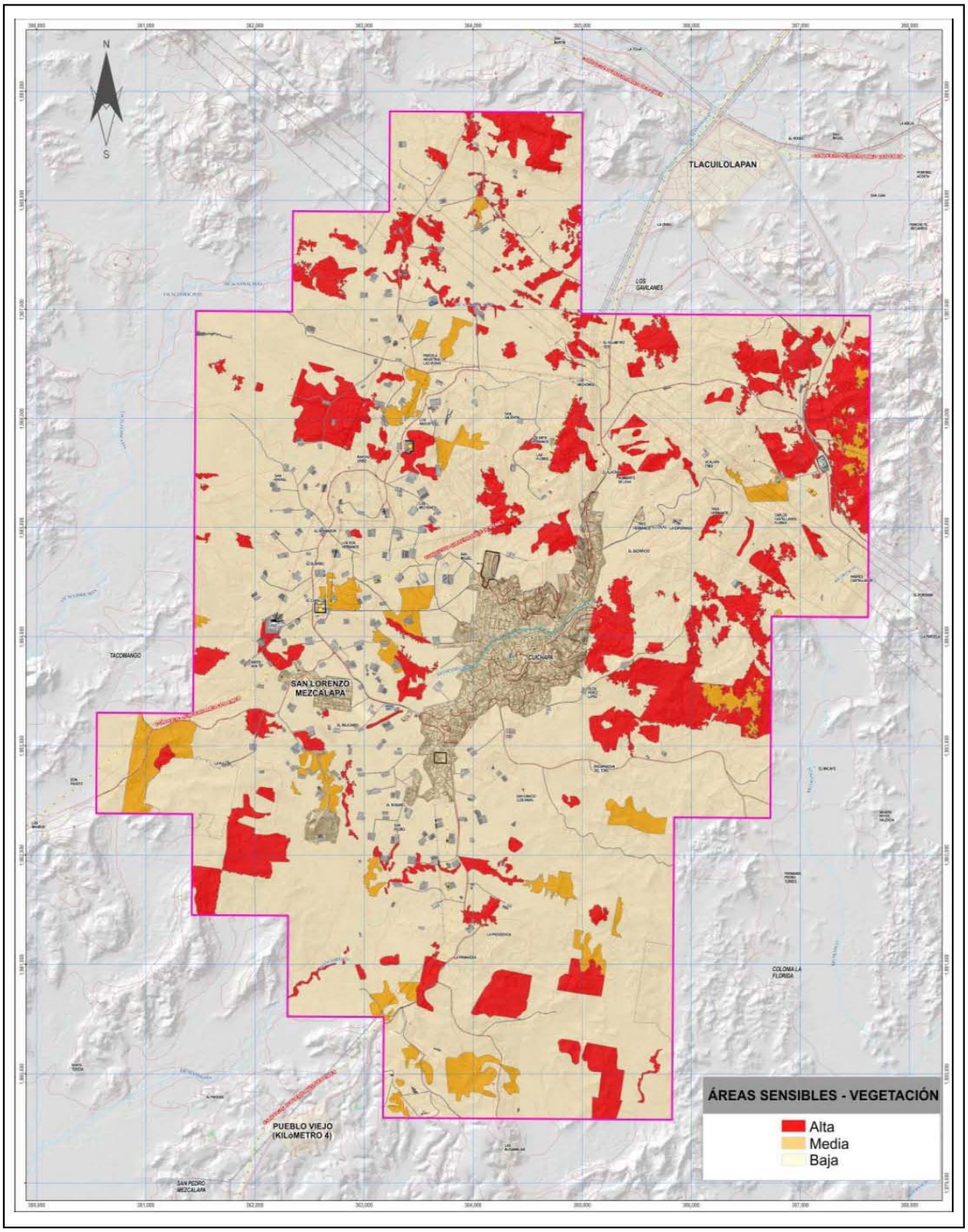


Figura 109. Áreas sensibles – Vegetación. Campo Cuichapa Poniente.
Fuente: Elaboración propia (2016).

Los tres niveles de sensibilidad de vegetación se encuentran dispersos sobre el bloque; sin embargo, la que mayormente puede observarse es la sensibilidad baja, ya que gran parte del CCP se encuentra transformado por las actividades primarias, las cuales han modificado en zonas de pastizales y de plantaciones forestales. Asimismo, pueden observarse áreas con sensibilidad alta, encontrándose la mayor concentración al norte y noreste del campo, aunque también son perceptibles hacia el sur del campo en donde se registran especies de vegetación primaria.

Las áreas consideradas con sensibilidad alta son mayormente susceptibles a ser perturbadas de acuerdo a la biodiversidad que albergan; las áreas de media sensibilidad pueden albergar algunas especies arbóreas, pero poco duraderas, la sensibilidad baja está totalmente transformada por lo que además de ser destinada a actividades del sector primario pueden darse más adelante actividades del sector secundario.

De acuerdo a las áreas sensibles anteriormente expuestas, se elaboró el mapa de zonas críticas en el que se muestran las áreas más susceptibles de ser transformadas, tanto por factores provocados por el medio ambiente como por factores antropogénicos que puedan inducir a la transformación total o parcial del escenario actual. En dicho mapa se observan las cuatro capas de áreas sensibles donde se consideran zonas críticas al conjunto de tres o más áreas sensibles.

Anexo 25. Mapa - Áreas sensibles - Zona crítica. Campo Cuichapa Poniente.

8.1.7.3 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Pese a que en el estado de Veracruz existen múltiples áreas destinadas a la conservación, en el municipio de Moloacán, especialmente en el área ocupada por el CCP, no se presentan Áreas Naturales Protegidas, tampoco Regiones Prioritarias, AICAS, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación o Áreas Privadas de Conservación; así mismo se descartó la presencia de humedales, manglares y corredores biológicos.

Aunque dentro del área se observen zonas con vegetación original, esta se encuentra muy reducida por lo que la vegetación es considerada como relictos de selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia que tiende a ser cada vez más fragmentada por las actividades que se generan y la extensión de una mancha urbana.

En cuanto a rutas migratorias se definió que las rutas influenciables se concentran más hacia el Itsmo de Tehuantepec, por lo que es poco probable la llegada de aves migratorias dentro del área, siendo que solamente se logró identificar para el CCP una especie.

La determinación de las áreas sensibles del CCP realizada a través del concepto de sensibilidad ambiental, permitió observar que existen factores que pueden verse

afectados de tipo biótico y abiótico, dentro de ellas destacó la sensibilidad geomorfológica donde la inestabilidad de laderas suele presentarse mayoritariamente al NO con sensibilidad media; la sensibilidad edafológica donde los suelos con mayor influencia hacia la corrosión de ductos suelen ser los Gleysoles y permitiendo saber que son mejores para la construcción los cambisoles, luvisoles y acrisoles; las áreas sensibles a inundación que se encuentran en relación al tipo de permeabilidad y la influencia de las zonas bajas; y por último la vegetación que ha sido impactada principalmente por las actividades agropecuarias reduciéndolas principalmente a pastizales, los cuales pueden ser utilizados posteriormente por las actividades secundarias.

8.1.8 Paisaje.

Siendo parte del municipio de Moloacán, el área de estudio es un polígono con llanuras aluviales y un conjunto de lomeríos menores, sobre un terreno que pertenece a la época del mioceno donde predominan litológicamente areniscas y conglomerados, sin fallas visibles o eventos sísmicos que puedan modificar drásticamente el paisaje.

El lomerío que se presenta como una topografía irregular y poco accidentada al noreste – este – sureste del área de estudio, tiene pocas pendientes mayores en 45° y elevaciones de hasta 180 m, presenta riesgos de inestabilidad por laderas que pudieran alterar el paisaje sobre todo en épocas de lluvias.

El clima cálido húmedo, prevaleciente en el área de estudio, con temperaturas medias oscilando entre los 27°C y 29°C y una precipitación anual superior a los 2000 mm, donde los meses más calurosos se presentan en mayo y junio, permiten entrever un paisaje en tonalidades sepia, en algunas áreas, y los meses más lluviosos en septiembre y octubre, provocan panorama de verdes intensos.

Árboles grandes, altos y que no pierden sus hojas en épocas de seca, se pueden encontrar en relictos esparcidos dentro del CCP, representados con especies como guapaque, sombrerete, corpus, roble blanco, rosa morada, ojoche, jobo y tololote; otros árboles no tan altos como corozo, chaca, cuisal, corpus, volador, manzano, solerillo y guarumo. En estos árboles abundan las orquídeas y bromelias. Una especie catalogada como Amenazada y que se halla con frecuencia dentro del área de estudio es la palmilla *Zamia.*

Las superficies pantanosas en Cuichapa con suelos de Gleysol, son cubiertas por plantas herbáceas de entre 1 a 3 m de alto, de hojas grandes y anchas de color verde claro que apenas permiten ver el pantano, conocidas como popal o popotera, además de platanillos y algunos pastos.

Las zonas más bajas corresponden a los lechos de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, que recorren el CCP en dirección norte – oeste – suroeste. En sus márgenes crean ambientes propicios para las aves distintivas de zonas bajas

inundables y de vegetación de galería, entre las que destacan: la garza ganadera, la jacana norteña y el pijije ala blanca. Las especies arbóreas que crecen sobre suelos principalmente de luvisoles en esta zona pueden ser amates, chalahuites y macayos

Relacionado con los tipos de vegetación presentes se pueden observar especies características de la zona, desde anfibios como la rana de árbol mexicana y la rana de ojos rojos; reptiles como la lagartija panza rosada, la tortuga rugosa de monte, la lagartija arcoíris y la iguana verde; aves como el zopilote negro, gavilán pollero o aguililla caminera, zanate o tordo, urraca o papán común, papan real y el perico pecho sucio, además de mamíferos como el tlacuache común y la ardilla panza roja.

Siendo esta la visión integral del CCP, se procedió a la subdivisión por cuencas paisajísticas para su mejor análisis, considerando los parteaguas topográficos con los que se conformaron 5 unidades, las cuales fueron calificadas de manera integral mediante dos métodos.

- El método indirecto consistió en integrar toda la información cartográfica disponible de la zona de fuentes oficiales y de los muestreos realizados en campo de flora y de fauna, para generar una visión objetiva del análisis.
- El segundo método denominado directo, consistió en aplicar, durante la visita a las instalaciones petroleras y sitios de muestreo aleatorio en zonas carentes de las anteriores, el documento F-SEA-007 Formato Para Valoración del Paisaje, que generó una base de datos de 316 fichas paisajísticas para evaluar el CCP.

Anexo 26. Fichas de valoración de paisaje. Campo Cuichapa Poniente.

La aplicación de ambos métodos permite generar un análisis imparcial, corroborando la información de las fuentes oficiales y restando el sesgo de observaciones subjetivas. Dichos métodos a continuación se describen para cada una de las unidades paisajísticas.

Anexo 27. Mapa – Unidades Paisajísticas. Campo Cuichapa Poniente.

Unidad Paisajística 1.

La unidad paisajística (UP)1 se ubica en la parte norte del CCP, hacia el sur colinda con las unidades paisajísticas 2 y 3. Una vez recopilada la información cartográfica, se tiene la siguiente imagen de la misma.

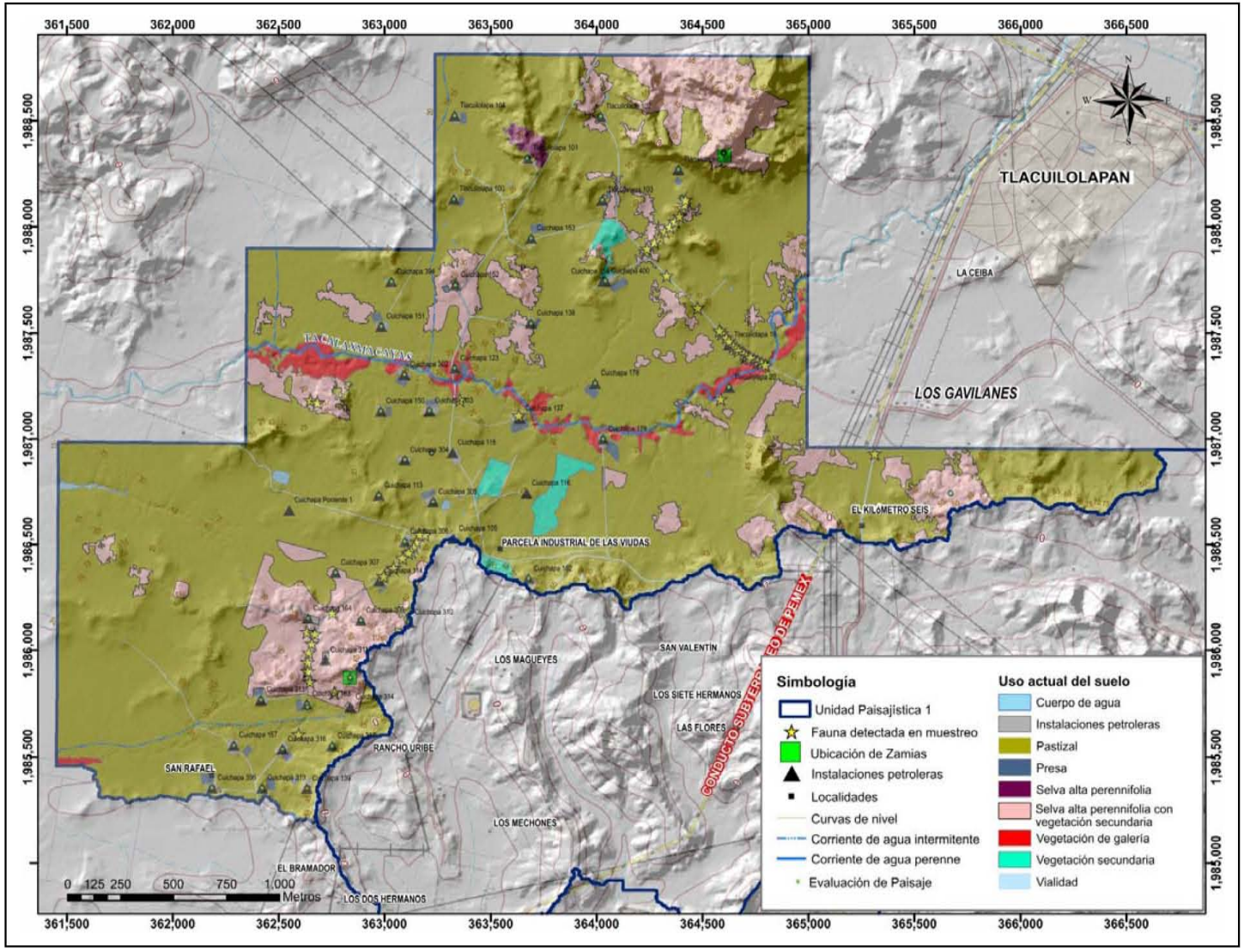


Figura 110. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 1.
Fuente: Autoría propia con información de INEGI y de imagen satelital.

La unidad posee una superficie de 836.25 ha, aquí se encuentran 47 instalaciones petroleras y durante la revisión de la información y el recorrido en campo de dicha UP, se pudo constatar que el arroyo Tacalaxmacayas pasa por esta unidad paisajística, posee vegetación de galería a los márgenes del arroyo y vegetación de selva alta perennifolia ubicada en el sector de mayor altura, en los recorridos de muestreo, se detecta la presencia de *Zamia* en zonas de vegetación de selva alta perennifolia con vegetación secundaria. Se localizan localidades pequeñas como El Kilómetro Seis, Parcela Industrial de las Viudas y San Rafael, las cuales apenas suman 69 habitantes.

Utilizando las herramientas de los sistemas de información geográfica y la información de fuentes oficiales y documentales, se describe a continuación la valoración paisajística de esta unidad.

Tabla 103. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 1.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Medio	3	La visibilidad de esta zona fue calificada como media, ya que la mayor parte de su superficie está en una zona llana en promedio de 15 metros de altitud, con pequeñas elevaciones entre los 25 y 30 metros de altitud. Al norte de esta UP, existe un lomerío no mayor a 100 metros de altura.
	Heterogeneidad H	Medio	3	No presenta formas singulares o dominantes, salvo por la elevación ubicada al norte de la UP. Para valorar esta cualidad, se analizaron los valores máximos y mínimos presentes, por lo que fue calificada como Medio.
	Singularidad S	Medio	3	Como elementos topográficos únicos, se consideró en esta UP la presencia del río Tacalaxmacayas, la presencia de especies faunísticas con categoría, así como de zamia localizada a través de los muestreos realizados.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	A pesar de la existencia de selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva y de galería, dicha superficie apenas alcanza el 17.8% por lo que la integridad se califica como baja.
	Fragilidad F	Bajo	1	Como se observa en la figura, la superficie ocupada por pastizales es muy notoria, es decir, la capacidad de absorción por la intervención de actividades pecuarias se califica como baja.
	Resiliencia R	Bajo	1	El potencial de regeneración de la vegetación en esta UP, fue calificada con la información del INEGI en el tema de Uso de suelo y vegetación Serie 2 y Serie 5, a través de una tasa de cambio de la vegetación, presentando una disminución de la vegetación natural (selvas), por lo que se califica como bajo este atributo.
	Biodiversidad BD	Medio	3	Considerando que en la UP encontramos más de 3 tipos de vegetación original (Selva alta perennifolia, Selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva y vegetación de galería), pero con una superficie menor al 25% del área de la UP, además de presentar casi un 34% de las especies de fauna, resultado de los muestreos, se califica la biodiversidad como media.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Sólo 3 localidades y 69 habitantes de los cuales ninguno con origen étnico, la diversidad cultural de esta UP es calificada con valor bajo.
	Identidad Id	Medio	3	Se observaron elementos culturales locales dentro de la UP por lo que se califica esta cualidad con valor medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Carece de elementos culturales de interés para la comunidad y sus visitantes, por lo que se le dio un valor bajo.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	En las localidades de esta UP no se encontraron elementos o sitios asociados ni siquiera a la historia local, por lo que se le asignó un valor bajo.

Cualidad		Valoración		Descripción
Territorial	Uso del paisaje UP	Medio	3	Puesto que el 80% de la superficie de la UP es de pastizales, es decir, la vocación de la zona es pecuaria, se le asigna un valor medio a este atributo.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Debido a que no se encuentra contemplado dentro de algún instrumento de planificación oficial, la especialización funcional está valorada como bajo.
	Conectividad C	Bajo	1	En base al tipo de carretera de terracería y disponibilidad de transporte público (Kilómetro Seis, autobús, San Rafael, taxi y Parcela Industrial de las Viudas, no cuenta), este aspecto se califica con valor bajo.
Suma de valores		**26**		**Valor Paisajístico Bajo**

Este método indirecto aplica también los criterios de valoración establecidos en la metodología, siendo la suma de las calificaciones a los aspectos paisajísticos evaluados de 26 en la unidad paisajística 1, por lo que se le califica con **Valor Paisajístico Bajo.**

Además de esta valoración, el método directo realizado a través de los recorridos de campo, cuenta con la información captada en la visita a 48 sitios ubicados en esta unidad paisajística, a través del instrumento de captación formato F-SEA-007 Valoración del Paisaje, cuyos valores se resumen en la siguiente figura.

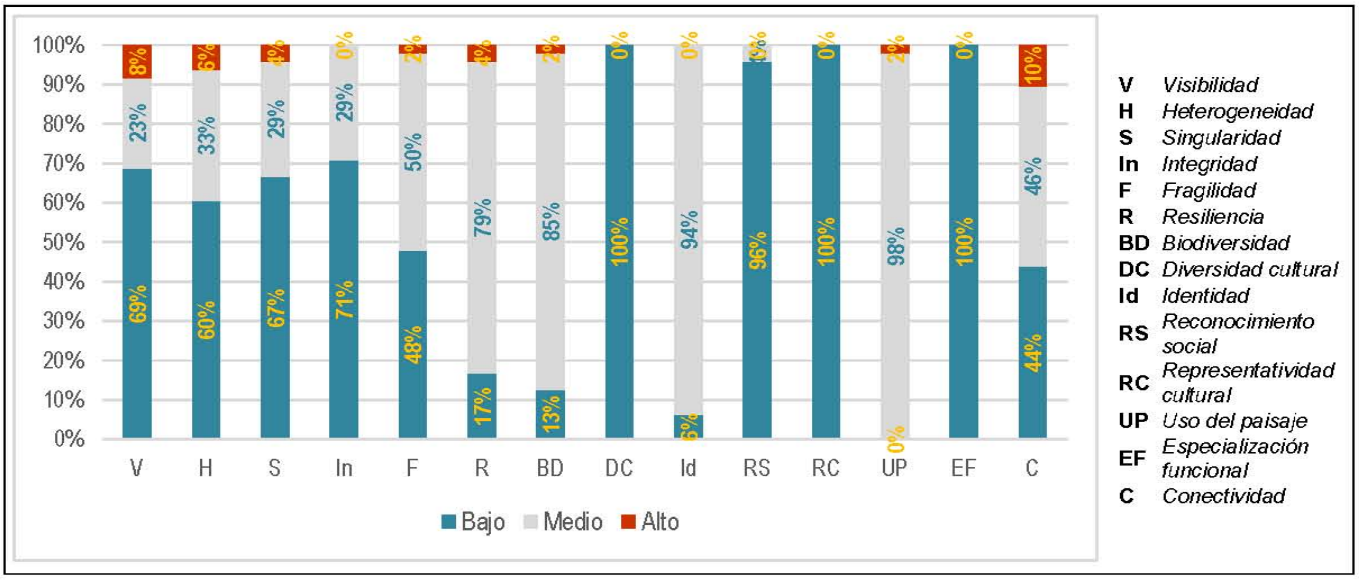


Figura 111. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y puntos de muestreo en la Unidad Paisajística 1.

De la anterior figura se desprende la siguiente descripción.

Tabla 104. Valoración directa. Unidad Paisajística 1.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Bajo	1	Fue calificada como baja en el 69% de los casos, por lo que, siendo el valor de más de la mitad de las observaciones, se califica como Bajo. Esto quiere decir que la mayoría de los sitios calificados en esta unidad paisajística tienen vistas escasas o breves desde principales caminos.
	Heterogeneidad H	Bajo	1	El 60% de los casos fue calificado como bajo, por lo que se le da este valor a toda la UP. Dominando en ella planicies y colinas suaves.
	Singularidad S	Bajo	1	En 32 instalaciones la valoración fue bajo, en 14 sitios fue medio y en 2 alto, por lo que se califica como Bajo a toda la UP 1. Los sitios calificados en campo con mayor singularidad fueron los cercanos al arroyo Tacalaxmacayas y los que se encuentran en la parte norte de la UP.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	Debido a que la mayoría de los sitios calificados se encontraban en terrenos ganaderos, el 71% de las observaciones fueron calificadas con valor bajo, por lo que se le da este valor a toda la UP.
	Fragilidad F	Medio	3	El 52% de las observaciones fueron medias y altas, por lo que se le valora como medio.
	Resiliencia R	Medio	3	En el 79% de sitios calificados se detectó la presencia de vegetación herbácea o arbustiva, por lo cual fueron valoradas con una resiliencia media, por lo que la valoración de la UP es media.
	Biodiversidad BD	Medio	3	El 85% de las instalaciones tiene valoración media, por lo que se le brinda a toda la UP un valor de medio
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Durante entrevistas con los lugareños, solo se detectó la estructura cultural típica de la zona, la cual tiene valor de Bajo en la matriz de apoyo para calificar el paisaje en campo, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Identidad Id	Medio	3	El 94% de las observaciones de esta UP tienen valor Medio. Lo cual quiere decir que solo se observaron elementos culturales locales.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	96% de las observaciones para las instalaciones de esta UP tienen valor Bajo, ya que en los recorridos en campo no se encontraron elementos culturales de interés.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	No se detectó elementos o sitios asociados a la historia, por lo cual todas las instalaciones de esta UP tienen valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	El 98% de las instalaciones ha sido calificado con valor medio (área de desarrollo de actividades primarias), por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Las observaciones para todas las instalaciones de esta UP tienen valor bajo. Lo cual quiere decir que no se encuentran contempladas dentro de un instrumento de planificación.
	Conectividad C	Medio	3	El 44% de las observaciones tienen valor bajo, el resto son de medias y altas, por lo que se le asigna un valor medio a la UP.
Suma de valores		**26**		**Valor Paisajístico Bajo**

Dentro de los 48 sitios calificados en campo, se encuentran las 44 instalaciones petroleras y 4 puntos de muestreo de flora y fauna. De este universo, 41 tienen calificación Bajo y sólo tres sitios obtuvieron calificación Medio, los cuales son el pozo Tlacuilolapan 101, el transecto de reptiles 5 y el sitio 1 de vegetación, debido a que estos sitios se encuentran en zonas mejor conservadas, generando un mayor valor paisajístico.

Se muestra evidencia fotográfica de sitios representativos de dicha UP.

Arroyo Tacalaxmacayas ubicado en la UP 1.

UP1. Zona aledaña al pozo Tlacuilolapan 101, donde se observa lomeríos con vegetación arbórea.

Fotografía 31. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 1.

Agulilla caminera o gavilán pollero, el cual fue visto dentro de la UP 1.

UP1. Vista desde el pozo Cuichapa 102, donde predominan terrenos ganaderos.

Fotografía 32. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 1.

Tabla 105. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 1.

Aspecto	Estético - Espacial	Ambiental	Social	Territorial	Suma
Valoración indirecta	9	6	6	5	**26**
Valoración directa	3	10	6	7	**26**

Unidad Paisajística 2.

La UP 2 se ubica en la parte noreste del CCP, hacia el norte colinda con la unidad paisajística 1, hacia el oeste con la 3 y la 4, hacia el sur con la 5.

Esta UP tiene una superficie de 1,344.05 ha, en la que se encuentran establecidas 76 instalaciones petroleras. Esta unidad es la que presenta una conformación topográfica de lomeríos. Aquí nace el arroyo Nexmegata. Posee vegetación de selva alta perennifolia mejor conservada, así como también selva alta perennifolia con vegetación secundaria y vegetación secundaria de selva, además de popal. Durante los recorridos de muestreo, se detectó la presencia de zamia en zonas de vegetación de selva alta perennifolia, además de especies de fauna con categoría de protección. De las 10 localidades que se localizan dentro de esta unidad paisajística, la mayor es Acapala Tres con 43 personas, por lo que, en suma, son 77 habitantes que residen dentro de esta UP.

En la siguiente figura se ilustra su conformación según el uso actual de su suelo.

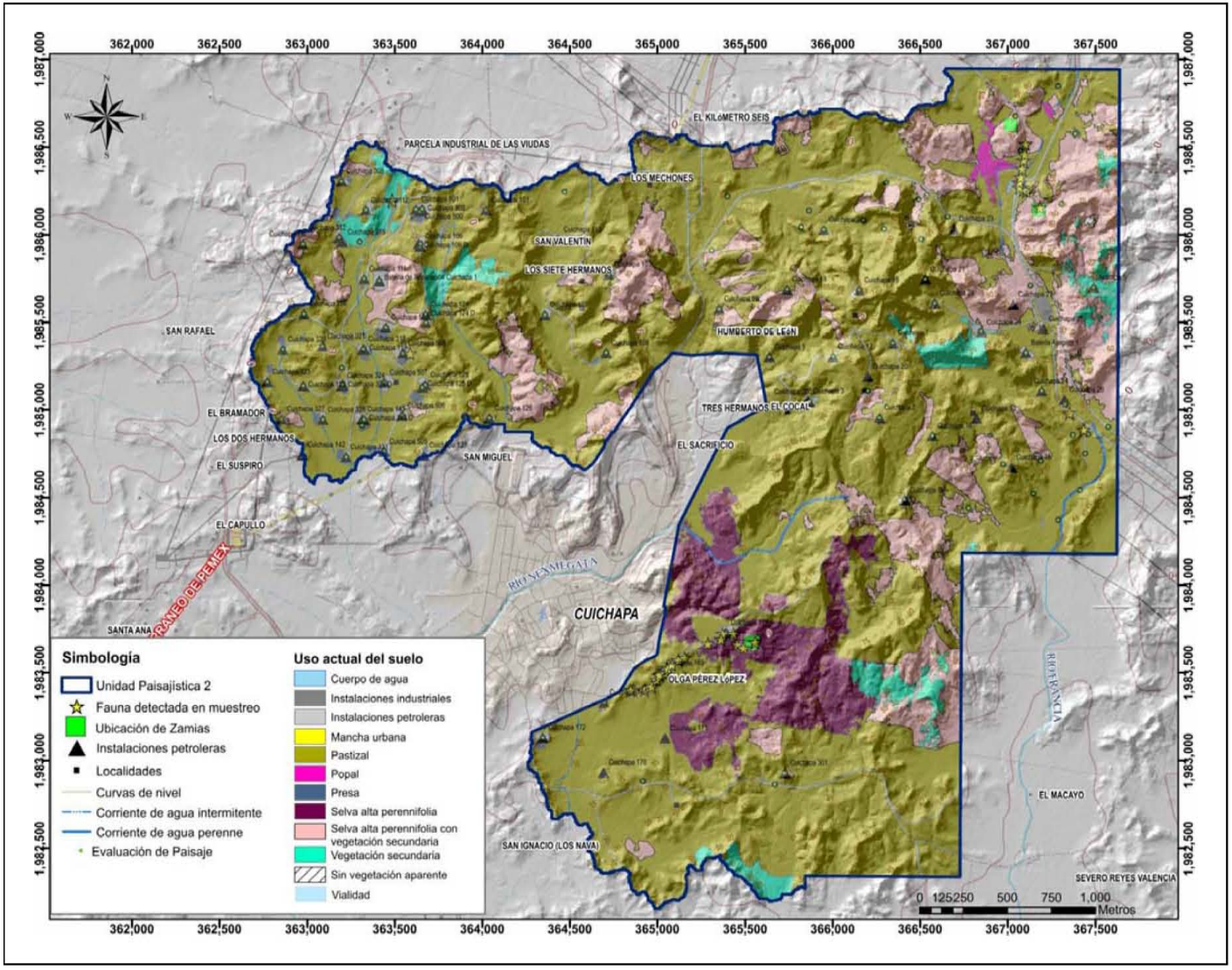


Figura 112. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 2.
Fuente: Autoría propia con información de INEGI y de imagen satelital.

Los elementos existentes de fuentes oficiales, así como de resultados de campo, brindan la oportunidad de analizar la información en sistema para la valoración paisajística, cuyo resultado se describe a continuación.

Tabla 106. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 2.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Bajo	1	La visibilidad de esta zona fue calificada como baja debido a que la mayor parte del territorio tiene topografía irregular, es decir, presenta lomeríos que llegan a alturas de 125 metros, por lo que se le califica como bajo.
	Heterogeneidad H	Alto	5	Presenta un relieve muy marcado de suaves lomeríos, cuyas elevaciones van de los 50 a los 125 metros de altura, siendo el centro geométrico de esta unidad, donde se localiza la parte más alta.
	Singularidad S	Alto	5	Como elementos singulares de esta UP, es que aquí nace el río Nexmegata y además de contar con una topografía característica de lomeríos suaves que ha permitido la mejor conservación de vegetación nativa de la zona, además de que en los muestreos se localizaron especies de zamia, por lo que se le asigna un valor de alto a esta unidad paisajística.
Ambiental	**Integridad In**	Medio	3	A pesar de la existencia de selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva y popal, dicha superficie apenas alcanza el 26% siendo la UP con la mayor cantidad de vegetación original, por lo que la integridad se califica como media
	Fragilidad F	Medio	3	Como se observa en la figura, la superficie ocupada por pastizales es muy notoria, sin embargo, la topografía de la zona puede amortiguar la capacidad de absorción por la intervención de actividades pecuarias se califica como media.
	Resiliencia R	Bajo	1	El potencial de regeneración de la vegetación en esta UP, fue calificada con la información del INEGI en el tema de Uso de suelo y vegetación Serie 2 y Serie 5, a través de una tasa de cambio de la vegetación, presentando una disminución de la vegetación natural (selvas), por lo que se califica como bajo este atributo.
	Biodiversidad BD	Alto	5	Considerando que en la UP encontramos al menos 3 tipos de vegetación original (Selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva y popal), además de casi un 20% de las especies de fauna, resultado de los muestreos realizados aquí, se califica la biodiversidad como alta.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Sólo 10 localidades y 77 habitantes de los cuales ninguno con origen étnico, la diversidad cultural de esta UP es calificada con valor bajo.
	Identidad Id	Medio	3	Se observaron elementos culturales locales dentro de la UP por lo que se califica esta cualidad con valor medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Carece de elementos culturales de interés para la comunidad y sus visitantes, por lo que se le dio un valor bajo.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	En las localidades de esta UP no se encontraron elementos o sitios asociados ni siquiera a la historia local, por lo que se le asignó un valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	Puesto que el 72% de la superficie de la UP es de pastizales, es decir, la vocación de la zona es pecuaria, se le asigna un valor de medio a este atributo.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Debido a que no se encuentra contemplado dentro de algún instrumento de planificación oficial, la especialización funcional está valorada como bajo.
	Conectividad C	Bajo	1	En base al tipo de carretera de terracería y disponibilidad de transporte público (en la localidad Kilómetro Seis cuentan con servicio de autobús, en San Rafael de taxi y en Parcela Industrial de las Viudas no se cuenta con servicio de transporte), este aspecto se califica con valor bajo.
Suma de valores		**34**		**Valor Paisajístico Medio**

Este método indirecto aplica, también, los criterios de valoración establecidos en la metodología, siendo la suma de las calificaciones a los aspectos paisajísticos

evaluados de 34 en la unidad paisajística 2, por lo que se le califica con **Valor Paisajístico Medio.**

Además de esta valoración, el método directo realizado a través de los recorridos de campo, cuenta con la información captada en la visita a 100 sitios ubicados en esta unidad paisajística, a través del instrumento de captación formato F-SEA-007 Valoración del Paisaje, cuyos valores se resumen en la siguiente figura.

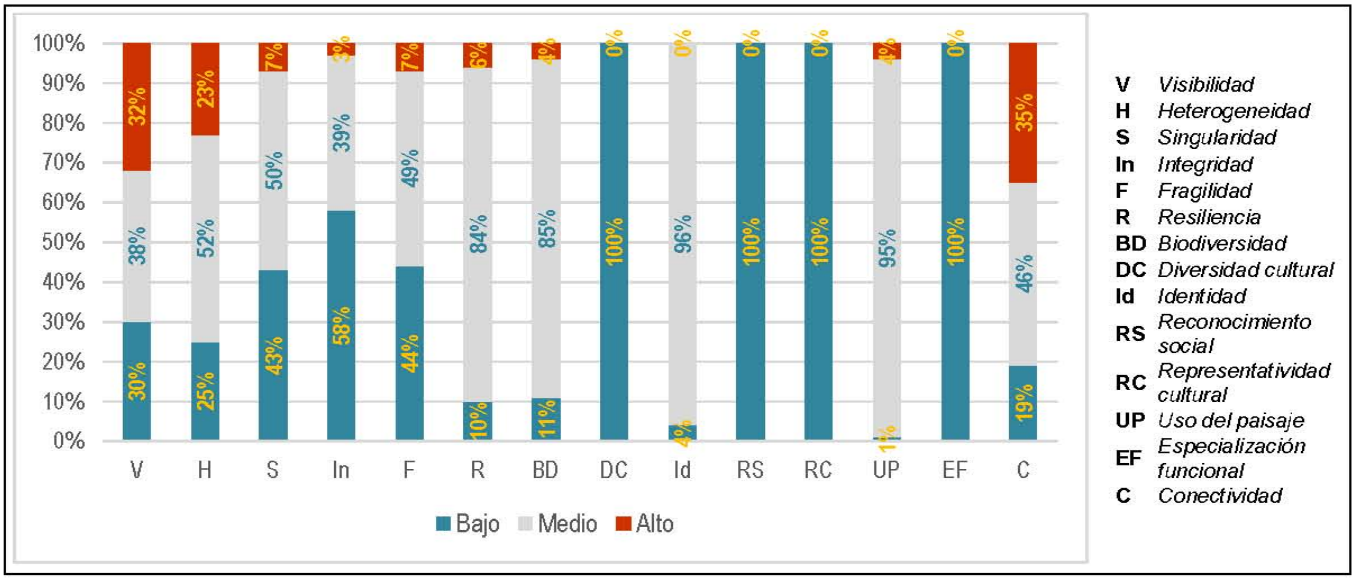


Figura 113. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y sitios de muestreo ubicados en la Unidad Paisajística 2.

La descripción de la gráfica anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 107. Valoración directa. Unidad Paisajística 2.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Medio	3	Fue calificada como media para en el 38% de los casos y alta para el 32%, por lo que siendo el valor más de la mitad de las observaciones, se califica como medio.
	Heterogeneidad H	Medio	3	El 52% de los casos fue calificado como medio (presencia de lomeríos no dominantes o excepcionales) y 23% en alto (relieve montañoso), por lo que se le da valor de medio a toda la UP.
	Singularidad S	Medio	3	En el 50% de los sitios la valoración fue media, por lo que se califica como media para toda la UP.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	El 58% de las observaciones fueron calificadas con valor bajo, lo cual quiere decir que están en zonas con impactos antropogénicos, por lo que se le da este valor a toda la UP.
	Fragilidad F	Medio	3	El 49% de las observaciones fueron medias, por lo que se le valora como medio a toda la UP 2.

Cualidad		Valoración		Descripción
	Resiliencia R	Medio	3	El 84% de las instalaciones presentan crecimiento de maleza o vegetación arbustiva, por lo que la valoración es media.
	Biodiversidad BD	Medio	3	El 85% de las instalaciones tiene valoración media, por lo que se le brinda a toda la UP un valor de medio.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Durante entrevistas con los lugareños, no se detectaron estructuras culturales diferentes a la de la zona, por lo cual se calificó de bajo en la matriz de apoyo para calificar el paisaje en campo, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
Social	**Identidad Id**	Medio	3	El 96% de las observaciones de esta UP tienen valor medio. Lo cual quiere decir que solo se identificaron elementos culturales locales.
Social	**Reconocimiento social RS**	Bajo	1	Las observaciones para todas las instalaciones de esta UP tienen valor bajo, ya que en los recorridos en campo y en entrevistas no se encontraron elementos culturales de interés.
Social	**Representatividad cultural RC**	Bajo	1	No se detectó elementos o sitios asociados a la historia, por lo cual todos los sitios de esta UP tienen valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	El 95% de las instalaciones ha sido calificado con valor medio (zonas agropecuarias), por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
Territorial	**Especialización funcional EF**	Bajo	1	Las 100 instalaciones de esta UP tienen valor bajo.
Territorial	**Conectividad C**	Medio	3	El 49% de las observaciones tienen valor medio y de alto el 31%, por lo que se le asigna un valor Medio a la UP. Lo cual quiere decir que cuenta con caminos y carreteras con algunas restricciones.
Suma de valores		**32**		**Valor Paisajístico Medio**

Dentro de los 100 sitios calificados en campo, se encuentran las 75 instalaciones petroleras y 25 puntos de muestreo distribuidos en la UP2. De los cuales 41 sitios fueron calificados con un valor Medio, los cuales se encuentran principalmente en la parte este de la UP, donde se encuentran formaciones de cerros con vegetación densa, por lo cual presenta mayor valor paisajístico.

Se muestra evidencia fotográfica de sitios representativos de dicha UP.

UP2. Vista desde el pozo Cuichapa 101.

UP2. Zona aledaña al pozo Acalapa 5.

Fotografía 33. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 2.

Vista de vegetación densa en la UP 2.

UP2. Ejemplar de *Odocoileus virginianus*.

Fotografía 34. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 2.

Tabla 108. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 2.

Aspecto	Estético - Espacial	Ambiental	Social	Territorial	Suma
Valoración indirecta	11	12	6	5	**34**
Valoración directa	9	10	6	7	**32**

Unidad Paisajística 3.

La UP 3 se ubica en la parte oeste del CCP, hacia el norte colinda con la unidad paisajística 1, hacia el oeste con la 4, hacia el sur con la 5. En la siguiente figura se ilustra su conformación según el uso actual de su suelo.

Tiene una superficie de 868.62 ha, dentro de las que se localizan 97 instalaciones petroleras, incluyendo una batería y una planta. Esta unidad paisajística presenta una conformación de lomeríos al suroeste de su superficie. En su recorrido hacia el lugar donde drena, el arroyo Nexmegata pasa por esta superficie, sin embargo, ya muy deterioradas sus aguas. Posee poca vegetación de selva alta perennifolia conservada, así como también selva alta perennifolia con vegetación secundaria y vegetación secundaria de selva, además de popal. Aquí también se localiza una zona de plantación forestal. De los recorridos de muestreo, se detecta la presencia de zamia, así como de especies de fauna con categoría de protección. De las 9 localidades que comprenden esta unidad paisajística, la más representativa es San Lorenzo Mezcalapa, pues tan solo ahí se concentran 235 de las 262 personas que habitan dicha unidad. Entre sus localidades se encuentra La Hulera, lugar donde reside un matrimonio que habla una lengua indígena.

En la siguiente figura se ilustra su conformación según el uso actual de su suelo.

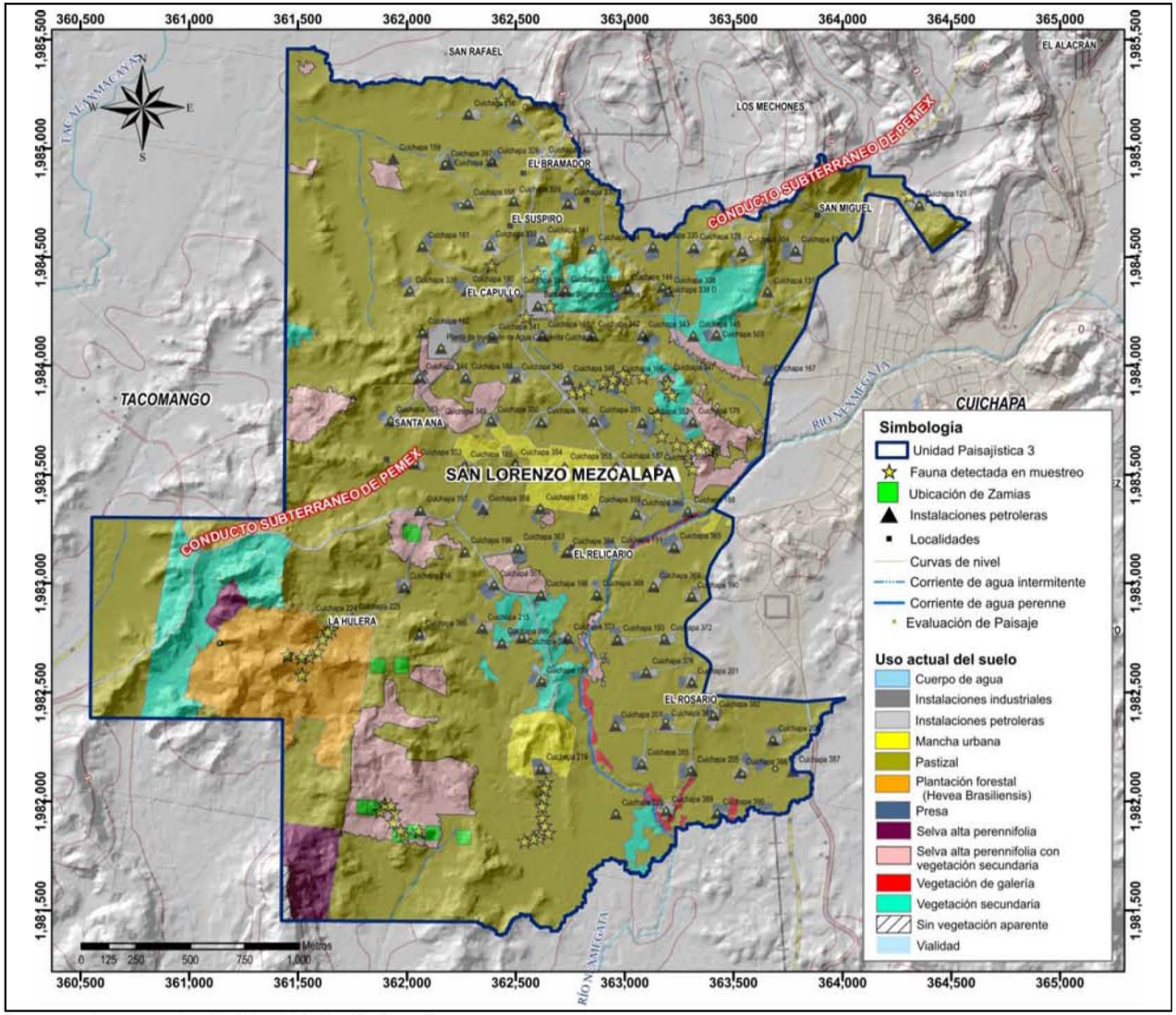


Figura 114. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 3.
Fuente: Autoría propia con información de INEGI y de imagen satelital.

La valoración paisajística con los componentes seleccionados para dicho análisis a través del método indirecto, se detalla a continuación.

Tabla 109. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 3.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Medio	3	La visibilidad de esta zona fue calificada como media debido a que la mayor parte del territorio tiene topografía llana, es decir, sus máximas altitudes oscilan entre 65 metros, por lo que la visibilidad se da en mejor posibilidad, calificándolo de medio.
	Heterogeneidad H	Bajo	1	Presenta un relieve muy llano, con suaves lomeríos al noreste y suroeste, con elevaciones que van de los 15 a los 65 metros de altura por lo que se le da una valoración baja.
	Singularidad S	Medio	3	A pesar de que por su territorio lo cruza el cauce del arroyo Nexmegata, a esta altura, sus aguas están muy contaminadas y los muestreos realizados a la flora y fauna en esta unidad ubicaron especies con categoría de protección, por lo que se le da un valor medio.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	A pesar de la existencia de selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva y vegetación de galería dicha superficie apenas alcanza el 16.3% por lo que la integridad se califica como baja.
	Fragilidad F	Bajo	1	Como se observa en la figura, la superficie ocupada por pastizales es muy notoria, es decir, la capacidad de absorción por la intervención de actividades pecuarias por lo que se califica como baja.
	Resiliencia R	Bajo	1	El potencial de regeneración de la vegetación en esta UP, fue calificada con la información del INEGI en el tema de Uso de suelo y vegetación Serie 2 y Serie 5, a través de una tasa de cambio de la vegetación, presentando una disminución de la vegetación natural (selvas), por lo que se califica como bajo este atributo.
	Biodiversidad BD	Medio	3	Considerando que en la UP encontramos al menos 3 tipos de vegetación original (Selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva y popal), pero con una superficie superior al 25% del área de la UP, además de casi un 20% de las especies de fauna identificada en los muestreos, se califica la biodiversidad como media.
Social	**Diversidad cultural DC**	Medio	3	Sólo 9 localidades y 262 habitantes, en la localidad de La Hulera residen personas que hablan un dialecto que no es de origen veracruzano, por ello esta UP es calificada con valor medio
	Identidad Id	Medio	3	Se observaron elementos culturales locales dentro de la UP por lo que se califica esta cualidad con valor medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Carece de elementos culturales de interés para la comunidad y sus visitantes, por lo que se le dio un valor bajo.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	En las localidades de esta UP no se encontraron elementos o sitios asociados ni siquiera a la historia local, por lo que se le asignó un valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	Puesto que el 66.7% de la superficie de la UP es de pastizales, es decir, la vocación de la zona es pecuaria, se le asigna un valor de medio a este atributo.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Debido a que no se encuentra contemplado dentro de algún instrumento de planificación oficial, la especialización funcional está valorada como bajo.
	Conectividad C	Bajo	1	En base al tipo de carretera de terracería y disponibilidad de transporte público, este aspecto se califica con valor bajo.
Suma de valores		**26**		**Valor Paisajístico Bajo**

Este método indirecto aplica, también, los criterios de valoración establecidos en la metodología, siendo la suma de las calificaciones a los aspectos paisajísticos evaluados de 26 en la unidad paisajística 3, por lo que se le califica con **Valor Paisajístico Bajo.**

Además de esta valoración, el método directo realizado a través de los recorridos de campo, cuenta con la información captada en la visita a 99 sitios ubicadas en esta unidad paisajística, a través del instrumento de captación formato F-SEA-007 Valoración del Paisaje, cuyos valores se resumen en la siguiente figura.

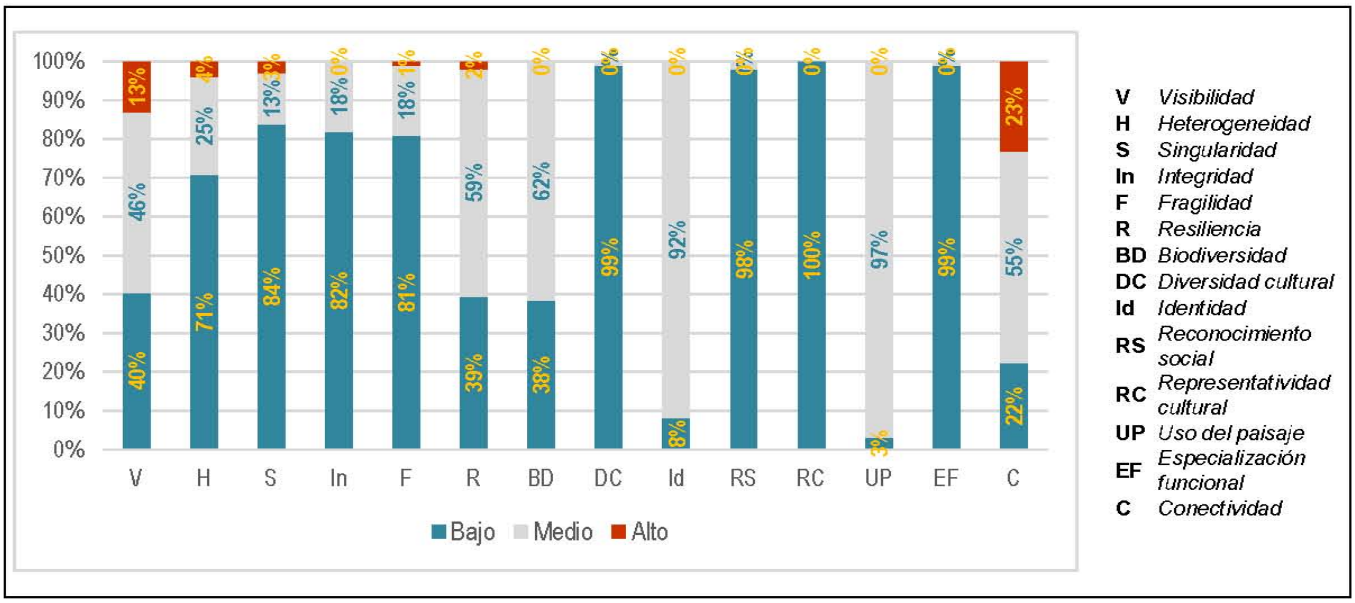


Figura 115. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y sitios de muestreo de flora y fauna ubicados en la Unidad Paisajística 3.

La descripción de la gráfica anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 110. Valoración directa. Unidad Paisajística 3.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Medio	3	Fue calificada como media para en el 46% de los casos y alta para el 13%, por lo que se calificó como medio.
	Heterogeneidad H	Bajo	1	Debido a la dominancia de colinas suaves o planicies, el 71% de los casos fue calificado como bajo, por lo que se le da esta valoración a toda la UP.
	Singularidad S	Bajo	1	En el 84% de las instalaciones la valoración fue bajo, por lo que se califica con este valor en singularidad a esta UP.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	El 82% de las observaciones fueron calificadas con valor bajo, por lo que se le asigna este valor en el tema de integridad a esta unidad paisajística. Lo cual indica que la mayoría de los sitios calificados se encuentran en terrenos impactados por actividad humana.
	Fragilidad F	Bajo	1	El 81% de las observaciones fueron bajas, por lo que se le valora como bajo a la fragilidad en esta UP.
	Resiliencia R	Medio	3	El 59% de las instalaciones presentan crecimiento de vegetación y han sido valoradas de media, por lo que la resiliencia se califica como media.

Cualidad		Valoración		Descripción
	Biodiversidad BD	Medio	3	El 62% de las instalaciones tiene valoración media, por lo que se le asigna a toda la UP un valor de medio en biodiversidad.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Durante entrevistas con los lugareños, solo se detectó la estructura cultural típica de la zona, la cual tiene valor de bajo en la matriz de apoyo para calificar el paisaje en campo, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Identidad Id	Medio	3	La mayoría de las observaciones para las instalaciones de esta UP tienen valor medio. Lo cual quiere decir que solo se detectaron elementos culturales locales.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Las observaciones para el 98% de las instalaciones de esta UP tienen valor bajo, ya que en los recorridos en campo no se encontraron elementos culturales de interés.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	No se detectó elementos o sitios asociados a la historia, por lo cual todas las instalaciones de esta UP tienen valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	El 97% de las instalaciones ha sido calificado con valor medio, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	El 99% de las observaciones en esta UP tienen valoración bajo, es decir, no se encuentran contemplados los sitios dentro de un instrumento de planificación, por lo que se le asigna este valor.
	Conectividad C	Medio	3	El 55% de las observaciones tienen valor medio y de alto el 23%, por lo que se le asigna un valor Medio a la UP, lo cual quiere decir que se cuenta con carreteras y caminos con algunas restricciones.
Suma de valores		26		**Valor Paisajístico Bajo**

Dentro de los 99 sitios calificados en campo, se encuentran las 98 instalaciones petroleras y 1 punto de muestreo de flora y fauna. Encontrándose que únicamente 3 sitios fueron calificados con un valor Medio, los cuales son los pozos Cuichapa 224, Cuichapa 225 y el punto de muestreo de la cámara 1 sitio 3, estos tres puntos se encuentran en una localidad denominada La Hulera donde se ubica una plantación forestal en una formación de cerros y radica un matrimonio que habla un dialecto indígena proveniente del estado de Chiapas.

Se muestra evidencia fotográfica de sitios representativos de dicha UP.

UP 3. Plantación forestal de Hevea *brasiliensis*.

UP 3. Pozo inyector Cuichapa 224.

Fotografía 35. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 3.

Vista de la UP 3, donde se observa la dominancia de terrenos ganaderos.

UP 3. Ejemplar de *Trogon melanocephalus*.

Fotografía 36. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 3.

Tabla 111. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 3.

Aspecto	Estético - Espacial	Ambiental	Social	Territorial	Suma
Valoración indirecta	7	6	8	5	**26**
Valoración directa	5	8	6	7	**26**

Unidad Paisajística 4.

La unidad paisajística 4 se ubica en la parte central del CCP y colinda con el resto de las unidades paisajísticas. En la siguiente figura se ilustra su conformación según el uso actual de su suelo.

Con una superficie de 281.41 ha, aquí se localizan 27 instalaciones petroleras, entre ellas una batería y una estación. Esta unidad paisajística enmarca la mancha urbana de Villa Cuichapa (localidad Cuichapa), presentando sus zonas más altas hacia el norte de su superficie. En su recorrido hacia el lugar donde drena, el arroyo Nexmegata pasa por esta unidad, sin embargo, al transitar por este asentamiento humano, las calidades de sus aguas se deterioran. Posee muy poca vegetación de selva alta perennifolia con vegetación secundaria hacia el norte en zonas de mayor altitud, así como también pastizales como reserva para el crecimiento de la zona urbana. La localidad de Villa Cuichapa es habitada por 7,697 personas al año 2010 y es aquí donde se concentra la gran mayoría de las instalaciones para la prestación de servicios públicos y privados, de educación, médicos y de consumo.

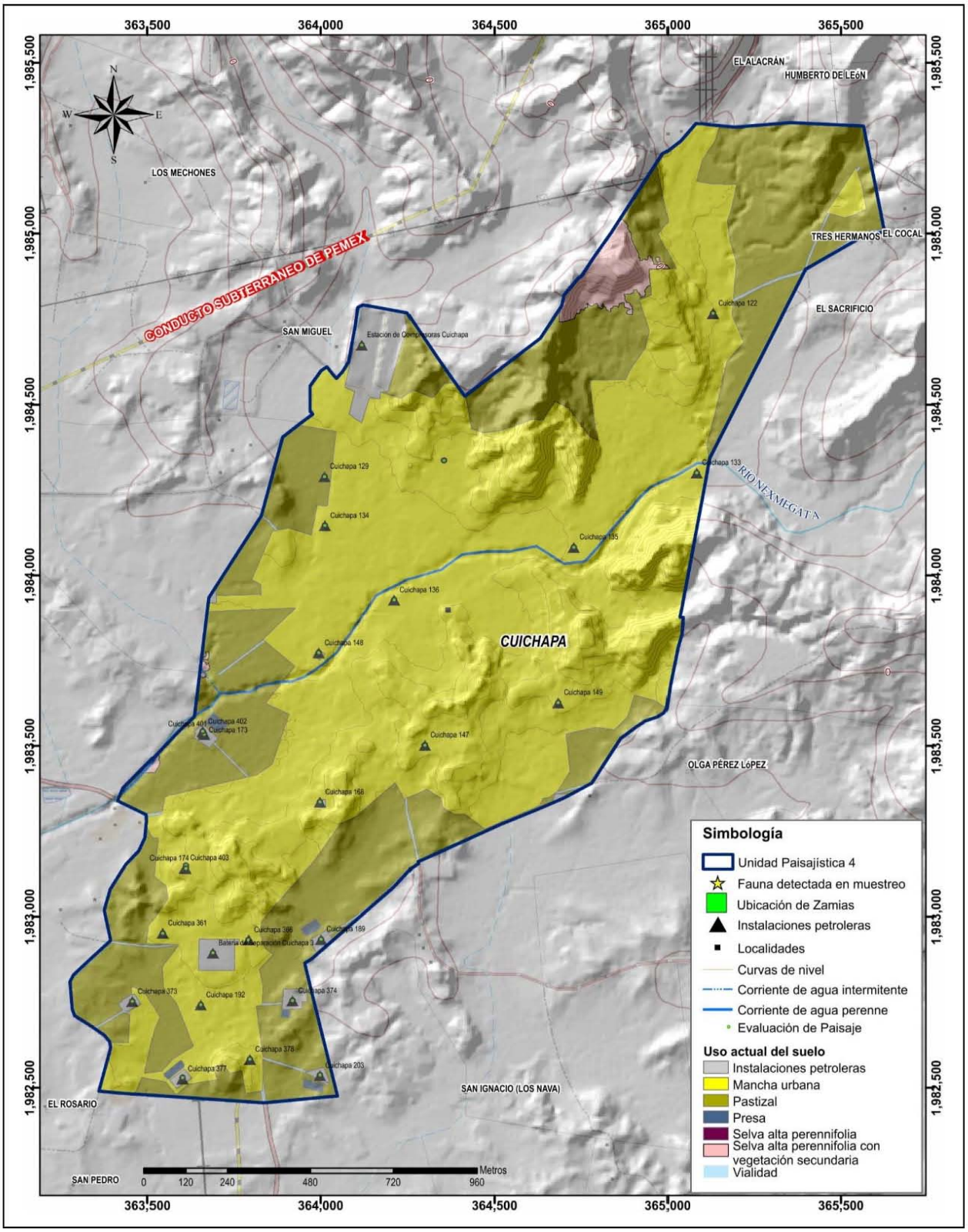


Figura 116. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 4.
Fuente: Autoría propia con información de INEGI y de imagen satelital.

Los factores considerados tanto de fuentes oficiales como de los resultados de campo, generan el siguiente análisis paisajístico como se describe a continuación para esta unidad.

Tabla 112. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 4.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Medio	3	La visibilidad de esta zona fue calificada con valor de medio debido a que la mayor parte del territorio tiene topografía llana, es decir, sus máximas altitudes oscilan 70 metros en la parte norte de la UP, por lo que la visibilidad se da con mejor posibilidad.
	Heterogeneidad H	Bajo	1	Presenta un relieve muy llano, con de suaves lomeríos al norte, con elevaciones que van de los 15 a los 70 metros de altura por lo que se le da una valoración baja.
	Singularidad S	Bajo	1	A pesar de que por su territorio cruza el arroyo Nexmegata, a esta altura su cauce presenta alta contaminación. La gran parte de la superficie de esta UP es de uso habitacional, por lo que su impacto antropogénico es alto y la valoración en singularidad es bajo.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	Mínima es la superficie de selva alta perennifolia con vegetación secundaria en la zona alta del norte, por lo que la integridad se califica como baja.
	Fragilidad F	Bajo	1	Como se observa en la figura, la superficie ocupada para asentamientos humanos es muy notoria, por lo que la fragilidad se califica como baja.
	Resiliencia R	Medio	3	El potencial de regeneración de la vegetación en esta UP, fue analizado con la información del INEGI en el tema de Uso de suelo y vegetación Serie 2 y Serie 5, a través de una tasa de cambio de la vegetación, presentando una ligera ganancia de la vegetación de selva por la zona de la colonia Militar, por lo que se califica como medio este atributo.
	Biodiversidad BD	Bajo	1	Considerando que la UP está impactada por las actividades antropogénicas se califica la biodiversidad como baja.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	No se presentan condiciones que den evidencia de diversidad cultural, por lo que se le califica con valor bajo.
	Identidad Id	Medio	3	Se observaron elementos culturales locales dentro de la UP por lo que se califica esta cualidad con valor medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Carece de elementos culturales de interés para la comunidad y sus visitantes, por lo que se le dio un valor bajo.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	En las localidades de esta UP no se encontraron elementos o sitios asociados ni siquiera a la historia local, por lo que se le asignó un valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Bajo	1	Puesto que más del 60% de la superficie de la UP corresponde a zonas urbanas, se le asigna un valor de bajo a este atributo.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Debido a que no se encuentra contemplado dentro de algún instrumento de planificación oficial, la especialización funcional está valorada como bajo.
	Conectividad C	Alto	5	Puesto que corresponde al asentamiento más importante en el municipio, debido a la actividad petrolera, es la localidad mejor comunicada en la zona, por lo que se le asigna un valor alto en conectividad.
Suma de valores		**24**		**Valor Paisajístico Bajo**

Este método indirecto aplica, también, los criterios de valoración establecidos en la metodología, siendo la suma de las calificaciones a los aspectos paisajísticos evaluados de 24 en la unidad paisajística 4, por lo que se le califica con **Valor Paisajístico Bajo.**

Además de esta valoración, el método directo realizado a través de los recorridos de campo, cuenta con la información captada en la visita a 27 sitios ubicadas en esta unidad paisajística, a través del instrumento de captación formato F-SEA-007 Valoración del Paisaje, cuyos valores se resumen en la siguiente figura.

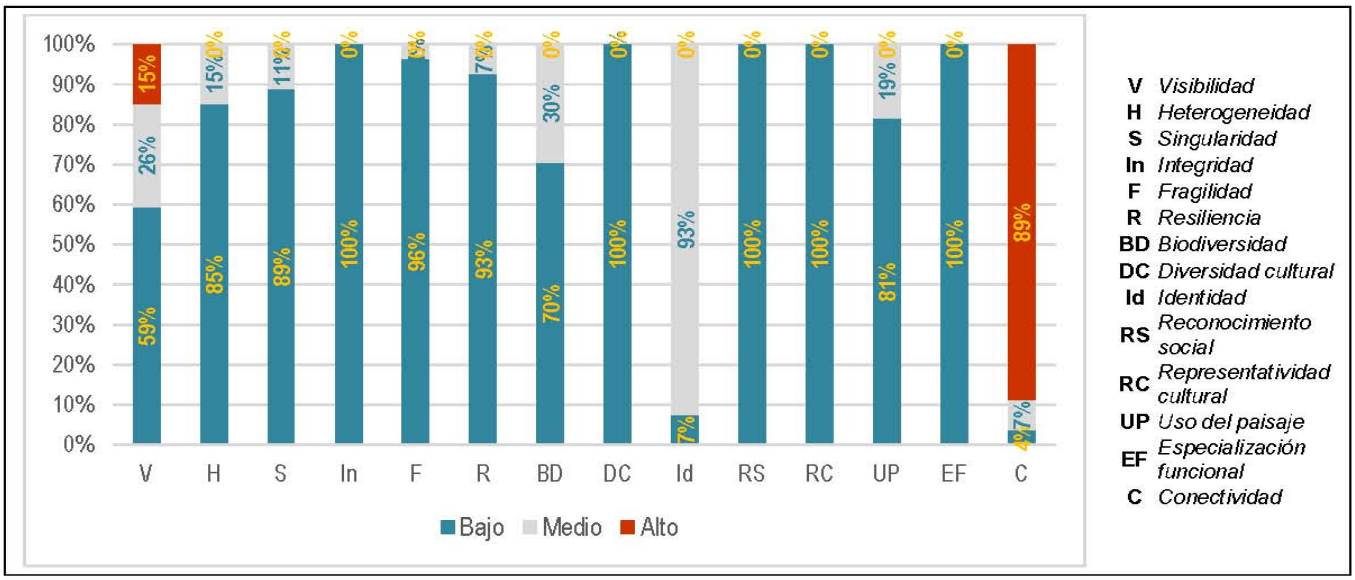


Figura 117. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras ubicadas en la Unidad Paisajística 4.

La descripción de la gráfica anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 113. Valoración directa. Unidad Paisajística 4.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Bajo	1	Fue calificada como bajo para el 59% de los casos por lo que toda la UP tiene este valor asignado.
	Heterogeneidad H	Bajo	1	El 85% de los casos fue calificado como bajo, por lo que se le da esta valoración a toda la UP
	Singularidad S	Bajo	1	En el 89% de las instalaciones la valoración fue bajo, por lo que se califica con este valor en singularidad a esta UP, debido a que presenta un paisaje bastante común.
Ambiental	**Integridad In**	Bajo	1	El 100% de las observaciones fueron calificadas con valor bajo, lo cual quiere decir que presenta modificaciones intensas y extensas, por lo que se le asigna este valor en el tema de Integridad a esta unidad paisajística.
	Fragilidad F	Bajo	1	El 96% de las observaciones fueron bajas, por lo que se le valora como baja a la fragilidad en esta UP.
	Resiliencia R	Bajo	1	Por la falta de vegetación el 93% de las instalaciones han sido valoradas de bajo, por lo que la resiliencia se califica con este valor.
	Biodiversidad BD	Bajo	1	El 70% de las instalaciones tiene valoración bajo, por lo que se le asigna a toda la UP un valor de bajo en biodiversidad.

Cualidad		Valoración		Descripción
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Durante entrevistas con los lugareños, solo se detectó la estructura cultural típica de la zona, la cual tiene valor de Bajo en la matriz de apoyo para calificar el paisaje en campo, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Identidad Id	Medio	3	La mayoría de las observaciones de esta UP tienen valor medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Las observaciones para todas las instalaciones de esta UP tienen valor bajo, ya que en los recorridos en campo no se encontraron elementos culturales de interés.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	No se detectó elementos o sitios asociados a la historia, por lo cual todas las instalaciones de esta UP tienen valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Bajo	1	El 81% de las instalaciones ha sido calificado con valor bajo, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Todas las observaciones en esta UP tienen valoración bajo, por lo que se le asigna este valor.
	Conectividad C	Alto	5	El 89% de las observaciones tienen valor alto, ya que se cuenta con calles pavimentadas o en buen estado, por lo que se le asigna un valor alto a la UP.
Suma de valores		**20**		**Valor Paisajístico Bajo**

Los 27 sitios calificados en campo son instalaciones petroleras dando todos valor de bajo debido a que se encuentran dentro de la mancha urbana de Villa Cuichapa.

Se muestra evidencia fotográfica de sitios representativos de dicha UP.

UP 4. Iglesia católica en el centro de Villa Cuichapa

UP 4. Parque Benito Juárez.

Fotografía 37. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 4.

UP 4. Cancha de usos múltiples.

UP 4. Consultorio médico de PEMEX.

Fotografía 38. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 4.

Tabla 114. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 4.

Aspecto	Estético - Espacial	Ambiental	Social	Territorial	Suma
Valoración indirecta	5	6	6	7	**24**
Valoración directa	3	4	6	7	**20**

Unidad Paisajística 5.

La unidad paisajística 5 se ubica en la parte sur del CCP y colinda al norte con la UP 4 y con la UP-2, al suroeste con la UP-3.

Con una superficie de 821.00 ha., en su territorio están asentadas 18 instalaciones petroleras al norte del polígono, siendo la zona con menor número de instalaciones. Esta unidad paisajística es la que presenta una conformación topográfica de lomeríos muy suaves sobre todo en el centro geográfico de su superficie. En su recorrido hacia el lugar donde drena, el arroyo Nexmegata pasa por esta unidad, sin embargo, sus aguas desmerecen calidad. Posee vegetación de selva alta perennifolia, así como también selva alta perennifolia con vegetación secundaria y vegetación secundaria de selva, además de popal y vegetación de galería. Dentro de su polígono hay un área de plantación forestal ubicada en su lado oeste. De los recorridos de muestreo, se detectó la presencia de especies de fauna con categoría de protección. La Unidad paisajística 5 es la menos habitada, apenas 8 personas en 3 localidades (San Ignacio –o Los Nava, La Providencia y La Primavera).

En la siguiente figura se ilustra su conformación según el uso actual de su suelo.

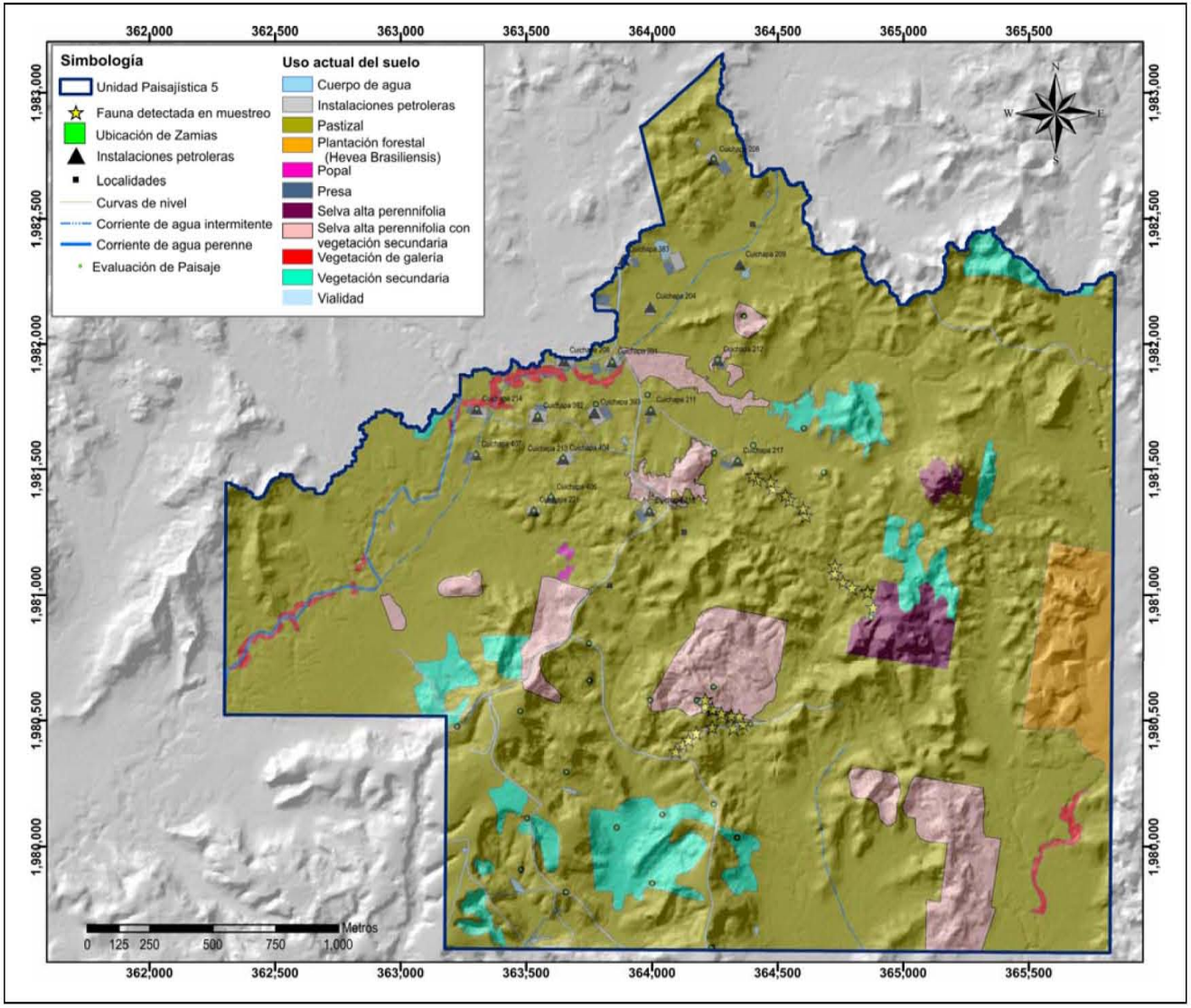


Figura 118. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 5.
Fuente: Autoría propia con información de INEGI y de imagen satelital.

Los elementos cartográficos existentes para esta zona, así como los resultados de campo, han permitido la realización del análisis del paisaje correspondiente a esta unidad paisajística a continuación se detallan los resultados.

Tabla 115. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 5.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Alto	5	La visibilidad de esta zona fue calificada con valor de alta debido a que la buena parte del territorio tiene topografía alta en sitios "estratégicos"; sus alturas llegan casi a 100 metros en la parte central de la UP, por lo que se facilita la visibilidad hacia toda la UP.
	Heterogeneidad H	Alto	5	Presenta un relieve de suaves lomeríos con elevaciones que van de los 10 a los 95 metros de altura por lo que se le da una valoración media.
	Singularidad S	Medio	3	A pesar de que por su territorio cruza del arroyo Nexmegata, a esta altura su cauce presenta alta contaminación. A través de los muestreos de fauna se detectaron 9 especies en categoría de protección, por lo que se le califica de medio su singularidad.
Ambiental	**Integridad In**	Medio	3	La superficie de vegetación original apenas alcanza el 15.1% de la UP, además de encontrarse con zonas de pastizales por lo que la integridad se califica como baja.
	Fragilidad F	Bajo	1	Como se observa en la figura, la superficie ocupada para la actividad pecuaria a través de los pastizales es muy notoria, por lo que la fragilidad se califica como baja.
	Resiliencia R	Bajo	1	El potencial de regeneración de la vegetación en esta UP, fue analizado con la información del INEGI en el tema de Uso de suelo y vegetación Serie 2 y Serie 5, a través de una tasa de cambio de la vegetación, presentando pérdida de vegetación de selva y ganancia de pastizal, por lo que la valoración para la UP es baja.
	Biodiversidad BD	Alto	5	Considerando la presencia de vegetación en más de 5 tipos (selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva, vegetación de galería y popal), además de la presencia de fauna con categoría, se le asigna una calificación de alta a la biodiversidad.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	No se presentan condiciones que den evidencia de diversidad cultural, por lo que se le califica con valor bajo.
	Identidad Id	Medio	3	Se observaron elementos culturales locales dentro de la UP por lo que se califica esta cualidad con valor medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Carece de elementos culturales de interés para la comunidad y sus visitantes, por lo que se le dio un valor bajo.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	En las localidades de esta UP no se encontraron elementos o sitios asociados ni siquiera a la historia local, por lo que se le asignó un valor bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	Puesto que el 78.9% de la superficie de la UP es de pastizales, es decir, la vocación de la zona es pecuaria, se le asigna un valor de medio a este atributo.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Debido a que no se encuentra contemplado dentro de algún instrumento de planificación oficial, la especialización funcional está valorada como bajo.
	Conectividad C	Bajo	1	En base al tipo de carretera de terracería y disponibilidad de transporte público, este aspecto se califica con valor bajo para esta unidad paisajística.
Suma de valores		34		Valor Paisajístico Medio

Este método indirecto aplica, también, los criterios de valoración establecidos en la metodología, siendo la suma de las calificaciones a los aspectos paisajísticos

evaluados en la unidad paisajística 5 de 34, por lo que se le califica con **Valor Paisajístico Medio.**

Además de esta valoración, el método directo realizado a través de los recorridos de campo, cuenta con la información captada en la visita a 42 sitios ubicados en esta unidad paisajística, a través del instrumento de captación formato F-SEA-007 Valoración del Paisaje, cuyos valores se resumen en la siguiente figura.

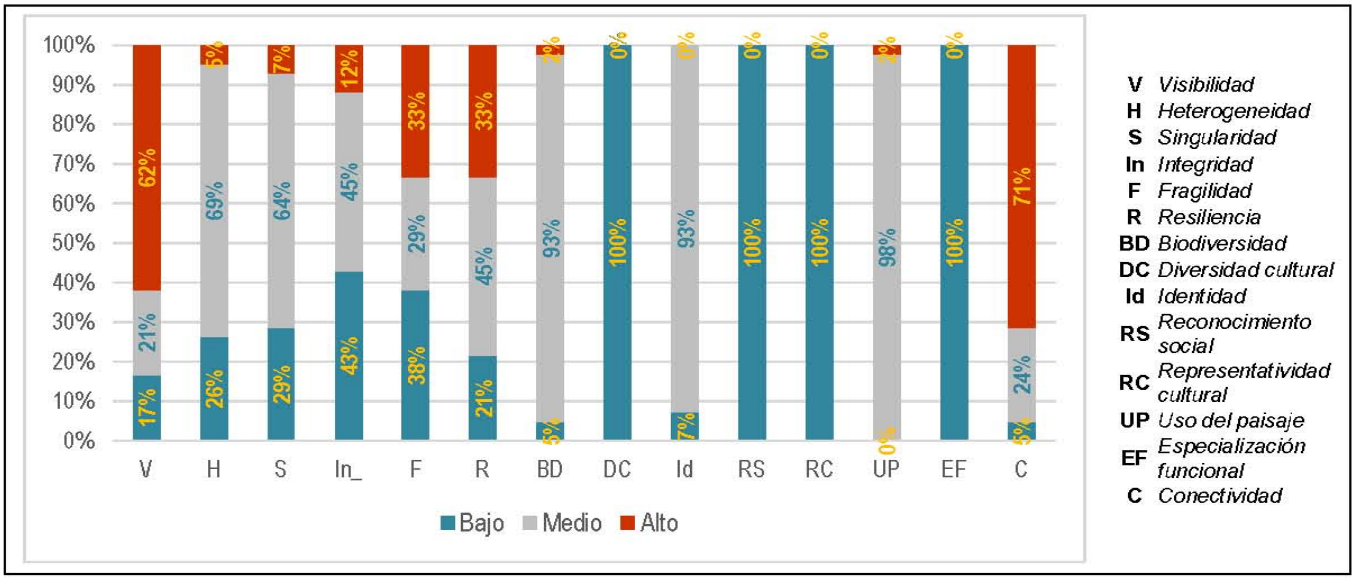


Figura 119. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y puntos de muestreo ubicados en la Unidad Paisajística 5.

La descripción de la gráfica anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 116. Valoración directa. Unidad Paisajística 5.

Cualidad		Valoración		Descripción
Estético - Espacial	**Visibilidad V**	Alto	5	Fue calificada como alto para en el 62% de los casos, por lo que toda la UP tiene asignado dicho valor.
	Heterogeneidad H	Medio	3	Se calificó de medio el 69% de los casos en la cualidad de heterogeneidad por lo que toda la UP tiene asignado el valor de medio.
	Singularidad S	Medio	3	En el 64% de los sitios la valoración fue bajo, por lo que se califica con este valor en singularidad a esta UP. Lo cual quiere decir que el paisaje en ella es característico, pero similar a otros de la región.
Ambiental	**Integridad In**	Medio	3	El 45% de las observaciones fueron calificadas con valor medio y 12% con alto, por lo que se le asigna el valor de medio en el tema de Integridad a esta unidad paisajística.
	Fragilidad F	Medio	3	El 29% de las observaciones fueron calificadas con valor de medio y 33% con valor alto, por lo que se le valora como media a la fragilidad en esta UP.

Cualidad		Valoración		Descripción
	Resiliencia R	Medio	3	El 45% de los sitios presentan crecimiento de vegetación y han sido valoradas de medio, por lo que la resiliencia se califica con valor de medio a toda la UP.
	Biodiversidad BD	Medio	3	El 93% de las instalaciones tiene valoración medio, por lo que se le asigna a toda la UP un valor de Medio en biodiversidad.
Social	**Diversidad cultural DC**	Bajo	1	Durante entrevistas con los lugareños, solo se detectó la estructura cultural típica de la zona, la cual tiene valor de Bajo en la matriz de apoyo para calificar el paisaje en campo, por lo que se le asigna este valor a toda la UP.
	Identidad Id	Medio	3	El 93% de las observaciones para esta UP tienen valor Medio.
	Reconocimiento social RS	Bajo	1	Las observaciones para todos los sitios de esta UP tienen valor Bajo, ya que en los recorridos en campo no se encontraron elementos culturales de interés.
	Representatividad cultural RC	Bajo	1	No se detectó elementos o sitios asociados a la historia, por lo cual todas las instalaciones de esta UP tienen valor Bajo.
Territorial	**Uso del paisaje UP**	Medio	3	El 98% de las instalaciones se encuentran en terrenos ganaderos, por lo que han sido calificados con valor Medio y se le asigna este valor a toda la UP.
	Especialización funcional EF	Bajo	1	Todas las observaciones en esta UP tienen valoración Bajo, por lo que se le asigna este valor.
	Conectividad C	Alto	5	El 71% de las observaciones tienen valor alto, por lo que se le asigna un valor alto a toda la UP.
Suma de valores		**28**		**Valor Paisajístico Bajo**

Los 42 sitios calificados en campo, 18 corresponden a instalaciones petroleras y 24 a puntos de muestreo. De los cuales 18 sitios fueron calificados con valor de bajo y únicamente 24 resultaron con valor de Medio.

Se muestra evidencia fotográfica de sitios representativos de dicha UP.

Zona en el sur de la UP5.

UP 5. Vista del cerro El Murciélago.

Fotografía 39. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 5.

UP 5. Ejemplar de *Zamia loddigesii*.

UP 5. Ejemplar de *Pteroglossus torquatus*, visto cerca del pozo Cuichapa 211.

Fotografía 40. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 5.

Tabla 117. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 5.

Aspecto	Estético - Espacial	Ambiental	Social	Territorial	Suma
Valoración indirecta	13	10	6	5	**34**
Valoración directa	11	12	6	9	**38**

8.1.8.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Tanto el método indirecto como el directo sumaron una calificación de valor Bajo para la Unidad Paisajística 1, encontrando que estéticamente no posee rasgos que denoten belleza singular, ambientalmente se trata de una zona impactada, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

Para a Unidad Paisajística 2, prácticamente ambos métodos dieron una calificación parecida, por lo que, dándole mayor peso a las observaciones de campo, se le califica como Bajo, definiéndola estéticamente con rasgos que expresan belleza, ambientalmente se trata de una zona con variedad de vegetación, aunque tiene cierto grado de impacto, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

En la Unidad Paisajística 3, ambos métodos dieron una calificación Baja, los cuales muestran una unidad que estéticamente no posee rasgos que expresen belleza singular, ambientalmente se trata de una zona impactada, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

En el caso de la Unidad Paisajística 4, los métodos empleados mostraron una calificación Baja, ubicándole estéticamente sin rasgos que evidenciarán singularidad, ambientalmente se trata de una zona muy impactada por la actividad antropogénica, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

En la Unidad Paisajística 5, la valoración tanto el método indirecto como el directo nos reflejaron un resultado Medio, denotando una unidad estéticamente con rasgos que revelan atractivo visual, ambientalmente se trata de una zona con variedad de vegetación, aunque tiene cierto grado de impacto, pero con espacios que son dedicados al cultivo forestal, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

8.1.9 Patrimonio arqueológico.

La red de zonas arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), señala que en el estado de Veracruz se ubican diez zonas arqueológicas; siendo estas, Castillo de Teayo, Cempoala, Cuajilote, Cuyuxquihui, El Tajín, Las Higueras, Quiahuiztlán, San Lorenzo Tenochtitlán, Tres Zapotes y Vega de la Peña; de las cuales ninguna de ellas se localiza dentro del CCP o en los municipios aledaños, aunque el municipio de Moloacán se encuentra inmerso en la zona nuclear de la civilización olmeca, considerándose el sur de Veracruz como una región olmeca. (INAH, 2016).

Cabe hacerse mención que, aunque las zonas arqueológicas existentes se encuentran retiradas del área de interés, el municipio de Moloacán se encuentra inmerso en la zona nuclear de la civilización olmeca, denominándose el sur de Veracruz como "Región Olmeca".

Los sitios arqueológicos con una mayor proximidad al CCP son: La Venta, ubicado en el municipio de Huimaguillo, Tabasco; seguido de San Lorenzo Tenochtitlán en el municipio de Texistepec. Ambas zonas comprenden la cultura Olmeca, y son consideradas unas de las primeras ciudades del México Antiguo. El escenario natural de La Venta ha sido modificado a través de los años, ya sea por los saqueos o por el descubrimiento de yacimientos petrolíferos cercanos; en la actualidad debido a la preocupación de la pérdida del patrimonio, la mayor parte de los hallazgos prehispánicos se encuentran en el Parque Museo La Venta, en Villahermosa para su conservación.

San Lorenzo Tenochtitlán es una zona que se encuentra actualmente escondida bajo la mancha urbana de la congregación con el mismo nombre; así mismo existe actualmente el saqueo de piezas por los pobladores quienes venden dichos artículos en el mercado negro (INAH, 2016).

Asimismo, el mapa interactivo de INEGI en el cual muestra las zonas arqueológicas presentes en la república mexicana, permitió observar que los sitios con importancia arqueológica más cercanos al área de estudio son El Azuzul en Texistepec, Veracruz y Malpasito en Huimanguillo, Tabasco. (INEGI, 2016).

El Azuzul tiene una aproximación al CCP de 58 km, se ubica a escasos kilómetros de la zona arqueológica de San Lorenzo Tenochtitlán en el complejo Loma del Zapote. Su denominación deriva del nombre del rancho en el que se encuentra, el sitio es perteneciente a la cultura Olmeca y se considera un centro ceremonial en donde posiblemente se encuentre una pirámide enterrada.

Malpasito se encuentra a 98 km aproximadamente del Campo, localizada al extremo sur de Huimanguillo; su nombre deriva del poblado ejidal Malpaso, y es un yacimiento prehispánico de la cultura zoque, se considera un lugar de gran importancia dentro del Valle de las Flores.

De manera complementaria de determinaron otras zonas arqueológicas que el INAH no contempla dentro de su red de zonas arqueológicas; esto a través del mapa que da a conocer el Museo de Antropología de Xalapa por medio de la Universidad Veracruzana, se localizaron los siguientes pertenecientes a la cultura olmeca: Los Soldados, municipio de Agua Dulce; Arroyo Pesquero, en Las Choapas y Potrero Nuevo, en Texistepec. (Universidad Veracruzana, 2016).

Mediante la inspección realizada en los recorridos de campo, se observó la inexistencia de zonas con importancia arqueológica dentro del campo; así mismo en

las entrevistas realizadas a los habitantes de las comunidades se les cuestionó sobre la presencia de vestigios arqueológicos, sin tener señalamiento alguno al respecto.

Pese a que el catálogo de zonas arqueológicas del INAH no incluye al municipio de Moloacán, algunas notas periodísticas de años recientes refieren que ha habido hallazgos de vestigios arqueológicos al sur del estado de Veracruz, los cuales han sido objeto de estudio de la institución (INAH); específicamente se han encontrado en la margen derecha del río Coatzacoalcos en el área donde se encuentra la construcción del túnel sumergido y el Complejo Etileno XXI.

La arqueóloga María de Lourdes Hernández Jiménez refirió a través de los medios periodísticos que son varias las zonas donde se han encontrado los objetos en la denominada microrregión de Coatzacoalcos-Agua Dulce-Moloacán-Nanchital-Las Choapas-Ixhuatlán (Ramírez V., E., 2012), que se encuentra limitada al norte por el Golfo de México, al este con el estado de Tabasco, al oeste por Cosoleacaque y Pajapan, y al sur con los municipios de Minatitlán, Uxpanapa y el estado de Oaxaca, sienta esta una microrregión determinada como un superficie de nuevos hallazgos arqueológicos.

Durante las actividades de acarreo de material de relleno del Peñón ubicado en el municipio de Moloacán, hacia la planta petroquímica Etileno XXI en Nanchital de Lázaro Cárdenas, se encontraron vestigios de un campo de pelota de la cultura Olmeca, en un predio situado a un kilómetro del poblado Santa Cecilia, en el km 19.5 de la carretera Coatzacoalcos - Villahermosa perteneciente al municipio de Moloacán (Hernández A., A., 2014).

Asimismo, un habitante de Moloacán presentó una vasija de barro y arcilla de la cultura Olmeca encontrada en un rancho ubicado en la salida de la cabecera municipal de Moloacán, en donde ya se han encontrado otro tipo de piezas prehispánicas que han sido estudiadas por el INAH y las cuales han salido a la luz en los últimos años por las actividades de excavación que fueron realizadas con motivo de los trabajos del proyecto Etileno XXI. Cabe mencionar que los trabajos de extracción de tierra fueron en ranchos ubicados en los municipios de Ixhuatlán del Sureste y Moloacán. (Enríquez, Gerardo, 2012).

El hallazgo del vestigio provocó que habitantes del municipio de Moloacán se dieran a la búsqueda de este tipo de objetos, principalmente en Villa Cuichapa y Moloacán. Al ubicarse en una zona rural con terrenos de grandes dimensiones, no se descarta la posibilidad de nuevos hallazgos arqueológicos que permitan el crecimiento cultural del lugar (Correa Q., E., 2012).

De igual forma durante la búsqueda de sísmica 3D en el sur del estado (Moloacán, Sayula de Alemán, Pajapan, Oteapan, Chinameca, Jesús Carranza y Uxpanapa), se encontraron piezas arqueológicas, por lo que el INAH está mapeando nuevos sitios como un subproducto proveniente de la actividad petrolera. (Presencia noticias, 2015).

8.1.9.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Si bien, el área del CCP se encuentra inmersa en la cultura Olmeca, las fuentes bibliográficas de instituciones como el INAH, el INEGI y la Universidad Veracruzana, mostraron que dentro del área no existen sitios arqueológicos mapeados. Sin embargo, considerando que en años recientes en el municipio de Moloacán se han encontrado evidencias arqueológicas durante la ejecución de proyectos petroleros y de otra índole, la posibilidad de nuevos hallazgos podría ser una realidad dentro del CCP.

8.2 Análisis e interpretación de los resultados de los estudios realizados.

8.2.1 Hidrología superficial y subterránea.

Durante los recorridos de campo realizados por personal de GBN-AS, se identificaron y localizaron diferentes corrientes y cuerpos de agua, como arroyos y presas, los cuales, debido a sus características y/o antecedentes se consideraron como factor importante en la determinación de la calidad del agua superficial en el CCP. Con respecto a la identificación de las presas, algunas de estas, presentaban ciertas características físicas como turbidez e iridiscencia, que es un fenómeno óptico que puede ser un indicador de la presencia de algún tipo de contaminante en el agua, por lo cual estos cuerpos de agua fueron considerados como sitios potencialmente contaminados (SPC).

De igual forma la identificación y localización de los pozos de extracción de agua subterránea se llevó a cabo durante los recorridos de campo, donde se ubicaron y seleccionaron los pozos que pudieran dar una pauta para determinar la calidad del agua subterránea en el CCP.

En esta sección se presentan la interpretación y los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los sitios muestreados tanto de agua superficial como subterránea. El estudio para los cuerpos de agua identificados como SPC se define en el Apartado 8.4 Registro y descripción de pasivos ambientales (daños preexistentes).

- **Puntos de muestreo para determinar la calidad del agua superficial.**

En las aguas superficiales el derrame o infiltración de hidrocarburos, así como la descarga de aguas residuales produce diminución del contenido de oxígeno, aporte de sólidos y de sustancias orgánicas e inorgánicas.

Con el objetivo de verificar el grado de contaminación de los cuerpos y corrientes de agua en el CCP se seleccionaron sitios de muestreo para determinar la calidad del agua. Estos sitios fueron definidos con la información de la hidrología superficial y los datos obtenidos en campo, en cuanto a aquellos sitios que pudieran ser afectados directa e indirectamente ya sea por las actividades petroleras y/o antropogénicas.

Las coordenadas geográficas de los sitios seleccionados para la toma de muestras se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 118. Localización geográfica de los sitios de muestreo de agua superficial.

No. de sitio	Sitio de muestreo	Coordenadas UTM	
		X	Y
SM1	Presa del almacén de Químicos (PEMEX-instalación abandonada)	366560.00	1986980.00
SM2	Arroyo cercano a la Laguna Mezcalapa	360311.00	1979411.00
SM3	Arroyo Nexmegata punto 1	365090.00	1984352.00
SM4	Arroyo Nexmegata punto 2	363026.00	1983150.00
SM5	Arroyo Tacalaxmacayas	363291.00	1987258.00
SM6	Arroyo Mosta	363212.00	1981661.00
SM7	Presa de pozo Cuichapa 219	362613.00	1982165.00
SM8	Presa del pozo Cuichapa 513 (quemador)	363755.00	1984517.00
SM9	Presa del pozo Cuichapa 508	363525.00	1985266.00

SMn: Sitio de muestreo número (1 - 9).

Los sitios seleccionados corresponden a las principales corrientes de agua localizadas en la zona, como los arroyos Mosta y Nexmegata, los cuales fungen como cuerpo receptor de aguas residuales generadas en la localidad de Villa Cuichapa. Además, se seleccionaron cuatro presas localizadas cerca de infraestructura e instalaciones asociadas a actividades petroleras. Para estas selecciones también se tomó en cuenta la información recaba mediante entrevistas con los habitantes de las localidades establecidas dentro del CCP.

Se consideró analizar también la calidad del agua en la laguna Mezcalapa, aunque no se encuentra dentro del CCP, es el cuerpo receptor de las corrientes de los arroyos Mosta y Nexmegata captadores de aguas residuales. Sin embargo, por cuestiones de seguridad física la muestra fue tomada a un kilómetro de la laguna Mezcalapa, en un arroyo donde previamente se unen las corrientes de los arroyos Nexmegata y Mosta.

Los muestreos a los cuerpos de agua superficiales se llevaron a cabo de acuerdo a los procedimientos establecidos en la norma NMX-AA-014-1980 y fueron realizados por personal del laboratorio Control Químico Novamann Internacional, S.A. de C.V., con acreditación EMA No. AG-219-041/12.

Fotografía 41. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa del almacén de químicos.

Fotografía 42. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo cercano a la Laguna Mezcalapa.

Fotografía 43. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Nexmegata punto 1.

Fotografía 44. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Nexmegata punto 2.

Fotografía 45. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Tacalaxmacayas.

Fotografía 46. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Mosta.

Fotografía 47. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa de pozo Cuichapa 219.

Fotografía 48. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa del pozo Cuichapa 513 (quemador).

Fotografía 49. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa del pozo Cuichapa 508.

Las pruebas de ensayo fueron realizadas por los siguientes laboratorios: Laboratorio SAS, S.A. de C.V., con acreditación EMA No. AG-256-029/11; Control Químico Novamann Internacional, acreditación EMA No. AG-219-041/12; y el Laboratorio Sistemas de Ingeniería Ambiental, S.A. de C.V., acreditación EMA No. AG-033-016/09. Los parámetros analizados fueron: pH, color, turbiedad, grasas y aceites, solidos suspendidos, solidos disueltos, conductividad eléctrica, dureza total, nitritos, nitratos, fosfatos, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes, hidrocarburos fracción media y fracción pesada. Adicionalmente, debido a la cercanía con zonas de cultivo se realizó el análisis para determinar la presencia de plaguicidas y herbicidas en los arroyos Nexmegata, Mosta, Tacalaxmacayas y la presa del pozo Cuichapa 219.

Tabla 119. Parámetros analizados y normas de referencia.

Parámetro	Unidad	Norma de referencia (Método de prueba)
Cloruros	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Coliformes fecales	NMP/100ml	NMX-AA-042-SCFI-2015
Coliformes totales	NMP/100ml	NMX-AA-042-SCFI-2015
Color	Pt/Co	NMX-AA-045-SCFI-2001
Conductividad eléctrica	mS/m	NMX-AA-093-SCFI-2000
Demanda bioquímica de oxigeno (DBO5)	mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2001
Dureza total	mg/L	NMX-AA-072-SCFI-2001
Fósforo	mg/L	EPA-6010C-2007
Grasas y aceites	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2013
Hidrocarburos fracción media	mg/L	EPA-8015D-2003

Parámetro	Unidad	Norma de referencia (Método de prueba)
Hidrocarburos fracción pesada (Material extraíble en Hexano)	mg/L	EPA1664A 1999
Nitratos	mg/L	NMX-AA-079-SCFI-2001
Nitritos	mg/L	NMX-AA-099-SCFI-2006
Oxígeno disuelto	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
pH	UpH	NMX-AA-008-SCFI-2011
Detergentes (sustancia activa al azul de metileno SAAM)	mg/L	NMX-AA-039-SCFI-2001
Solidos disueltos	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015
Solidos suspendidos	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015
Turbiedad	UNT	NMX-AA-038-SCFI-2001
Plaguicidas *	µg/L	EPA-8081B-2007
Herbicidas *	µg/L	EPA-8321B-2007

*Solo para los arroyos Mosta, Nexmegata, Tacalaxmacayas y presa del pozo Cuichapa 219.

- **Análisis fisicoquímico y microbiológico para aguas superficiales.**

En la evaluación de la calidad del agua superficial en el CCP se consideró además de la normatividad correspondiente, los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros realizados a los cuerpos de agua superficiales, así como el Límite Máximo Permisible (LMP), establecido en la norma correspondiente.

Tabla 120. Resultados de los análisis de agua superficial. Campo Cuichapa Poniente.

Parámetro	Unidad	LMP	Norma de Referencia	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8	SM9
Cloruros	mg/L	250	CE-CCA-001-89	14	8	9	11	20	8	< 5	< 5	< 5
Coliformes fecales	NMP/100ml	1,000	CE-CCA-001-89	430	**11 000**	**> 24 000**	750	**1 500**	**> 24 000**	**2 400**	**> 24 000**	**2 400**
Coliformes totales	NMP/100ml	1,000	CE-CCA-001-89	750	**> 24 000**	**> 24 000**	**1 200**	**2 100**	**> 24 000**	**11 000**	**> 24 000**	**4 600**
Color	(Pt/Co)	75	CE-CCA-001-89	35	40	20	50	60	50	50	20	50
Conductividad eléctrica	mS/m	1,000	CE-CCA-001-89	17.2	14.5	16.8	21.3	15.4	23.7	15.3	20.3	19.3
DBO5	mg/L	150	NOM 001	5.89	4.63	4.06	7.59	3.06	< 2	< 2	6.89	< 2
Dureza total	mg/L	500	NOM 127	104	77	100	103	48	51	29	103	26
Fósforo	mg/L	30	NOM 001	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Grasas y aceites	mg/L	AUSENTE	CE-CCA-001-89	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Hidrocarburos fracción media	mg/L	15	NOM 143	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75
Material extraíble en Hexano (Hidrocarburos fracción pesada)	mg/L	15	NOM 143	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Nitratos	mg/L	10	NOM 127	0.5975	1.9682	1.1443	0.9083	1.34	1.2636	0.7381	2.1423	< 0.442
Nitritos	mg/L	1	NOM 127	0.0373	0.224	0.1066	0.1558	0.078	0.2843	0.0521	0.1633	< 0.0328
Oxígeno disuelto	mg/L	> 4	CE-CCA-001-89	**3.72**	4.66	5.1	**3.2**	**3.92**	**3.04**	4	5.2	4.9
pH	UpH	5-9	CE-CCA-001-89	6.23	6.51	6.84	6.98	6.48	6.85	6.48	6.89	6.45
S.A.A.M. (Detergentes)	mg/L	0.5	NOM 127	0.248	0.1175	0.307	**0.7212**	0.2	**0.505**	0.113	0.132	0.156
Sólidos disueltos	mg/L	500	CE-CCA-001-89	110	106	88	127	138	95	29	71	93
Sólidos suspendidos	mg/L	500	CE-CCA-001-89	62	27	46	22	75	35	13	25	< 10
Turbiedad	UNT	5	NOM 127	**34**	**38**	**75**	**32**	**85**	**32**	**34**	**30**	**16**

Parámetro con límite máximo permisible excedido de acuerdo a la norma de referencia

LMP: Límite Máximo Permisible.
CE-CCA-89: Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua publicado en el DOF el 13 de diciembre de 1989.
NOM 127: NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
NOM 001: NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Los resultados obtenidos indican un alto contenido de coliformes fecales y totales en las presas de los pozos Cuichapa 219, Cuichapa 513 y Cuichapa 508 así como en los arroyos Nexmegata, Mosta, Tacalaxmacayas y el arroyo cercano a la laguna Mezcalapa; superando por mucho el LMP establecido en la normatividad vigente, y confirmando el hecho de que los arroyos Mosta y Nexmegata fungen como cuerpos receptores de aguas residuales.

En la presa del almacén de químicos, así como en los arroyos Nexmegata y Mosta los valores de oxígeno disuelto se encontraron ligeramente por debajo del valor establecido como mínimo para que se puede soportar la vida acuática. Valores muy bajos de oxígeno disuelto pueden provocar formación de sulfuro de hidrogeno causante del mal olor, característica presentada ligeramente en algunas partes de los arroyos ya mencionados.

En la determinación de los detergentes (S.A.A.M), tanto los arroyos Mosta como Nexmegata presentaron valores por encima del LMP, atribuyendo esta característica a las descargas de agua de usos municipales. Con respecto a la turbiedad, todas las muestras se encontraron muy por encima de los LMP establecidos en la normatividad aplicable, lo cual indica la pobre transparencia y opacidad en el agua superficial en el CCP. En el caso de grasas y aceites, todas las muestras presentaron un valor < 5 mg/L, que es el mínimo detectable por el laboratorio, por lo tanto, no se puede afirmar que todas muestras estén completamente libres de este contaminante.

Los resultados de laboratorio correspondientes a la determinación de plaguicidas y herbicidas, se presenta a continuación.

Tabla 121. Resultados de los análisis de agua superficial para determinar presencia de plaguicidas y herbicidas.

Parámetro	Unidad	LMP	Norma de Referencia	SM4	SM5	SM6	SM7
Plaguicidas	--	--	--	--	--	--	--
Aldrín	µg/L	0.03	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Clordano	µg/L	0.2	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
DDT (total de isomero	µg/L	1	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Dieldrín	µg/L	0.03	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Epóxido de Heptacloro	µg/L	0.03	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Gamma-HCH (Líndano)	µg/L	2	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Heptacloro	µg/L	0.03	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Hexaclorobenceno	µg/L	1	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Metoxicloro	µg/L	20	NOM 127	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Herbicidas	--	--	--	--	--	--	--
2,4-D	µg/L	30	NOM 127	< 10	< 10	< 10	< 10

LMP: Límite Máximo Permisible.
NOM 127: NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

De acuerdo a los resultados del laboratorio en la determinación de plaguicidas y herbicidas, ninguna de las muestras rebasó el LMP, en cambio, registraron el mínimo valor detectado por el laboratorio, lo que indica que en el CCP no se tiene problemas de contaminación del agua atribuida al uso de sustancias químicas utilizadas en la agricultura.

- **Puntos de muestreo para determinar la calidad del agua subterránea.**

La contaminación de las aguas subterráneas es un grave problema ambiental que difícilmente es remediable. La ubicación del agua en el subsuelo la mantiene protegida de la contaminación inmediata, sin embargo, una vez que esta ha ocurrido es muy costoso y laborioso lograr su limpieza. Los compuestos orgánicos como los disolventes industriales y los hidrocarburos aromáticos derivados del petróleo son los más comúnmente encontrados en aguas subterráneas.

Con el objetivo de analizar la calidad del agua subterránea en el CCP, se seleccionaron sitios de muestreo para determinar el grado de contaminación en el agua subterránea de la zona. La selección consistió en la identificación de los pozos de captación de agua tanto de particulares como de los pertenecientes a la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS).

Las coordenadas geográficas de los sitios seleccionados para determinar la calidad del agua subterránea en el CCP se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 122. Localización geográfica de los sitios de muestreo de agua subterránea.

No. de sitio	Sitio de muestreo	Propiedad	Coordenadas UTM	
			X	Y
SM1s	Pozo Sra. Enereyda	Particular	366637.00	1986088.00
SM2s	Pozo 3D	JMAS	363676.00	1983007.00
SM3s	Pozos 3A2	JMAS	364852.00	1983956.00
SM4s	Pozo 3C	JMAS	365078.00	1984292.00
SM5s	Pozo 3E	JMAS	363809.00	1982582.00
SM6s	Pozo San Lorenzo Mezcalapa	JMAS	362458.00	1983638.00
SM7s	Pozo Tacomango	Particular	361374.00	1983391.00
SM8s	Pozo cercano al basurero	Particular	363369.00	1981350.00
SM9s	Pozo artesiano del pozo Cuichapa 187	Particular	362968.00	1983476.00
SM10s	Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190	Particular	363326.00	1983019.00

SM(n)s: Sitio de muestreo subterráneo número (1 - 10)

Los sitios seleccionados corresponden a aquellos que pudieran ser afectados por la infraestructura petrolera o antropogénica como el pozo localizado cercano al basurero.

Un factor importante para la selección de los sitios de muestreo fueron las entrevistas realizadas a los habitantes de las localidades ubicadas dentro del CCP, ya que, se

localizaron y ubicaron pozos que de acuerdo a los habitantes han presentado algún indicio de posible contaminación.

Los muestreos al cuerpo de agua subterráneos se llevaron a cabo de acuerdo a los procedimientos establecidos en la normatividad oficial mexicana y fueron realizados por personal del laboratorio Control Químico Novamann Internacional, S.A. de C.V., con acreditación EMA No. AG-219-041/12.

Fotografía 50. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo Sra. Enereyda.

Fotografía 51. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo 3D.

Fotografía 52. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozos 3A2.

Fotografía 53. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo 3C.

Fotografía 54. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo 3E.

Fotografía 55. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo San Lorenzo Mezcalapa.

Fotografía 56. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo Tacomango.

Fotografía 57. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo cercano al basurero.

Fotografía 58. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 187.

Fotografía 59. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190.

Inicialmente se había considerado analizar el pozo de captación No. 6 propiedad de PEMEX, sin embargo, durante los días programados para el muestreo este se encontraba fuera de operación debido a labores de mantenimiento, por lo cual se determinó analizar al pozo 3D propiedad de la JMAS.

Las pruebas de ensayo estuvieron a cargo de los laboratorios: Laboratorio SAS, S.A. de C.V., con acreditación EMA No. AG-256-029/11; Control Químico Novamann

Internacional, acreditación EMA No. AG-219-041/12; y Sistemas de Ingeniería Ambiental, S.A. de C.V., acreditación EMA No. AG-033-016/09. Los parámetros analizados corresponden los mismos realizados para los cuerpos de agua superficial (ver Tabla Parámetros analizados y normas de referencia).

- **Análisis fisicoquímico y microbiológico para aguas subterráneas.**

Los procedimientos y evaluación de la calidad del agua subterránea tomaron en cuenta la normatividad aplicable descrita en el Apartado 7.7 Hidrología superficial y subterránea. Los resultados de los parámetros analizados por los laboratorios acreditados para evaluar la calidad del agua subterránea en el CCP se presentan a continuación.

Tabla 123. Resultados de los análisis de agua subterránea. Campo Cuichapa Poniente.

Parámetro	Unidad	LMP	Norma de Referencia	SM1s	SM2s	SM3s	SM4s	SM5s	SM6s	SM7s	SM8s	SM9s	SM10s
Cloruros	mg/L	250	NOM 127	8	14	8	14	14	16	13	5	10	10
Coliformes fecales	NMP/100ml	AUSENCIA	NOM 127	**> 24 000**	**150**	**2 400**	**> 24 000**	**750**	**> 24 000**	**> 24 000**	**11 000**	**230**	**2 400**
Coliformes totales	NMP/100ml	AUSENCIA	NOM 127	**> 24 000**	**210**	**4 600**	**> 24 000**	**1 500**	**> 24 000**	**> 24 000**	**11 000**	**930**	**4 600**
Color	Pt/Co	20	NOM 127	< 5	10	< 5	5	**50**	5	< 5	5	8	5
Conductividad eléctrica	mS/m	1000	CE-CCA-001-89	15.1	35.6	41.4	44.7	26.8	34.8	40.6	22.9	38.4	10.2
DBO5	mg/L	150	NOM 001	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Dureza total	mg/L	500	NOM 127	80	64	215	196	71	57	188	15	188	31
Fósforo	mg/L	30	NOM 001	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Grasas y aceites	mg/L	AUSENTE	CE-CCA-001-89	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Hidrocarburos fracción media	mg/L	15	NOM 143	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75	< 0.75
Material extraíble en Hexano (Hidrocarburos fracción pesada)	mg/L	15	NOM 143	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Nitratos	mg/L	10	NOM 127	0.6254	< 0.442	< 0.442	< 0.442	< 0.442	1.2778	0.8605	0.7761	1.4674	6.1561
Nitritos	mg/L	1	NOM 127	< 0.0328	< 0.0328	< 0.0328	0.0387	< 0.0328	0.2601	< 0.0328	< 0.0328	< 0.0328	< 0.0328
Oxígeno disuelto	mg/L	> 4	CE-CCA-001-89	4.46	4.5	4.62	5.22	5.38	**3.14**	**3.32**	4.18	**3.58**	4.08
pH	UpH	6.5 - 8.5	NOM 127	**6.23**	7.12	7.14	**6.38**	**6.47**	**6.41**	6.68	**6.26**	**6.44**	**6.45**
S.A.A.M. (Detergentes)	mg/L	0.5	NOM 127	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.109	0.1183	0.121	< 0.1	0.1073	0.1	0.195
Sólidos disueltos	mg/L	1000	NOM 127	103	305	310	270	189	242	276	58	250	72
Sólidos suspendidos	mg/L	500	CE-CCA-001-89	< 10	25	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Turbiedad	UNT	5	NOM 127	3.7	**37**	**11**	**13**	**30**	**7.1**	3.8	1.3	3.3	5

Parámetro con limite máximo permisible excedido de acuerdo a la norma de referencia

LMP: Límite Máximo Permisible.
CE-CCA-89: Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua publicado en el DOF el 13 de diciembre de 1989.
NOM 127: NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
NOM 001: NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Los resultados del laboratorio indican para todas las muestras, un alto valor de coliformes tanto fecales como totales, excediendo en gran medida el LMP, considerado como ausencia de estos. En cuanto al color, este sobrepasó los valores normados en el pozo 3E propiedad de JMAS, de igual forma el pH se encuentra ligeramente por debajo del LMP, dando al agua una condición levemente acida.

Valores bajos de oxígeno disuelto se registraron en los pozos de San Lorenzo Mezcalapa, Tacomago y el pozo artesiano cercano al pozo Cuichapa 187. Estos valores bajos se pueden deber a que las bacterias aerobias como los coliformes fecales requieren oxígeno para sobrevivir y por lo tanto consumen el oxígeno contenido en el agua disminuyendo así su concentración.

De igual forma se presentan problemas de turbidez en los pozos 3A2, 3C, 3D, 3E y el pozo de San Lorenzo Mezcalapa todos ellos pertenecientes a la JMAS, lo que puede sugerir la presencia de coloides.

Los resultados muestran un serio problema de contaminación por coliformes en todos los pozos analizados, considerando que el agua extraída de estos pozos se utiliza para uso humano, esta debe estar libre de microorganismos de este tipo.

La causa probable de la presencia del alto número de coliformes en el agua subterránea se debe principalmente a las características del terreno y la cercanía con fuentes de contaminación antropogénica como fosas sépticas y letrinas muy comunes en las zonas rurales debido a la falta de drenaje.

Para detectar las posibles causas de contaminación se recorrió la periferia de los pozos muestreados encontrándose lo siguiente.

Localización del pozo San Lorenzo Mezcalapa.

Zona baja cercana al pozo.

Se localiza al NO de la comunidad de San Lorenzo Mezcalapa, abastece la región de la misma población, las viviendas cuentan con tubería y red hidrosanitaria, sin embargo, las casas de la periferia canalizan sus descargas hacia un predio en zona baja ubicada a menos de 100 m del pozo.

Fotografía 60. Observaciones de los pozos muestreados. San Lorenzo Mezcalapa.

Pozo Tacomango.

Escurridero de agua.

Se localiza dentro de un predio particular y abastece las necesidades de la familia. Aproximadamente a 70m del pozo se encontró sobre una pendiente la construcción de una fosa séptica, la cual refiere la familia solo tiene fondo de arena, por lo que el agua residual es infiltrada hacia el subsuelo, existe además escurridero de aguas grises.

Fotografía 61. Observaciones de los pozos muestreados. Taconmango.

Pozo artesiano C-187.

Restos de sanitario.

Se localiza en un predio particular a 59 m al S del pozo Cuichapa 187 en la comunidad de San Lorenzo Mezcalapa, el pozo de agua se encuentra en zona baja con caída a desnivel y con evidente impacto por descarga de agua residual por parte de la comunidad mencionada, se observó además resto de sanitario cercano al pozo.

Fotografía 62. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 187.

Pozo 3E.

Pequeño tiradero cercano al pozo.

Se localiza al SE de Villa Cuichapa en la margen de la zona urbana, al E del pozo, en una elevación pronunciada se encuentra una vivienda en cuyo patio se encuentran residuos, producto de la pepena del basurero municipal, lo que confiere a un pequeño tiradero donde se perciben olores de descomposición.

Fotografía 63. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3E.

Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190.

Conexión de sanitario con fosa.

Se localiza al SO de la comunidad de Villa Cuichapa, abastece a una familia que utilizan el agua para consumo humano, cuentan con sanitario conectado a una fosa séptica localizada a 32 m del pozo. Cabe mencionar que el pozo de extracción de agua se ubica a una zona baja.

Fotografía 64. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190.

Pozo cercano al basurero.

Fosa séptica.

Se localiza al S del poblado de Villa Cuichapa a 280 m del basurero municipal, abastece a una familia, la cual cuenta con fosa séptica tradicional de fondo de arena. Cabe mencionar que el pozo de extracción de agua se encuentra a 15msnm, mientras que el basurero se encuentra sobre la pendiente a 26msnm.

Fotografía 65. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo cercano al basurero.

Pozo 3C.

Descargas de residuos sanitarios.

Se localiza a NE de Villa Cuichapa, abastece a las viviendas contiguas a la zona urbana; cercano al pozo se encuentran descargas directas de residuos sanitarios de las viviendas.

Fotografía 66. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3C.

Pozo 3A2.

Se localiza al NE de Villa Cuichapa, abastece a las viviendas contiguas, no se aprecian fuentes de contaminación como letrinas y fosas sépticas por lo que la contaminación es este pozo puede ser producto lo que residuos infiltrados en otras zonas.

Fotografía 67. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3A2.

Escurrimientos cercanos al pozo.

Se localiza al NE de Villa Cuichapa, a la orilla de un lomerío con escurrimiento natural. A 130 m se localiza una vivienda, la cual dadas las características de la zona debe contar con su fosa séptica.

Fotografía 68. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo Sra. Enereyda.

Pozo 3D.

Se localiza al SO de Villa Cuichapa, contigua a la anterior instalación de la Batería Cuichapa 3. Se localiza a 60 m del panteón municipal.

Fotografía 69. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3D.

Se presenta anexo el reporte analítico, cadena de custodia y hoja de campo de los cuerpos de agua analizados en el CCP, así como la Acreditación ante la EMA de cada laboratorio.

Anexo 28. Reporte analítico, cadena de custodia, hoja de campo de los cuerpos de agua y acreditación del laboratorio ante la EMA.

A continuación, se señalan los sitios muestreados y la infraestructura e instalaciones asociadas a las actividades petroleras.

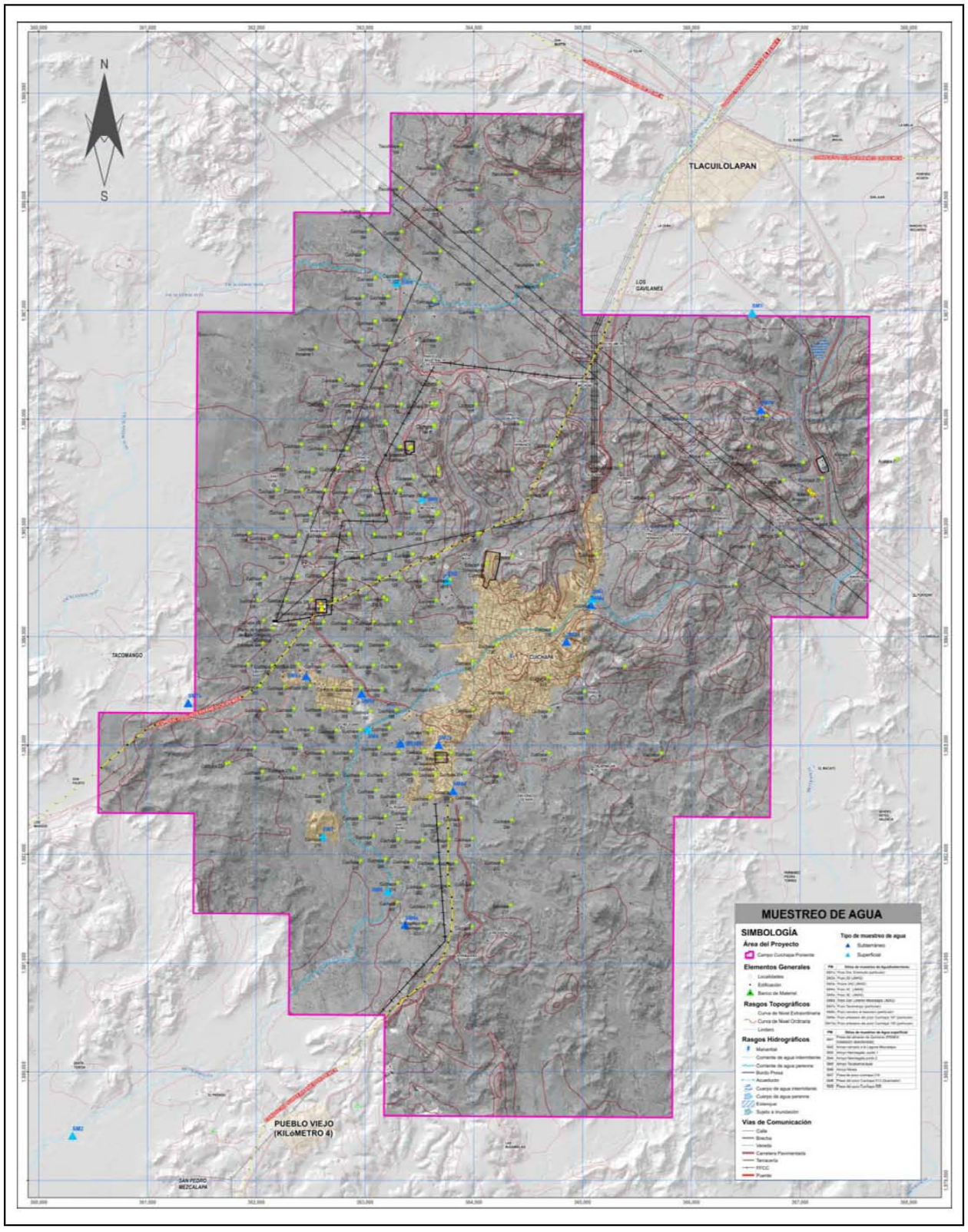


Figura 120. Localización de los sitios muestreados. Hidrología superficial y subterránea. Campo Cuichapa Poniente.

8.2.2 Calidad del aire.

La calidad del aire es un tema importante para la salud, la economía y el medio ambiente, por lo que el gobierno federal es el responsable de establecer los estándares para la protección de la salud pública y vigilar su cumplimiento.

- **Sitios de monitoreo para determinar la calidad del aire.**

Para conocer la calidad del aire presente en el CCP se identificaron y localizaron las fuentes fijas de contaminantes atmosféricos que pueden afectar la calidad del aire en la zona. La identificación se llevó a cabo con la información emitida por el RETC, el cual enlista entre otras, las fuentes fijas registradas por la industria petrolera. Adicionalmente se consideraron las fuentes fijas identificadas durante los recorridos de campo. Por lo tanto, en la selección de los sitos para el monitoreo de la calidad del aire se incluye la infraestructura petrolera, así como instalaciones de servicio público como el basurero municipal.

A continuación, se presentan los sitios de monitoreo para determinar la calidad del aire, así como su localización geográfica.

Tabla 124. Localización geográfica de los sitios de monitoreo. Campo Cuichapa Poniente.

No. de sitio	Sitio de monitoreo	Coordenadas UTM	
		X	Y
S1	Estación Compresoras Cuichapa	364,116.00	1,984,666.00
S2	Quemador Estación Compresoras	363,889.00	1,984,660.00
S3	Batería de Separación Cuichapa 2	362,633.00	1,984,259.00
S4	Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa	362,189.00	1,984,103.00
S5	Cercano al basureo municipal de la localidad de Villa Cuichapa	363,390.00	1,981,385.00

La calidad del aire se determina en función del tipo y concentración de los diferentes contaminantes gaseosos, aerosoles y materiales particulados presentes en la atmósfera.

La evaluación de la calidad del aire en el CCP consistió en analizar la presencia de gases atmosféricos contaminantes como: bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), hidrocarburos totales de petróleo (HTP), hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP), oxido de carbono (CO) y partículas suspendidas totales (PST). Para el monitoreo, se emplean dos tipos de normas; las normas de salud ambiental que establecer los límites permisibles y las normas técnicas que definen los métodos de medición de los contaminantes.

Las normas técnicas y en materia de salud para cada contaminante se presentan a continuación.

Tabla 125. Normatividad en materia de calidad del aire.

Contaminantes	Normas técnicas y/o método de referencia	Norma de salud
Bióxido de Azufre (SO_2)	NOM-038-SEMARNAT-1993	NOM-022-SSA1-2010
Bióxido de Nitrógeno (NO_2)	NOM-037-SEMARNAT-1993	NOM-023-SSA1-1993
Ozono (O_3)	NOM-036-SEMARNAT-1993	NOM-020-SSA1-2014
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-034-SEMARNAT-1993	NOM-021-SSA1-1993
Partículas Suspendidas Totales (PST)	NOM-035-SEMARNAT-1993	NOM-025-SSA1-2014 (derogada)
Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP)	EPA-Method 25A	ATSDR / OSHA
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	NIOSH 5506	ATSDR / OSHA

El monitoreo para la determinación de la calidad del aire en el CCP se llevó a cabo por personal del laboratorio Tecnología Ambiental Integral con acreditación EMA No. FF-050-010/10. Los métodos de medición empleados para la determinación de la concentración de los contaminantes en el aire se llevaron a cabo de acuerdo a la normatividad aplicable para cada contaminante.

Fotografía 70. Monitoreo calidad del aire. Estación Compresoras Cuichapa.

Fotografía 71. Monitoreo calidad del aire. Quemador Estación Compresoras.

Fotografía 72. Monitoreo calidad del aire. Batería de Separación Cuichapa 2.

Fotografía 73. Monitoreo calidad del aire. Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa.

Fotografía 74. Monitoreo calidad del aire. Sitio cercano al basurero municipal de la localidad de Villa Cuichapa.

Un elemento importante para la ubicación de los equipos de monitoreo fue la disponibilidad de energía eléctrica, por lo que, la ubicación del equipo estuvo delimitada por el acceso a la electricidad y la seguridad del equipo de medición. Como fue el caso del basurero y el quemador de la estación compresoras, en donde el equipo se localizó a una determinada distancia de estos, pero considerando además la dirección de los vientos para un mejor análisis.

Los resultados de los parámetros monitoreados se presentan a continuación.

Tabla 126. Resultados de los monitoreo de calidad del aire. Campo Cuichapa Poniente.

Parámetro	Unidad	LMP	Norma de Referencia/ Documento	S1	S2	S3	S4	S5
SO_2	ppm	0.11*	NOM-022-SSA1	0.0208	0.0074	0.0054	0.0005	0.0010
NO_2	ppm	0.21**	NOM-023-SSA1	0.0040	0.0004	0.0035	0.0035	0.0198
O_3	ppm	0.095**	NOM-020-SSA1	0.0412	0.0001	0.0045	0.0109	0.0002
CO	µg/m^3	11.00***	NOM-021-SSA1	0.0248	0.0054	0.0032	0.0017	0.0128
PST	µg/m^3	210*	NOM-025-SSA1 derogado	16	19	6	9	20
HTP	ppm	500*	ATSDR/OSHA	0.0201	0.0002	0.0040	0.0003	0.0001
HAP:	mg/m^3	**0.2**	ATSDR/OSHA	___	___	___	___	___
Benz (a) antraceno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo (b) fluoranteno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo (k) fluoranteno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo (a) pireno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo (e) pireno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Divenz (a,h) antraceno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Indenol (1,2,3-cd) pireno	mg/m^3	___	___	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

* Promedio 24 horas ** Promedio 1 hora *** Promedio 8 horas
LMP: Límite Máximo Permisible
NOM-020-SSA1: NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
NOM-021-SSA1: NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
NOM-022-SSA1: NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
NOM-023-SSA1: NOM-023-SSA11993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
NOM-025-SSA1: NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores a 10 micrómetros PM10 y partículas menores de 2.5 micrómetros PM2.5 de la calidad del aire ambiente.
ATSDR / OSHA: Agencia para Sustancias Toxicas y el Registro de Enfermedades, Departamento de Salud y Servicio Humanos de EE.UU., Servicio de Salud Pública.

De acuerdo a los resultados del monitoreo para determinar la calidad de aire en el CCP, el ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO_2) y bióxido de nitrógeno (NO_2) no rebasan el límite máximo permisible indicado en la normatividad mexicana en materia de salud, en ninguno de los puntos analizados.

Entre los parámetros estipulados en la GLBA para la determinación de la calidad del aire, se encuentran las partículas suspendidas totales (PST), dicho parámetro fue analizado, aun cuando la norma en materia de salud (NOM-025-SSA1-1993) ya se

encuentra derogada, por lo cual, para tener una referencia respecto a la concentración de este parámetro se consideró el LMP establecido en esta norma aun y cuando ya no es vigente. Las concentraciones de PST en los 5 puntos de monitoreo no rebasaron el límite establecido en la norma antes mencionada, por lo que este parámetro no representa un problema para la calidad del aire en el CCP.

Actualmente no se cuenta con una norma mexicana en materia de salud que establezca un límite de concentración en el aire para los hidrocarburos totales del petróleo (HTP) por lo que se consideró información de la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., y de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), quienes establecen un límite de exposición de 500 ppm de destilados del petróleo en una jornada de 8 horas diarias. Los resultados de los 5 puntos de muestreo no sobrepasan este límite, por el contrario, las concentraciones detectadas fueron mínimas.

Mismo caso sucede para los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), para los cuales tampoco existe una legislación mexicana en materia de salud que especifique un límite máximo de exposición. Por lo consiguiente se consideraron los mismos organismos antes mencionados (ATSDR y OSHA). En este caso la OSHA solo establece un límite de exposición total para HAP´s de 0.2 mg/m^3, y no una concentración unitaria por compuesto, como se reporta en los resultados de laboratorio. Por lo que se consideró este límite de 0.2 mg/m^3 para todos los compuestos asociados a los HAP, aun así, los resultados de los muestreos no rebasan este límite en ninguno de los puntos monitoreados, por el contrario, la concentración registrada es la mínima detectada por el equipo de laboratorio. Por lo que se descartan altas concentraciones de HAP que pudieran dañar la salud, dado que estos compuestos son altamente cancerígenos.

Anexo 29. Reporte de los resultados del monitoreo de la calidad del aire y acreditación del laboratorio ante la EMA.

Se presenta a continuación los sitios muestreados y la infraestructura e instalaciones asociadas a las actividades petroleras.

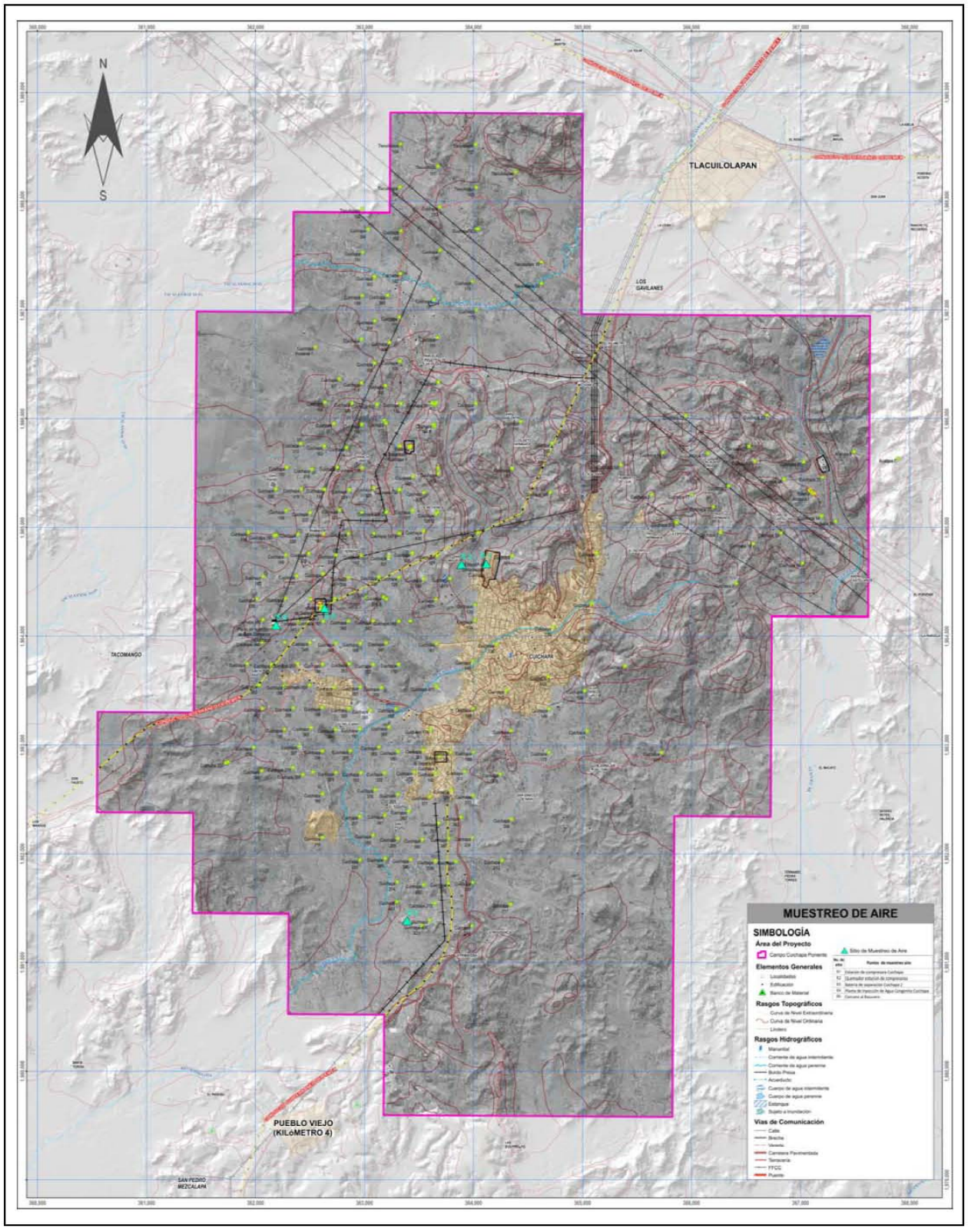


Figura 121. Localización de sitios muestreados. Calidad del aire. Campo Cuichapa Poniente.

8.3 Registro y descripción de daños ambientales.

La Real Academia de la lengua define el medio ambiente como: "Elemento en que vive o se mueve una persona, animal o cosa"; y también como: "conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas y a los seres vivos".

El medio ambiente es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan entre sí con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia. El concepto implica directa e íntimamente al hombre ya que se concibe, no solo como aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo.

Bajo el nombre de *factores ambientales*, se engloban los diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta. Son el soporte de la actividad humana. Son susceptibles de ser modificados por la actividad del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suelen ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y entonces ser fácilmente soportables (Conesa, 2013).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes, pertenecen a los siguientes componentes ambientales:

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Como parte del estudio de LBA, se identificaron los componentes y factores con una afectación significativa (impacto ambiental), resultado de las obras o actividades desarrolladas en el pasado y presente, principalmente por actividades de la industria del petróleo y gas. Para lograrlo, fueron necesarias las siguientes herramientas:

- Sistema de Información geográfica. Se utilizó para generar mapas de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema se consiguió ubicar algunas de las obras/actividades, pero principalmente, permitió evidenciar la ocupación de los impactos.
- Matrices de interacción. Consistieron en cuadros de doble entrada en una de las cuales se dispusieron las acciones causantes de efectos negativos y en la otra, los elementos o factores ambientales receptores de los mismos. La importancia de las matrices radica en que permiten la valoración de los impactos de manera cualitativa, esto con la determinación de índices de incidencia y la jerarquización de los mismos.

- Participación de expertos (grupo multidisciplinario). En definitiva, el registro, la valoración y descripción de un daño ambiental precisan de conocimientos específicos de los elementos estudiados y la legislación que los regula, es por ello que en el presente estudio fue fundamental la participación de especialistas de diversas disciplinas quienes aplicaron distintas técnicas al tratar los temas involucrados.

En los siguientes numerales se detalla la medición de la gravedad del impacto ambiental cuando fue negativo, cuyo valor refiere la cantidad, calidad, grado y forma en que el factor ambiental es alterado, así también se describe el significado ambiental de dicha alteración.

8.3.1 Identificación de interacciones obra/actividad-entorno.

Vicente Conesa Fernández, autor de la *Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* define el entorno como *"El ambiente que interacciona con el proyecto o actividad en términos de entradas (recurso, mano de obra, espacio, etc.) y de salidas (productos, empleo, rentas, incremento de la calidad de un monumento u obra de arte, etc.) y por tanto en cuanto a provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de efectos".*

El área de estudio se encuentra delimitada por las coordenadas de los vértices del polígono del CCP, las cuales fueron proporcionadas por la CNH; al contar con dicha información se procedió, en primera instancia, a la identificación de las acciones que posiblemente ejercen presión sobre el medio provocando variaciones en cuanto a su grado de calidad.

Tomando en cuenta el Apartado 8.1.2. Identificación de infraestructura existente y los registros de campo desarrollados por los especialistas de GBN-AS, se resume por sectores económicos las principales obras/actividades ubicadas en el CCP.

Dentro del sector primario se registraron el cultivo de maíz *Zea mays*, actividades ganaderas y plantación de árbol de caucho *Hevea brasiliensis*; en el sector secundario actividades de la industria petrolera (pozos, instalaciones de producción, ductos e infraestructuras de apoyo) y de la minería (banco de materiales de arena sílica MADISA); por último, en el sector terciario se registraron asentamientos urbanos tomando en cuenta los elementos naturales y las obras materiales que lo integran, además, dentro de los servicios a los centros de población destacaron la disposición de manejo de residuos sólidos municipales (basurero municipal con ubicación en la localidad Villa Cuichapa) y el manejo de aguas residuales (descarga de aguas residuales sobre los arroyos Nexmegata y Mosta).

Anexo 30. Lista de Obras y actividades existentes. Campo Cuichapa Poniente.

Una vez reconocidas las acciones potencialmente impactantes y con la intención de obtener información representativa del área, se identificaron todos los factores en la caracterización del medio presumiblemente afectados en la ejecución de las anteriores. Los incluidos, también mediante la consulta y participación de expertos, corresponden a los componentes del medio físico natural del entorno de los subsistemas abiótico y biótico, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 127. Componentes y factores ambientales.

Componente	Factores
Edafología	Cantidad de suelos
	Calidad de suelos
Geomorfología	Geoformas
	Estabilidad del relieve
Hidrología Superficial	Calidad
	Escorrentías superficiales
Hidrología Subterránea	Infiltración de agua
Aire	Calidad
Vegetación	Cobertura vegetal
	Individuos de especies vegetales
	Individuos de especies en alguna de la categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Biodiversidad
Fauna	Individuos de especies animales
	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Hábitats
	Biodiversidad
	Corredores biológicos

Para determinar las interacciones negativas entre las obras/actividades y los componentes ambientales del entorno, se aplicó una matriz acciones-factores denominada *Matriz de identificación de daños,* consistente en una lista tipo en la que se señala la existencia (1) o no (0) de tales interacciones. Cabe señalar que en esta primera relación se suprimieron parámetros, pues se hizo con la finalidad de obtener una percepción inicial de aquellos efectos mayormente sintomáticos debido a la importancia que representan en el entorno, sin entrar a más detalles.

A continuación, se presenta la matriz desarrollada para la identificación de daños en el CCP.

Tabla 128. Matriz de identificación de daños (interacciones obra/actividad-entorno).

Medio		Abiótico								Biótico									Conteo	
Componentes		Edafología		Geo-morfología		Hidrología superficial		Hidro Subt.	Aire	Flora				Fauna						
Factores		Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Drenaje superficial	Infiltración de agua	Calidad del aire	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad	Corredores biológicos	Interacciones negativas	Total de interacciones negativas
Sector	Obra / actividad																			
Primario	Agricultura	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	
	Ganadería	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10	28
	Forestal	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	
Secundario	Pozos e infraestructura de apoyo	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10	
	Instalaciones de producción e infraestructura de apoyo.	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7	35
	Ductos	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	
	Mina de arena sílica	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	9	
Terciario	Asentamientos humanos	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7	
	Manejo de residuos	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10
	Manejo de aguas residuales	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Conteo	Interacciones negativas	5	3	1	1	3	0	2	0	8	8	5	8	8	5	8	8	0	73	73
	Total de interacciones negativas	8		2		3		2	0	29				29						

1= Con interacción negativa obra/actividad-entorno.
0= Sin interacción negativa obra/actividad-entorno.

Del análisis de las interacciones, desglosando en componentes y factores que pueden verse afectados por 10 tipos de acciones, se observan 73 interacciones entre 07 componentes del entorno, todas ellas correspondiendo a impactos negativos concentrados principalmente en la flora y la fauna.

8.3.2 Resumen de las interacciones (factores e impactos ambientales).

Se define Impacto Ambiental como "Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, que se derive total o parcialmente de las actividades, productos o servicios de una organización" (Conesa, 2013).

Hay que hacer constar que el término impacto no implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos, sin embargo, el objeto del presente apartado es la identificación de daños ambientales, por lo que los impactos analizados corresponden a los que generan cambios perjudiciales en el medio.

Con el propósito de una mejor visualización de la frecuencia de impactos sobre los componentes, se presenta a continuación un resumen de las interacciones negativas determinadas en la *Matriz de identificación de daños*, denominando los daños ambientales en términos de las alteraciones que introducen sobre el entorno.

Tabla 129. Resumen de las interacciones (factores e impactos ambientales).

Componente	No.	Factores	Daño ambiental	No. de interacciones negativas
Edafología	1	Cantidad de suelos	Erosión en suelos	5
	2	Calidad de suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados (con delimitación de superficie, volumen y contaminante (s) por sitio (s).	3
Geomorfología	3	Geoformas	Alteración de geoformas	1
	4	Estabilidad del relieve	Pérdida de la estabilidad del relieve	1
Hidrología Superficial	5	Calidad	Contaminación de los cuerpos de agua presentes	3
	6	Escorrentías superficiales (drenaje superficial).	Alteración en el flujo del patrón hidrológico superficial.	0
Hidrología Subterránea	7	Infiltración de agua	Acuíferos sobreexplotados y/o contaminados.	2
Aire	8	Calidad	Evidencia de la presencia de contaminantes en el aire con base en las Normas Oficiales Mexicanas para cada contaminante.	0
Vegetación	9	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	8
	10	Individuos de especies vegetales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales.	8
	11	Individuos de especies en alguna de la categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	5
	12	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de biodiversidad	8
Fauna	13	Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales.	8

Componente	No.	Factores	Daño ambiental	No. de interacciones negativas
	14	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	5
	15	Hábitats	Reducción de hábitats	8
	16	Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad	8
	17	Corredores biológicos	Pérdida de corredores biológicos	0
			Total de interacciones	73

El resumen corrobora que los componentes mayormente impactados son la flora y la fauna (con 29 impactos cada una), mientras que en los factores escorrentías superficiales, calidad del aire y corredores biológicos no se aprecian interacciones negativas.

8.3.3 Valoración del daño ambiental.

A efectos de valoración de un factor, en un instante considerado (antes o después de ser impactado), se toman en cuenta la importancia y la magnitud del mismo, que darán idea del grado de calidad ambiental que presenta, tanto cualitativa como cuantitativamente (Conesa, 2013).

Los criterios considerados para la valoración de daños ambientales son de tipo jurídico (cuando el componente o factor tiene importancia especial en las leyes o normatividades ambientales vigentes), ecosistemático (cuando un impacto ambiental afecta el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema), calidad ambiental (por la importancia o escasez del recurso basado en dictámenes técnicos o científicos) y/o capacidad de carga (capacidad de asimilación, recuperación o dispersión).

La metodología adoptada para la valoración de los daños ambientales en el CCP permite la valoración de las alteraciones, atendiendo, además del signo, el grado de manifestación cualitativa y a su magnitud.

En los siguientes numerales, mediante el empleo de las matrices de incidencia se realiza la valoración cualitativa de los efectos que quedan reflejados en lo que se define como índice de incidencia; así también, durante la descripción de los daños se presentan datos de magnitud, los cuales representan la cantidad y calidad de los factores modificados.

8.3.3.1 Determinación del índice de incidencia.

La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual es definida por una serie de atributos de tipo cualitativo. La incidencia determina el valor de un impacto ambiental generado por la acción simple de una actividad sobre un factor ambiental y se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Incidencia = I + A + S + M + P + Rv + Rp + C + P$$

Dónde:

Incidencia= Suma ponderada de los códigos (que tienen un valor cuantificado) de los atributos que caracterizan una alteración (Inmediatez, Acumulación, Sinergia, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Recuperabilidad, Continuidad y Periodicidad).

Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual, todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, dicho con otras palabras, es necesario llevar a cabo la ponderación de los valores de la incidencia de los factores en cuanto al valor máximo de 3 y un mínimo de 1 (atributos y rangos definidos en el Apartado 7.16.2 Valoración del daño ambiental del presente documento).

Los valores se estandarizan entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

$$Incidencia = | - |_{mín} \; / \; |_{máx} - |_{mín}$$

Siendo:

$|$ = El valor de incidencia obtenido por un impacto.
$|_{máx}$ = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.
$|_{mín}$ = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el menor valor.

En este sentido, la *Matriz de identificación de daños* sirve de base para la configuración de la *Matriz de valoración y determinación del índice de incidencia*, considerando aquellos componentes o factores que resultaron con al menos un impacto negativo al interactuar con las obras o actividades.

Se presenta a continuación, la matriz aplicada para la valoración y determinación del índice de incidencia de los daños ambientales.

Tabla 130. Matriz de valoración y determinación del índice de incidencia.

Sector	Obra / actividad	Código	Componente													
			Edafología		Geomorfología		Hidrol. Superf.	Hidrol. Subt.	Flora				Fauna			
			Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Infiltración de agua	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad
No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Primario	Agricultura	+/-	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Inmediatez	1	0	0	0	0	0	3	3	3	3	1	1	3	1
		Acumulación	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Sinergia	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Momento	2	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		Persistencia	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Reversibilidad	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
		Recuperabilidad	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
		Continuidad	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		Periodicidad	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		INCIDENCIA	16	0	0	0	0	0	19	19	19	19	17	17	19	17
		ÍNDICE INCIDENCIA	-0.39	0	0	0	0	0	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.44	-0.44	-0.56	-0.44
Primario	Ganadería	+/-	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Inmediatez	1	0	0	0	3	0	3	3	3	3	1	1	3	3
		Acumulación	1	0	0	0	3	0	3	3	1	3	1	1	3	3
		Sinergia	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Momento	2	0	0	0	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Persistencia	1	0	0	0	3	0	3	3	3	3	1	1	3	3
		Reversibilidad	2	0	0	0	3	0	3	3	3	3	2	2	3	3
		Recuperabilidad	2	0	0	0	2	0	3	3	3	3	2	2	3	3
		Continuidad	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		Periodicidad	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		INCIDENCIA	16	0	0	0	24	0	23	23	21	23	15	15	23	23
		ÍNDICE INCIDENCIA	-0.39	0	0	0	-0.83	0	-0.78	-0.78	-0.67	-0.78	-0.33	-0.33	-0.78	-0.78

Sector	Obra / actividad	Código	Componente													
			Edafología		Geomorfología		Hidrol. Superf.	Hidrol. Subt.	Flora				Fauna			
			Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Infiltración de agua	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad
No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Primario	Forestal	+/-	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Inmediatez	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Acumulación	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Sinergia	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Momento	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Persistencia	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Reversibilidad	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
		Recuperabilidad	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Continuidad	1	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		Periodicidad	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		INCIDENCIA	12	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	14	14
		ÍNDICE INCIDENCIA	-0.17	0	0	0	0	0	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28
Secundario	Pozos e infraestructura de apoyo	+/-	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Inmediatez	1	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Acumulación	1	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Sinergia	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Momento	1	3	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	1	1
		Persistencia	1	3	0	0	0	0	3	3	3	3	3	1	3	3
		Reversibilidad	2	3	0	0	0	0	3	3	3	3	2	1	3	3
		Recuperabilidad	2	3	0	0	0	0	3	3	3	3	2	1	3	3
		Continuidad	3	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		Periodicidad	3	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		INCIDENCIA	15	21	0	0	0	0	19	19	19	19	19	13	19	19
		ÍNDICE INCIDENCIA	-0.33	-0.67	0	0	0	0	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.22	-0.56	-0.56

Sector	Obra / actividad	Código	Componente													
			Edafología		Geomorfología		Hidrol. Superf.	Hidrol. Subt.	Flora				Fauna			
			Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Infiltración de agua	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad
	No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Secundario	Instalaciones de producción	+/-	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	x	-1	-1	x	-1	-1
		Inmediatez	0	3	0	0	0	0	3	3	x	3	1	x	3	1
		Acumulación	0	3	0	0	0	0	1	1	x	1	1	x	1	1
		Sinergia	0	1	0	0	0	0	1	1	x	1	1	x	1	1
		Momento	0	3	0	0	0	0	3	1	x	1	3	x	3	1
		Persistencia	0	3	0	0	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Reversibilidad	0	3	0	0	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Recuperabilidad	0	3	0	0	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Continuidad	0	1	0	0	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Periodicidad	0	1	0	0	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		INCIDENCIA	0	21	0	0	0	0	23	21	x	21	21	x	23	19
		ÍNDICE INCIDENCIA	0	-0.67	0	0	0	0	-0.78	-0.67	x	-0.67	-0.67	x	-0.78	-0.56
Secundario	Ductos	+/-	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Inmediatez	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Acumulación	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Sinergia	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Momento	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Persistencia	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Reversibilidad	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Recuperabilidad	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		Continuidad	0	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		Periodicidad	0	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
		INCIDENCIA	0	21	0	0	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13
		ÍNDICE INCIDENCIA	0	-0.67	0	0	0	0	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22

Sector	Obra / actividad	Código	Componente													
			Edafología		Geomorfología		Hidrol. Superf.	Hidrol. Subt.	Flora				Fauna			
			Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Infiltración de agua	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad
	No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Secundario	Mina de arena sílica	+/-	-1	0	-1	-1	0	0	-1	-1	x	-1	-1	x	-1	-1
		Inmediatez	3	0	1	1	0	0	3	3	x	3	1	x	3	3
		Acumulación	3	0	1	1	0	0	1	1	x	1	1	x	1	1
		Sinergia	1	0	1	1	0	0	3	3	x	3	1	x	3	3
		Momento	3	0	1	1	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Persistencia	3	0	3	3	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Reversibilidad	3	0	3	3	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Recuperabilidad	3	0	3	3	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Continuidad	3	0	1	1	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		Periodicidad	3	0	1	1	0	0	3	3	x	3	3	x	3	3
		INCIDENCIA	25	0	15	15	0	0	25	25	x	25	21	x	25	25
		ÍNDICE INCIDENCIA	-0.89	0	-0.33	-0.33	0	0	-0.89	-0.89	x	-0.89	-0.67	x	-0.89	-0.89
Terciario	Asentamientos humanos	+/-	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	x	-1	-1	x	-1	-1
		Inmediatez	0	0	0	0	0	1	3	3	x	3	3	x	3	3
		Acumulación	0	0	0	0	0	3	1	1	x	1	1	x	1	1
		Sinergia	0	0	0	0	0	1	1	1	x	1	1	x	1	1
		Momento	0	0	0	0	0	2	2	3	x	3	3	x	3	3
		Persistencia	0	0	0	0	0	3	3	3	x	3	3	x	3	3
		Reversibilidad	0	0	0	0	0	3	3	3	x	3	3	x	3	3
		Recuperabilidad	0	0	0	0	0	3	3	3	x	3	3	x	3	3
		Continuidad	0	0	0	0	0	3	3	3	x	3	3	x	3	3
		Periodicidad	0	0	0	0	0	3	3	3	x	3	3	x	3	3
		INCIDENCIA	0	0	0	0	0	22	22	23	x	23	23	x	23	23
		ÍNDICE INCIDENCIA	0	0	0	0	0	-0.72	-0.72	-0.78	x	-0.78	-0.78	x	-0.78	-0.78

Sector	Obra / actividad	Código	Componente													
			Edafología		Geomorfología		Hidrol. Superf.	Hidrol. Subt.	Flora				Fauna			
			Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Infiltración de agua	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad
	No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Terciario	Manejo de residuos	+/-	0	0	0	0	-1	-1	0	0	x	0	0	0	0	0
		Inmediatez	0	0	0	0	1	1	0	0	x	0	0	0	0	0
		Acumulación	0	0	0	0	3	3	0	0	x	0	0	0	0	0
		Sinergia	0	0	0	0	1	1	0	0	x	0	0	0	0	0
		Momento	0	0	0	0	2	2	0	0	x	0	0	0	0	0
		Persistencia	0	0	0	0	3	3	0	0	x	0	0	0	0	0
		Reversibilidad	0	0	0	0	3	3	0	0	x	0	0	0	0	0
		Recuperabilidad	0	0	0	0	3	3	0	0	x	0	0	0	0	0
		Continuidad	0	0	0	0	3	3	0	0	x	0	0	0	0	0
		Periodicidad	0	0	0	0	1	3	0	0	x	0	0	0	0	0
		INCIDENCIA	0	0	0	0	20	22	0	0	x	0	0	0	0	0
		ÍNDICE INCIDENCIA	0	0	0	0	-0.61	-0.72	0	0	x	0	0	0	0	0
Terciario	Manejo de aguas residuales	+/-	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Inmediatez	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acumulación	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sinergia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Momento	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Persistencia	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Reversibilidad	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recuperabilidad	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Continuidad	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Periodicidad	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		INCIDENCIA	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ÍNDICE INCIDENCIA	0	0	0	0	-0.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0

En la matriz de valoración se observan efectos de diferente índole en cuanto a su relevancia y posibilidad de cuantificación, por lo que el siguiente paso es la jerarquización de los efectos. La matriz de jerarquización de impactos es una variante de la *Matriz de valoración y determinación del índice de incidencia*, cuya finalidad es visualizar y diferenciar los impactos mediante la asignación de colores a cada categoría: en verde los efectos no relevantes con valores de índice de incidencia menores a 0.33, en amarillo los moderadamente relevantes con índices entre 0.34 a 0.66 y en rojo los relevantes con valores mayores a 0.66.

Se presenta en la siguiente tabla, la matriz de jerarquización de los índices de incidencia:

Tabla 131. Matriz de jerarquización de impactos ambientales.

Sector	Obra / actividad	Componente / factor	Componente													
			Edafología		Geomorfología		Hidrol. Superf.	Hidrol. Subt	Flora				Fauna			
			Cantidad de suelos	Calidad de suelos	Geoformas	Estabilidad del relieve	Calidad	Infiltración de agua	Cobertura vegetal	Individuos de especies vegetales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	Individuos de especies animales	Individuos especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Hábitats	Biodiversidad
		No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Primario	Agricultura	Índice de incidencia	-0.39	0	0	0	0	0	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.44	-0.44	-0.56	-0.44
	Ganadería		-0.39	0	0	0	-0.83	0	-0.78	-0.78	-0.67	-0.78	-0.33	-0.33	-0.78	-0.78
	Forestal		-0.17	0	0	0	0	0	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28
Secundario	Pozos e infraestructura de apoyo		-0.33	-0.67	0	0	0	0	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.22	-0.56	-0.56
	Instalaciones de producción		0	-0.67	0.0	0.0	0.0	0	-0.78	-0.67	x	-0.67	-0.67	x	-0.78	-0.56
	Ductos		0	-0.67	0	0	0	0	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22
	Mina de arena sílica		-0.89	0	-0.33	-0.33	0	0	-0.89	-0.89	x	-0.89	-0.67	x	-0.89	-0.89
Terciario	Asentamientos humanos		0	0	0	0	0	-0.72	-0.72	-0.78	x	-0.78	-0.78	x	-0.78	-0.78
	Manejo de residuos		0	0	0	0	-0.61	-0.72	0	0	x	0	0	0	0	0
	Manejo de aguas residuales		0	0	0	0	-0.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No relevante	Menor a 0.33
Moderadamente relevante	0.34 a 0.66
Relevante	Mayor a 0.66

8.3.3.2 Determinación de la magnitud.

Definimos como magnitud de un impacto a la cantidad del factor alterado. Puede expresarse en cantidades absolutas (temperatura, pH, concentración de un elemento, erosión, etc.), en unidades relativas (porcentaje de suelo ocupado por una industria, porcentaje de vegetación acuática, porcentaje de destrucción de empleo, etc.), mediante índices y expresiones matemáticas, (índice de calidad del agua, índice de calidad del aire, capacidad agrológica de suelos, nivel de presión acústica, etc.) y mediante expresiones cualitativas, estimativas y/o adimensionales (frecuencia de ruidos, combinación de olores, detección o no de un compuesto, variedad estimada de la vegetación, etc.) (Conesa, 2013).

La magnitud de un daño ambiental representa la cantidad y calidad del factor ambiental modificado, en términos relativos al espacio geográfico con el cual se estima el valor de un impacto. Para el presente estudio, se expresa en términos de la extensión de la alteración del componente ambiental en relación al entorno considerado y delimitado para el CCP, es decir, dentro de un nivel local.

Como ya se mencionó, la magnitud de las alteraciones se presenta de diferentes maneras, según la naturaleza y unidad de medida correspondiente, algunas de ellas se obtuvieron y analizaron en cada uno de los temas del Apartado 8 Resultados del presente documento.

Las magnitudes serán descritas en la siguiente sección al relacionarlas con los índices de incidencia.

8.3.4 Descripción de los daños ambientales.

Considerando la caracterización de los impactos en términos de incidencia y magnitud, se detallan a continuación, los daños ambientales Relevantes y algunos de los identificados como Moderadamente relevantes y No relevantes que requieren justificación o razonamiento de dicha determinación. Se incluye en primer plano, una síntesis del factor ambiental a tratar, posteriormente se indican la acción, el factor afectado, la denominación del daño ambiental en términos de la alteración producida, el índice de incidencia, la significancia asignada (color), y finalmente, la descripción del daño ambiental.

Tabla 132 Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor cantidad de suelos.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR CANTIDAD DE SUELOS	
Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Cantidad de suelos (erosión de suelos).

Los grupos de suelos que se ubican dentro del CCP están o han estado fuertemente influenciados por agua: Gleysoles; los suelos con un subsuelo rico en arcilla: Acrisoles y Luvisoles; y suelos relativamente jóvenes, con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: Cambisoles.

El desgaste que se produce en la superficie del suelo del CCP se debe principalmente al proceso de erosión hídrica, definido como el desprendimiento, transporte y depositación de las partículas de suelo por acción de la energía cinética de la gota de lluvia, la escorrentía en movimiento y la gravedad.

En el cálculo de la erosión hídrica del área de estudio se incluyeron el factor de manejo y la cobertura vegetal del suelo, los cuales son elementos de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo que pueden modificarse para disminuir la erosión actual en cualquier terreno, de ahí su importancia.

La pérdida actual de suelo en el CCP se distribuye de la siguiente manera:

Clase de erosión actual	Perdida de suelo t/ha/a	Superficie ha	Porcentaje %
Incipiente	<5	2,813.14	67.77
Ligera	5-10	83.74	2.02
Moderada	10-50	1,230.95	29.65
Severa	50-200	22.91	0.55
Muy Severa	>200	0.58	0.01
Total		**4,151.32**	**100.00**

La pérdida del suelo en el CCP se considera de tipo incipiente y moderada principalmente. Las áreas con grado de erosión Incipiente (<5 t/ha/año) se distribuyen generalmente en zonas con pendientes bajas, en los pastizales y áreas donde existen remantes de vegetación natural y secundaria. Por otra parte, las áreas con grado de erosión moderada (10-50 t/ha/año) se distribuyen en zonas altas del campo, donde se llegan a alcanzar los 128 msnm y donde la cobertura vegetal corresponde a pastizales destinados para la ganadería, actividad abundante en la región. También se identificó una pequeña zona con grado de erosión “Severa” (50-200 t/ha/año), la cual se concentra en una zona alta del campo donde se alcanzan 80 a 100 msnm y con pendientes que van desde los 23 a 63 grados.

Resulta relevante mencionar que el grado de erosión severa se concentra en un pequeño polígono que corresponde a una porción de la mina de arena sílica propiedad de la empresa MADISA.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Cantidad de suelos (erosión de suelos).
Obra / actividad:	Agricultura.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Agricultura	Cantidad de suelos	Erosión de suelos	-0.39	Moderadamente relevante

El daño ambiental de la agricultura hacia el factor *cantidad de suelos* denominándolo conforme a la alteración producida como *Erosión de suelos,* es, en su caracterización cualitativa o índice de incidencia, moderadamente relevante (-0.39), pues es importante señalar que las actividades agrícolas practicadas en la zona son de tipo temporal, por lo que no son tecnificadas y se limitan a la precipitación pluvial natural. La erosión de los suelos es ocasionada de manera indirecta en las actividades de desmonte (al retirar la cubierta vegetal que evita la degradación y desertificación de los suelos) con efecto transitorio o temporal al retornar a las condiciones iniciales a medio plazo (entre 1-10 años) y de manera natural.

En cuanto a su magnitud, se tiene que la pérdida de suelo en el CCP es principalmente de tipo incipiente (67.77%) y moderada (29.65%); se distribuyen las de grado incipiente en pendientes bajas, mientras que las de grado moderado se encuentran en zonas altas, ambas en áreas de pastizales; así también la pequeña zona identificada con erosión “Severa” se concentra en la parte alta del campo con pendientes que van desde los 23 a 63 grados.

Aun cuando el índice de incidencia obtenido en la relación acción-factor es moderadamente relevante se considera poco significativo en cuanto a la magnitud, pues con base en lo anterior expuesto, es de observarse que la erosión predominante es hídrica y se produce por las elevaciones y pendientes existentes en pastizales y no por la agricultura desarrollada por algunos de los propietarios en superficies pequeñas que no se ven reflejados en el Apartado 8.1.5.1.1 Uso de suelo y vegetación.

Fotografía 75. Vista panorámica de cultivo de maíz *Zea mays* de tipo temporal en el Campo Cuichapa Poniente.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Cantidad de suelos (erosión de suelos).
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Ganadería	Cantidad de suelos	Erosión de suelos	-0.39	Moderadamente relevante

Por su índice de incidencia (-0.39) la erosión de suelos provocada por la ganadería es moderadamente relevante. Esta actividad contribuye indirectamente a la erosión de los suelos en un tiempo comprendido entre 1 y 10 años (medio plazo), esto ocurre al cambiar la vegetación original del lugar por vegetación secundaria y pastizal, y aunque no deja al suelo completamente desprovisto de vegetación, si disminuye la retención de los suelos favoreciendo la erosión hídrica. Así también se considera esta actividad como continua e indefinida en el tiempo con posibilidad de que el suelo retorne a sus condiciones iniciales de manera natural en un plazo medio (entre 1 y 10 años una vez que se deje de actuar sobre él), en relación directa con la recuperación de la vegetación.

Analizando la erosión hídrica con base en su superficie, es de notarse que los principales tipos de pérdida de suelo (incipiente y moderada) se distribuyen generalmente sobre los pastizales destinados a la ganadería, actividad dominante en la región con una ocupación en hectáreas de 3,010.80 que equivalen 72.53% de la superficie total del área de estudio, sin embargo, el proceso de erosión hídrica en estos lugares se ve influenciada por las elevaciones y pendientes existentes, por lo que el impacto atribuido a esta actividad en cuanto a su magnitud, es también moderadamente relevante.

Fotografía 76. Vista panorámica de área con uso de suelo ganadero en el Campo Cuichapa Poniente.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Cantidad de suelos (erosión de suelos).
Obra / actividad:	Forestal.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Forestal	Cantidad de suelos	Erosión de suelos	-0.17	No relevante

La plantación del árbol de hule representa una de las mejores opciones para el Sureste de México, por su capacidad de reforestar productivamente las selvas que han sido perturbadas por el hombre, sobre todo en los años recientes, así como permitir el arraigo de los campesinos a su tierra, al brindarle ingresos y ocupación durante los más de 30 años de vida productiva del árbol (Rojo, et. al., 2011).

La caracterización de la erosión de suelos como consecuencia de las actividades forestales, en este caso, de la plantación del árbol del hule o de caucho *Hevea brasiliensis,* en términos de incidencia no es relevante (-0.17), ya que al igual que la ganadería, la plantación no deja al suelo carente de vegetación, y aunque se realicen actividades de mantenimiento en la plantación (deshierbe) estas se realizan de manera irregular con efecto indirecto y momentáneo sobre el suelo (efecto inferior a un año), no impactando significativamente al mismo.

Así también, considerando que la magnitud, es decir, la superficie destinada a las plantaciones (63.34 hectáreas) equivale a tan solo 1.52% de la superficie total del CCP, el impacto tampoco es significativo (ver Apartado 8.1.5.1.1 Uso de suelo y vegetación).

Fotografía 77. Vista general de la plantación de *Hevea brasiliensis* para la producción de hule en el Campo Cuichapa Poniente.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Cantidad de suelos (erosión de suelos).
Obra / actividad:	Pozos e infraestructura de apoyo.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Pozos e infraestructura de apoyo	Cantidad de suelos	Erosión de suelos	-0.33	No relevante

El índice de incidencia de la erosión de los suelos ocasionado por las actividades petroleras, específicamente por las obras relacionadas a pozos con su infraestructura de apoyo (estaciones de inyección de agua, estaciones de bombeo neumático, trampas de diablos y pozos de captación de agua) es valorado como no relevante, ya que de acuerdo con lo observado en campo las plataformas de los pozos no se encuentran delimitados ni compactados, encontrándose alrededor de los pozos, vegetación común de la zona de tipo secundaria arbustiva y pastizal, no generando afectaciones hacia el suelo.

Además, a la fecha del presente estudio, la superficie que se ha destinado para la industria petrolera en general es de 53.44 hectáreas, lo equivalente a tan sólo 1.29% (ver Apartado 8.1.5.1.1 Uso de suelo y vegetación) por lo que el impacto en cuanto a su magnitud no es significativo.

Fotografía 78. Vista general de las condiciones en las que se encuentran actualmente la mayor parte de los pozos petroleros y su infraestructura de apoyo en el Campo Cuichapa Poniente.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Cantidad de suelos (erosión de suelos).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Mina de arena sílica	Cantidad de suelos	Erosión de suelos	-0.89	Relevante

La minería siempre implica la extracción física de materiales de la corteza terrestre, con frecuencia en grandes cantidades para recuperar solo pequeños volúmenes del producto deseado, excepto en la extracción de materiales pétreos, dedicados a la industria de la construcción. Por eso resulta imposible que la minería no afecte al medio ambiente, al menos en la zona de la mina (GECOMIN,2007).

El mineral explotado en la mina a cielo abierto ubicado en el CCP es arena sílice o dióxido de silicio (SiO_2). La sílice es una de las materias primas que se utilizan en la fabricación de vidrio, barnices, esmaltes, cemento, porcelana, así como importantes aplicaciones individuales (GECOMIN, 2007).

La valoración del impacto ambiental provocado por la mina es relevante (-0.89), pues afecta directamente al suelo al removerlo del sitio. A pesar de que la ocupación del impacto es de tan solo 0.90 ha, lo equivalente a 0.02% de la superficie total del polígono (contemplada dentro de la superficie denominada como *sin vegetación aparente* en el Apartado 8.1.5.1.1 Uso de suelo y vegetación), se considera relevante, ya que la pequeña porción del campo con pérdida de suelo de grado erosión "severa" corresponde al polígono de la mina, además, los efectos de la misma al incluir el factor tiempo son: directos, con alteración permanente (la duración del efecto es superior a los quince años), irreversible, irrecuperable, de acción intermitente y continua.

Fotografía 79. Vista panorámica de la mina a cielo abierto de explotación de arena sílice.

Tabla 133. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor calidad de suelos.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR CALIDAD DE SUELOS	
Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Calidad de suelos (pasivos identificados de suelos contaminados).

Dentro de las principales actividades potencialmente contaminantes al suelo, entendiéndose por estas, aquellas que son del tipo industrial o comercial en las que por el manejo de sustancias peligrosas o por la generación de residuos pueden contaminar el suelo, se encuentran las referidas a la industria petrolera.

Los sitios contaminados por la industria petrolera que no son atendidos de manera inmediata son considerados pasivos ambientales. Según el artículo 132 del reglamento de la LGPGIR se define pasivo ambiental como:

"*Aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos sobre el medio ambiente*".

Tomando en cuenta la información proporcionada por la CNH se realizaron recorridos para la recepción e identificación física de activos entregados por PEMEX, verificando en mayor medida que la actividad potencialmente contaminante del suelo es la petrolera, detectándose la presencia de contaminación visible por hidrocarburo en algunos sitios.

Posterior a la determinación visual de contaminación o mediante equipo petroflag, se realizaron los estudios pertinentes para la delimitación de los sitios y la cuantificación de los suelos afectados.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Calidad de suelos (pasivos identificados de suelos contaminados).
Obra / actividad:	Pozos e infraestructura de apoyo.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Pozos e infraestructura de apoyo	Calidad de los suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados	-0.67	Relevante

Durante los recorridos realizados a 258 pozos petroleros se identificaron sitios potencialmente contaminados por la presencia de contaminación visible en el suelo, principalmente de hidrocarburo.

La valoración cualitativa de los daños ambientales procedentes de los pozos se categoriza como relevante (-0.67), pues los eventos de fugas y/o derrames de hidrocarburo inciden inmediatamente sobre la calidad del suelo, incrementando progresivamente su gravedad si la acción que lo genera se prolonga. Así también, al incluirse el factor tiempo y a pesar que este tipo de contaminación se presenta de manera irregular y discontinua, los efectos hacia la calidad del suelo son permanentes (si no se atiende, la duración del efecto es superior a los 15 años), son irreversibles (el sitio retorna de manera natural después de los 10 años) y de difícil recuperación (en un largo plazo).

En cuanto a su magnitud, también se considera como relevante, pues de acuerdo a los estudios realizados con equipo de topografía y georadar, se tiene una superficie contaminada por obras del sector petrolero de 13,989.13 m^2 con un volumen de 10,097.74 m^3.

Es importante mencionar que los datos relacionados a superficies y volumen, corresponden únicamente a 3 sitios caracterizados a la fecha de entrega del presente documento, encontrándose en proceso 52 áreas identificados como sitios potencialmente contaminados, por lo que los datos anteriores no son concluyentes.

Fotografía 80. Sitio contaminado con hidrocarburo semi-intemperizado producto de fuga y derrame en el árbol de válvulas del pozo Cuichapa 16.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Calidad de suelos (pasivos identificados de suelos contaminados).
Obra / actividad:	Instalaciones de producción.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Instalaciones de producción	Calidad de los suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados	-0.67	Relevante

En el área territorial del CCP se encuentran 6 instalaciones de producción, 3 de ellas en operación (Batería de Separación Cuichapa 2, Estación Compresoras Cuichapa y Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa) y tres fuera de operación (Batería de Separación Cuichapa 1, Batería de separación Cuichapa 3 y la Batería Acalapa). Según las observaciones de campo, se determinó que 66.67% de las instalaciones operativas presentan contaminación en el área de bombeo (B.S. Cuichapa 2 y la PIAC Cuichapa). De las instalaciones fuera de operación 66.67% de las instalaciones presentan manchas de hidrocarburo, combustibles o lubricantes en su interior (B.S. Cuichapa 1 y la Batería Acalapa); 33.33% presenta el área del tanque de almacenamiento contaminada y residuos peligrosos dentro y fuera del área de la instalación (Batería Acalapa).

El impacto ambiental que generan las instalaciones de producción por contaminación con hidrocarburo (principalmente el que ocurre fuera de la instalación) incide directa e inmediatamente en la calidad del suelo con efecto acumulativo (si no es atendido incrementa progresivamente su gravedad), de manera permanente (si no es atendido el efecto del contaminante tiene una duración superior a los 15 años), irreversible (por medios naturales retornaría después de los 10 años) y de difícil recuperación, y a pesar de que los eventos de fuga y derrame son esporádicos el índice de incidencia es considerado como relevante, por las características cualitativas anteriores.

En cuanto a su magnitud, también se considera como relevante, pues de acuerdo a los estudios realizados con equipo de topografía y georadar, se tiene una superficie contaminada por obras del sector petrolero de 13,989.13 m^2 con un volumen de 10,097.74 m^3.

Es importante mencionar que los datos relacionados a superficies y volumen, corresponden únicamente a 3 sitios caracterizados a la fecha de entrega del presente documento, encontrándose en proceso 52 áreas identificados como sitios potencialmente contaminados, por lo que los datos anteriores no son concluyentes.

Fotografía 81. Afectación al suelo por derrame de hidrocarburo del tanque de almacenamiento de la Batería Acalapa.

Componente:	Edafología.
Factor / daño ambiental:	Calidad de suelos (pasivos identificados de suelos contaminados).
Obra / actividad:	Ductos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Edafología	Ductos	Calidad de los suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados	-0.67	Relevante

Como parte de las verificaciones en campo, se recorrieron 73 ductos correspondientes a 23 líneas de descarga, 22 líneas de bombeo neumático, 16 saloductos, 2 oleoductos y 10 gasoductos, cuyos diámetros variaron entre 2" y 16" en los cuales se observó que algunos generan impactos sobre la calidad del suelo.

Al igual que las afectaciones generadas por los pozos y las instalaciones de producción, las derivadas de los ductos son clasificadas como relevantes, es decir, inciden directa e inmediatamente en la calidad del suelo con efecto acumulativo, de manera permanente e irreversible.

En cuanto a su magnitud, también se considera como relevante, pues de acuerdo a los estudios realizados con equipo de topografía y georadar, se tiene una superficie contaminada por obras del sector petrolero de 13,989.13 m^2 con un volumen de 10,097.74 m^3.

Es importante mencionar que los datos relacionados a superficies y volumen, corresponden únicamente a 3 sitios caracterizados a la fecha de entrega del presente documento, encontrándose en proceso 52 áreas identificados como sitios potencialmente contaminados, por lo que los datos anteriores no son concluyentes.

Fotografía 82. Afectación al suelo por fuga y derrame de hidrocarburo de la línea de descarga Cuichapa 401.

Tabla 134. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor estabilidad de relieve.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR ESTABILIDAD DE RELIEVE	
Componente:	Geomorfología.
Factor / daño ambiental:	Estabilidad de relieve (pérdida de la estabilidad del relieve).

Dentro de la zona del CCP no se localizan fallas o fracturas, más bien, estas se concentran hacia el noroeste (Sierra de los Tuxtlas) y al sureste (sierra de Chiapas). Las más cercanas están al noreste del CCP, entre los límites municipales de Moloacán y Agua Dulce.

Aunque el CCP se localiza dentro de la zona sísmica B, la incidencia por este fenómeno es poco frecuente. De acuerdo al SSN, en el Istmo de Tehuantepec se registró un sismo el 13 de mayo de 2001 a las 20:04 horas en la zona de Cuichapa, municipio de Moloacán, con una magnitud de 1.3 a una profundidad de 108, latitud 17.98, longitud -94.22, siendo el único incidente registrado cercano al área.

En relación a las laderas y deslizamientos, las topoformas de la llanura aluvial inundable corresponden a pequeños lomeríos entre terrenos llanos, los cuales en temporada de lluvias pueden provocar dichos fenómenos, sobre todo en las zonas ubicadas al norte y al centro del CCP.

Componente:	Geomorfología.
Factor / daño ambiental:	Estabilidad de relieve (Pérdida de la estabilidad del relieve).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Geomorfología	Mina de arena sílica	Estabilidad de relieve	Pérdida de la estabilidad de relieve	0.33	No relevante

En el polígono del CCP, la superficie afectada por la mina de arena sílica es de 0.90 hectáreas, lo equivalente a solo 0.02% de la superficie total del campo.

En el área no se localizan fallas o fracturas y solo se ha registrado un fenómeno de sismo cercano al lugar, es por ello que la alteración de las topoformas en el sitio de la mina se considera no relevante. En el sitio solo se observó encharcamiento por la temporada de lluvias, no siendo de mayor importancia debido a que las topoformas del CCP corresponde a pequeños lomeríos entre terrenos llanos, es decir, corresponde a una llanura aluvial inundable.

Tabla 135. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor calidad de la hidrología superficial.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	
Componente:	Hidrología superficial.
Factor / daño ambiental:	Calidad de la Hidrología superficial (contaminación de los cuerpos de agua presentes).

La Cuenca "B" Río Coatzacoalcos, a la cual pertenece el CCP, es considerada como una de las más susceptibles a inundaciones, provocando que esta zona sea considerada de alto riesgo.

Las inundaciones que se presentan en el área de estudio, se originan por acción pluvial, es decir, cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno para drenarla, acumulándose en la superficie; y de manera fluvial, cuando el agua que se desborda de los ríos invade la superficie del terreno.

Por otra parte, dentro del polígono que delimita la superficie del CCP se identificaron numerosos cuerpos de agua, intermitentes y perennes, entre las principales: arroyo Nexmegata, río Francia, arroyo Tacalaxmacayas, arroyo Mosta y laguna Mezcalapa. Con la información de la imagen satelital y los recorridos de campo, se identificaron corrientes de agua (arroyos) y numerosos cuerpos de agua, en su mayoría presas, tanto de abrevadero como presas de desecho utilizadas por la industria petrolera, y que hoy en día son captadoras de agua pluvial.

En las aguas superficiales el derrame o infiltración de hidrocarburos, así como la descarga de aguas residuales produce disminución del contenido de oxígeno, aporte de sólidos y de sustancias orgánicas e inorgánicas. Con el objetivo de verificar el grado de contaminación de los cuerpos y corrientes de agua en el CCP se seleccionaron sitios de muestreo para determinar la calidad del agua.

Las coordenadas geográficas de los sitios seleccionados para la toma de muestras se presentan a continuación:

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM	
	X	Y
Presa del almacén de Químicos (PEMEX-instalación abandonada)	366560.00	1986980.00
Arroyo cercano a la Laguna Mezcalapa	360311.00	1979411.00
Arroyo Nexmegata punto 1	365090.00	1984352.00
Arroyo Nexmegata punto 2	363026.00	1983150.00
Arroyo Tacalaxmacayas	363291.00	1987258.00
Arroyo Mosta	363212.00	1981661.00
Presa de pozo Cuichapa 219	362613.00	1982165.00
Presa del pozo Cuichapa 513 (quemador)	363755.00	1984517.00
Presa del pozo Cuichapa 508	363525.00	1985266.00

Los parámetros analizados fueron los siguientes: pH, color, turbiedad, grasas y aceites, solidos suspendidos, solidos disueltos, conductividad eléctrica, dureza total, nitritos, nitratos, fosfatos, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes e hidrocarburos totales de petróleo (HTP).

Componente:	Hidrología superficial
Factor / daño ambiental:	Calidad de la Hidrología superficial (contaminación de los cuerpos de agua presentes).
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Hidrología superficial	Ganadería	Calidad	Contaminación de los cuerpos de agua presentes	-0.83	Relevante

Entre las actividades que afectan la calidad del agua en el CCP se encuentra la ganadería, de acuerdo a los resultados de los análisis de calidad del agua realizados a las presas adaptadas como presas de abrevadero de los pozos Cuichapa 219, Cuichapa 513 y Cuichapa 508 se detectaron una gran cantidad de microorganismos (coliformes fecales y coliformes totales), los cuales rebasan en gran medida el límite máximo establecido en la normatividad aplicable. La localización de estas presas advierte la presencia de ganado y otras especies, que en su recorrido dejan sus heces en las periferias u orillas de estas presas y por acción de los vientos y los escurrimientos, estas llegan hasta el interior de las presas, en donde además de la multiplicación de los organismos por diversos factores físicos y químicos, el agua se torna turbia, dándole un indicio de visible contaminación.

Los efectos de la ganadería hacia la calidad del agua de las presas de abrevadero inciden de manera directa, en un plazo de manifestación al comienzo de la actividad inferior a un año, cuyo efecto supone una alteración permanente, irreversible y con posibilidad media de retornar a las condiciones iniciales. En cuanto a su periodicidad, los efectos se manifiestan con un modo de acción intermitente y continua, dado que la actividad es indefinida al incluir el factor tiempo.

El impacto de la actividad ganadera hacia la calidad del agua, en este caso por la presencia de coliformes fecales es de significancia relevante. Cabe mencionar que la importancia del impacto radica también en que las actividades ganaderas son dominantes en el CCP con una superficie de ocupación en hectáreas de 3,010.80 (72.53% de la superficie total del polígono en estudio).

Fotografía 83. Toma de muestras en la presa de abrevadero del pozo Cuichapa 219 para el análisis de la calidad del agua.

Componente:	Hidrología superficial
Factor / daño ambiental:	Calidad de la Hidrología superficial (contaminación de los cuerpos de agua presentes).
Obra / actividad:	Manejo de residuos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Hidrología superficial	Manejo de residuos	Calidad	Contaminación de los cuerpos de agua presentes	-0.61	Moderadamente relevante

Los residuos generados en las diferentes localidades del CCP, son depositados en el basurero municipal, el cual es una gran fuente de contaminación, ya que todos los residuos se encuentran expuestos generando grandes cantidades de lixiviados, los cuales pueden fluir por caminos definidos debido las características del terreno y conectarse con los principales cuerpos de agua por medio las escorrentías presentes en la zona. El arroyo Mosta que es el cuerpo de agua más cercano al basurero municipal, presentó una gran cantidad de coliformes y un bajo contenido de oxígeno disuelto, que es característico de sitios contaminados con microorganismos.

La contaminación del agua por el basurero municipal de Moloacán ubicado en la localidad Villa Cuichapa es moderadamente relevante y ocurre indirectamente al conducirse los lixiviados en escorrentías presentes hasta conectarse a los principales cuerpos de agua. Una vez depositados los contaminantes, incrementa progresivamente su manifestación al multiplicarse por factores físicos y químicos, visualizándose en la turbidez del agua. Además, considerando que la actividad que origina la afectación es de tiempo no determinado en el sitio, esta es de carácter permanente, irreversible, de difícil recuperación (con posibilidad de retornar a sus condiciones naturales superior a los 10 años) y con modo de manifestación periódica (se ve influenciado por la temporada de lluvias).

Fotografía 84. Vista panorámica del basurero municipal de Moloacán ubicado en la localidad Villa Cuichapa.

Componente:	Hidrología superficial
Factor / daño ambiental:	Calidad de la Hidrología superficial (contaminación de los cuerpos de agua presentes).
Obra / actividad:	Manejo de aguas residuales.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Hidrología superficial	Manejo de aguas residuales	Calidad	Contaminación de los cuerpos de agua presentes	-0.83	Relevante

La principal fuente de contaminación a los cuerpos de agua es por causa de la descarga de aguas residuales generadas en la localidad de Villa Cuichapa. Todas las aguas domésticas y residuales generadas son enviadas a los arroyos Mosta y Nexmegata descargándose en ellos sin un tratamiento previo, lo que trae como consecuencia un alto grado de contaminación.

Los resultados de los análisis para determinar la calidad del agua indican un alto contenido de coliformes, además de sobrepasar el límite máximo permisible en cuanto a la concentración de detergentes, presentándose además un agua con características turbias. Un parámetro importante es la baja cantidad de oxígeno disuelto que contiene el agua de estos arroyos lo que puede darle un olor desagradable, el cual ya se ha presentado en algunas zonas de estos arroyos.

Con la categoría de Relevante es la significancia del impacto generado por el manejo de las aguas residuales hacia la calidad del agua en el CCP, ya que los efectos en el componente son directos, acumulativos, permanentes, irreversibles (retornaría después de los 10 años en caso de cesar la acción) y por lo tanto de recuperación media. El modo de acción del efecto es intermitente y continúo debido a que la descarga de aguas residuales en estos cuerpos receptores es indefinida en tiempo.

Fotografía 85. Vista general del arroyo Nexmegata, uno de los receptores de aguas residuales en el Campo Cuichapa Poniente.

Tabla 136. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor infiltración de agua.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR INFILTRACIÓN DE AGUA	
Componente:	Hidrología subterránea.
Factor / daño ambiental:	Infiltración de agua (acuíferos sobreexplotados y/o contaminados).

El material que compone la hidrología subterránea del área de estudio de acuerdo a su permeabilidad y posibilidad de funcionar o no como acuífero, está constituido por material no consolidado con rendimiento alto mayor a 40 lps (litros por segundo) en el 50.15% de la superficie del CCP, mientras que en el resto de la superficie se encuentra distribuido el material no consolidado con posibilidades medias.

Los flujos de agua subterránea que se dirigen al CCP provienen de la parte S, E y O, del acuífero, dirigiéndose conjuntamente y concentrándose en la parte central de polígono. Una fuente importante de abastecimiento de agua en Villa Cuichapa es por medio de pozos artesianos, ya que se estima que existen alrededor de 127 pozos localizados en las viviendas de los pobladores.

Actualmente en el acuífero no se presentan alteraciones de flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de cono de abatimiento causados por la concentración de pozos. El volumen de extracción es muy inferior al valor más conservador de recarga que pudiera estimarse. Por estas razones, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no registran cambios importantes en su posición, las descargas naturales establecen condiciones de equilibrio hidrogeológico.

Con el objetivo de analizar la calidad del agua subterránea presente en el CCP, se seleccionaron sitios de muestreo para determinar el grado de contaminación en el agua subterránea de la zona. La selección consistió en la identificación de los pozos de captación de agua tanto de particulares como de los pertenecientes a la Junta Municipal de Agua y Saneamiento. Los sitios seleccionados corresponden a aquellos que pudieran ser afectados por la infraestructura petrolera o antropogénica como el pozo localizado cercano al basurero.

Los puntos de muestreo fueron los siguientes:

Sitio de muestreo	Propiedad	Coordenadas UTM	
		X	Y
Pozo Sra. Enereyda	Particular	366637.00	1986088.00
Pozo 3D	JMAS	363676.00	1983007.00
Pozos 3A2	JMAS	364852.00	1983956.00
Pozo 3C	JMAS	365078.00	1984292.00
Pozo 3E	JMAS	363809.00	1982582.00
Pozo San Lorenzo Mezcalapa	JMAS	362458.00	1983638.00
Pozo Tacomango	Particular	361374.00	1983391.00
Pozo cercano al basurero	Particular	363369.00	1981350.00
Pozo artesiano del pozo Cuichapa 187	Particular	362968.00	1983476.00
Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190	Particular	363326.00	1983019.00

Los parámetros analizados fueron los siguientes: pH, color, turbiedad, grasas y aceites, solidos suspendidos, solidos disueltos, conductividad eléctrica, dureza total, nitritos, nitratos, fosfatos, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes e hidrocarburos totales de petróleo (HTP).

Componente:	Hidrología subterránea.
Factor / daño ambiental:	Infiltración de agua (acuíferos sobreexplotados y/o contaminados).
Obra / actividad:	Asentamientos humanos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Hidrología subterránea	Asentamientos humanos	Infiltración de agua	Acuíferos sobreexplotados y/o contaminados	-0.72	Relevante

La contaminación de las aguas subterráneas es un tema de vital importancia, ya que gran parte de esta agua es utilizada para el uso y consumo humano, por lo tanto, sus características físicas, químicas y microbiológicas deben cumplir con estrictas normas y estándares de salud.

Los resultados de laboratorio realizados a 10 pozos de extracción de agua en el CCP mostraron un alarmante indicio de contaminación por coliformes. Para verificar las causas de este excesivo número de coliformes encontrados en la hidrología subterránea se localizaron posibles fuentes de contaminación, y se encontró que la mayoría de los pozos muestreados se localizaban cerca de residuos sanitarios y fosas sépticas construidos por los mismos pobladores. Se detectó además un pozo cercano al cementerio municipal, el cual contribuye a la contaminación por generación de los lixiviados producidos en la descomposición de la materia orgánica. Se puede hacer notar que en la zona existe infiltración de estos desechos hacia las corrientes subterráneas contaminando así parte de acuífero.

Como ya se mencionó algunos de los componentes materiales que integran el centro poblacional de la localidad Cuichapa, entre los que destacan las construcciones de sanitarios y fosas sépticas de las viviendas, además del cementerio municipal, ocasionan efectos relevantes en los acuíferos de índole acumulativo, persistente, irreversible y de difícil recuperación.

Fotografía 86. Localización de pozo artesiano particular para consumo humano donde se observa en sus aproximaciones un sanitario conectado a una fosa séptica que desemboca al aire libre en zona baja.

Componente:	Hidrología subterránea.
Factor / daño ambiental:	Infiltración de agua (acuíferos sobreexplotados y/o contaminados).
Obra / actividad:	Manejo de residuos

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Hidrología subterránea	Manejo de residuos	Infiltración de agua	Acuíferos sobreexplotados y/o contaminados	-0.72	Relevante

La contaminación de las aguas subterráneas es un grave problema ambiental que difícilmente es remediable. La ubicación del agua en el subsuelo la mantiene protegida de la contaminación inmediata, sin embargo, una vez que esta ha ocurrido es muy costoso y laborioso lograr su limpieza.

Un importante problema de contaminación del agua subterránea son los lixiviados generados por los residuos y/o desechos de la población. La falta de una cubierta impermeable en los basureros o tiraderos provocan que la gran cantidad de lixiviados que ahí se producen se infiltren hacia el manto freático contaminando el agua subterránea.

La gran cantidad de coliformes tanto fecales como totales encontrados en los análisis de agua realizados a pozos cercanos al basurero y a tiraderos de basura demuestra la problemática ambiental generada de significancia relevante por sus afectaciones de tipo acumulable, irreversible e irrecuperable.

Tabla 137. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor cobertura vegetal.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR COBERTURA VEGETAL	
Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).

Las comunidades vegetales presentes en el CCP presentan variaciones tanto en su composición florística, altura y abundancia debido a su ubicación geográfica, al tipo de suelo, la topografía, la precipitación pluvial y los impactos derivados de las actividades humanas.

Sin embargo, es evidente la inobjetable transformación no sólo paisajística sino la reducción acelerada de los fragmentos y relictos de selvas producto de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria principalmente, asentamientos humanos y en general la expansión de nuevos usos del suelo. Por lo que las comunidades vegetales primarias se han reducido a relictos aislados generando una alarmante preocupación para las especies que ahí albergan.

Las comunidades vegetales primarias fueron agrupadas de acuerdo al sistema de clasificación de vegetación de INEGI (2015), descrito en la Guía para la interpretación de cartografía de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000 Serie V. Este sistema está basado en los trabajos de Faustino Miranda y E. Hernández (1963) y Jerzy Rzedowski (1978, 2006).

Los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el CCP se presentan a continuación:

Uso de suelo y vegetación	Superficie ha	Superficie %
Pastizal	3,010.80	72.53
Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	452.49	10.90
Mancha urbana	199.54	4.81
Vegetación secundaria	165.02	3.97
Selva alta perennifolia	106.71	2.57
Plantación forestal	63.34	1.52
Instalaciones petroleras	53.44	1.29
Vialidad	38.21	0.92
Vegetación de galería	28.86	0.69
Presa de desechos	21.23	0.51
Popal	4.85	0.12
Cuerpo de Agua	4.01	0.10
Instalaciones industriales	1.63	0.04
Sin vegetación aparente	1.19	0.03
Total	**4,151.32**	**100.00**

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Agricultura.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Agricultura	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.56	Moderadamente relevante

Los efectos de la agricultura temporal hacia la cobertura vegetal son directos y transitorios, ya que una vez que se dejan de realizar las labores agrícolas, la vegetación retorna a las condiciones iniciales de manera natural en un lapso de tiempo comprendido entre 1 y 10 años; razón por la cual el daño ambiental sobre este factor es, en términos cualitativos, moderadamente relevante (-0.56).

La agricultura en el CCP, además de ser de tipo temporal, es practicada por solo algunos de los propietarios, razón por la cual, al revisar los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el área de estudio, esta actividad no figura con superficie de ocupación. Por lo anterior, considerando la extensión del impacto, este es poco significativo.

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Ganadería	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.78	Relevante

El principal impacto negativo de la ganadería es el pastoreo, que se traduce a prácticas de manejo de las tierras de pasto; sus efectos son acumulativos debido al aumento de la demanda de terreno, lo que incrementa progresivamente la degradación de la vegetación natural. La actividad como tal es continua y estable, pues su duración es indefinida en el tiempo, haciendo que sus efectos también lo sean, razón por la cual, el daño es considerado como relevante.

El área de estudio se destaca por su orientación del uso de suelo del sector primario, el 72.53% (3,010.80 ha) de la superficie total del CCP se encuentra dominado por pastizales destinados a la actividad ganadera. Es por ello, que en cuanto a la magnitud del impacto se designa como significativo o relevante.

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Forestal.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Forestal	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.28	No relevante

Sembradas según un marco regular, las plantaciones de heveas ofrecen en general el aspecto de una superficie arbolada con una homogeneidad notable. Las coronas se unen cuando los árboles tienen unos cuatro años, su altura alcanza entonces 7 a 10 m (Rojo, et. al., 2011).

Con base en las condiciones actuales en las que se encuentra la plantación de *Hevea brasiliensis*, el daño fue valorado como no relevante, pues según lo observado en campo la plantación se encuentra en etapa productiva, con individuos superiores a los 7 m, por lo que no representa pérdida de cobertura alguna. Además, aunque se le realice actividad de mantenimiento como la eliminación de vegetación ombrófila, baja y dispersa, visual y ambientalmente no es significativa.

De igual manera, en cuanto a su extensión, el impacto no es relevante, debido a que la plantación solo ocupa 63.34 hectáreas, representando tan solo 1.52% de la superficie total del campo.

Fotografía 87. Presencia de vegetación ombrófila, baja y dispersa en la plantación de *Hevea brasiliensis*.

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Pozos e infraestructura de apoyo.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Pozos e infraestructura de apoyo	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.56	Moderadamente relevante

La vida útil de las obras petroleras en general oscila entre 20 a 25 años, lo que hace que los efectos sobre la vegetación de obras tipo como pozos e instalaciones de producción sean permanentes, irreversibles e irrecuperables, esto debido al desmonte, despalme y compactación sobre la superficie utilizada.

El daño ambiental provocado por los pozos hacia la cobertura vegetal está ubicado como moderadamente relevante, sin embargo, dadas las condiciones de maleza que actualmente presentan, a la falta de delimitación en cuanto a su superficie y tomando en cuenta que solo se ha destinado 53.44 hectáreas para instalaciones petroleras (1.29% de la superficie total del campo), este es poco significativo en cuanto a su magnitud.

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Instalaciones de producción.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Instalaciones de producción	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.78	Relevante

Durante la construcción de la plataforma de una instalación de producción (baterías, plantas de inyección de agua, compresoras, instalaciones de suministro de combustible e infraestructura de apoyo) se realizan actividades de desmonte, despalme, nivelación, compactación y pavimentación, provocando la pérdida de cobertura vegetal del sitio en tiempo equivalente a la vida útil de la infraestructura petrolera o probablemente superior.

Aunque solo se ubicaron 6 instalaciones de producción con una superficie de ocupación mucho menor al 1.29% del total de la superficie del CCP, el impacto hacia la cobertura vegetal es de carácter permanente, irreversible y de difícil recuperación por los años de operación de este tipo de infraestructura, razón por la cual se considera significativo o relevante.

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Ductos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Ductos	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.22	No relevante

A pesar de que la vida útil de un ducto es entre 20 a 25 años, su efecto hacia la cobertura vegetal no es relevante. El mayor impacto se presenta en la construcción por el desmonte, sin embargo, este es transitorio, al recuperarse la vegetación entre 1 a 10 años de manera natural.

En cuanto a la magnitud, resulta imposible determinar la superficie de ocupación por esta obra ya que no se cuenta con información de longitud ni amplitud de las mismas, aunque este dato no afecta el carácter irrelevante de la afectación temporal generada.

Fotografía 88. Vista general del derecho de vía de un ducto en el que se observa vegetación común de la zona.

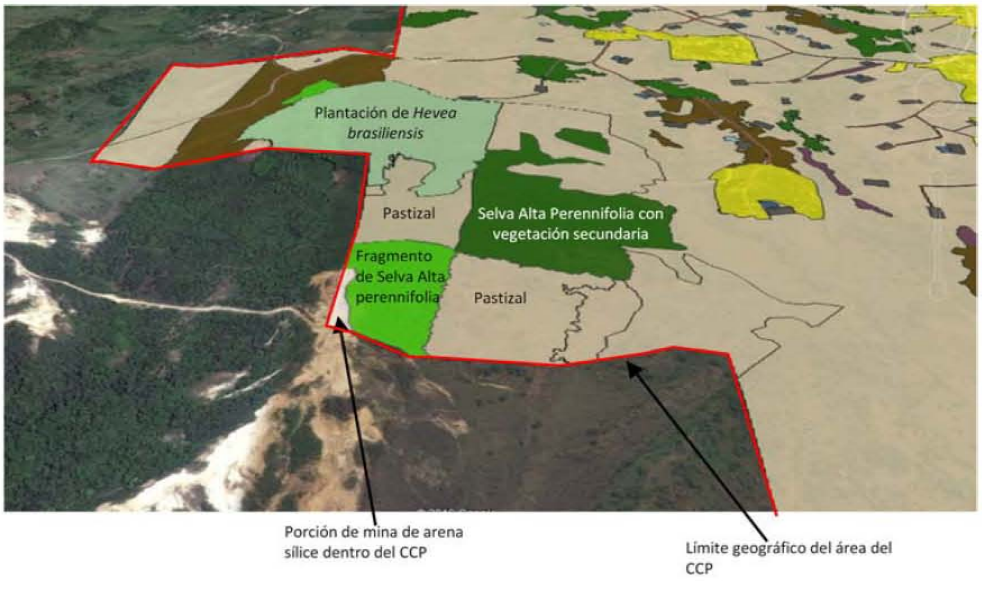
Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Mina de arena sílica	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.89	Relevante

Los indicadores que se contemplan, en un proyecto de extracción de mineral, son principalmente el suelo y la vegetación por el impacto que se produce en tales componentes. Particularmente, en el caso de la vegetación presente en el sitio, es retirada para la extracción del material (GECOMIN, 2007).

En la mina de extracción de arena sílica, la vegetación es impactada de manera directa y continua, provocando daños imposibles de reparar, es decir, permanentes en el tiempo. Además, analizando la porción de superficie ubicada dentro del polígono del CCP, se considera un fuerte efecto sinérgico hacia la cobertura vegetal, al ubicarse la mina próxima a un relicto aislado de vegetación primaria clasificada como Selva Alta Perennifolia, generando una alarmante amenaza hacia las especies que ahí albergan tanto por la mina como por las actividades pecuarias que cada vez aumentan su extensión.

Es de destacarse que actualmente el impacto de la mina se concentra en una superficie de 0.90 hectáreas, representando 0.02% de la superficie en estudio, que podría atribuírsele el calificativo como irrelevante en cuanto a su magnitud, en cambio, por su valoración cualitativa y por la posibilidad de extenderse hacia un relicto de vegetación primaria se categoriza como relevante.



Fotografía 89. Ubicación de la porción de la mina de arena sílice dentro del polígono del Campo Cuichapa Poniente.

Componente:	Flora
Factor / daño ambiental:	Cobertura vegetal (pérdida de cobertura vegetal originaria).
Obra / actividad:	Asentamientos humanos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Asentamientos humanos	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-0.72	Relevante

El impacto inmediato de los asentamientos humanos deriva del cambio de uso de suelo, es un proceso continuo e irreversible que presenta variantes en las zonas rurales y urbanas en relación al tamaño y a la disponibilidad de servicios y el acceso a los mismos (CONABIO, 2009).

La superficie que delimita el CCP incluye 26 localidades, todas pertenecientes al municipio de Moloacán, siendo clasificadas por su tamaño como rurales y sólo la localidad Villa Cuichapa como urbana al contar con 7,697 habitantes al año 2010, la cual se ubica aproximadamente a 8.77 km al ESE de la cabecera municipal.

La mancha urbana incide de manera directa sobre la cobertura vegetal, con manifestación de sus efectos, en un plazo medio, estos se caracterizan como irreversibles e irrecuperables, ya que la zona urbana es continua y permanente en el tiempo. Las características anteriores posicionan el impacto producido como relevante, adquiriendo el mismo calificativo, con respecto a su magnitud, al tomar en cuenta que la superficie que ocupa es de 199.54 hectáreas (equivalente 4.81% de la superficie total del CCP).

Tabla 138. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies vegetales.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR INDIVIDUOS DE ESPECIES VEGETALES	
Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies vegetales (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales).

Las comunidades vegetales primarias y secundarias del CCP se encuentran integradas por diversas formas biológicas como árboles, arbustos, herbáceas, lianas, enredaderas, epífitas, hemiepífitas, parasitas y acuáticas que, en conjunto, representan una gran diversidad vegetal, sin embargo, presentan diferentes grados de perturbación, modificando su estructura e incluso cambiando su composición florística, por lo que es frecuente encontrar especies propias de vegetación secundaria dentro de los relictos de vegetación primaria identificados en el área de estudio.

Los tipos de comunidades vegetales son reconocidos como: selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal y vegetación secundaria de selva.

La flora reportada para las comunidades vegetales del CCP está integrada por un total de 158 plantas vasculares. Las especies están agrupadas en 55 familias, de las cuales las que presentan mayor número de especies en la mayoría de los casos, son Fabaceae (28), Malvaceae (11), Moraceae (10), Apocynaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, y Rubiaceae (6).

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies vegetales (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales).
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Ganadería	Individuos de especies vegetales	Evidencia de pérdida individuos de especies vegetales	-0.78	Relevante

El daño ambiental causado por la ganadería hacia los individuos de especies vegetales es valorado en función de la pérdida de cobertura vegetal, pues al impactar sobre esta, se afecta directamente las especies vegetales presentes.

El impacto de la ganadería hacia los individuos de especies vegetales es considerado como relevante porque sus efectos son acumulativos, debido al aumento de la demanda de terreno, lo que incrementa progresivamente la degradación de la vegetación natural. Asimismo, la actividad como tal es continua y estable por su duración indefinida en el tiempo, haciendo que sus efectos también lo sean.

Por su magnitud también es relevante o significativo, ya que 72.53% del campo se encuentra ocupado por pastizales, vegetación requerida para la actividad ganadera.

Fotografía 90. Vista general de área con pastizal destinada a actividades ganaderas, actividad dominante en el Campo Cuichapa Poniente.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies vegetales (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales).
Obra / actividad:	Instalaciones de producción.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Instalaciones de producción	Individuos de especies vegetales	Evidencia de pérdida individuos de especies vegetales	-0.67	Relevante

Cualitativamente, los efectos generados por una instalación de producción petrolera hacia la cobertura vegetal y por lo tanto hacia los individuos de especies vegetales son de tipo permanente, irreversible y de difícil recuperación por los años de operación, en la que inicialmente se retira la vegetación, se despalma, se nivela, se compacta y, por último, se pavimenta.

Aunque la superficie ocupada por las instalaciones de producción petrolera es menor a 1.29% de la superficie del campo el impacto adquiere el dictamen de carácter relevante debido a su permanencia en el tiempo.

Fotografía 91. Vista general del interior de una infraestructura de producción donde fue eliminada permanentemente la vegetación.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies vegetales (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales).
Obra / actividad:	Ductos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Ductos	Individuos de especies vegetales	Evidencia de la pérdida de individuos vegetales	-0.22	No relevante

Uno de los principales sistemas de transporte de hidrocarburos son los ductos y se les conoce también como arterias de la industria petrolera. La obra tipo ductos implica la ejecución de actividades como desmonte en los derechos de vía, excavación, tendido de líneas, reincorporación del suelo excavado para cubrir el ducto y actividades de mantenimiento (desmonte del derecho de vía y mantenimiento de ducto como tal).

Con base en la información proporcionada por la CNH se considera un universo de 529 ductos registrados para el CCP, los cuales, en cuanto al estatus operativo y según recorridos de campo 28 se encuentran operativos, 8 fuera de operación temporal, 488 fuera de operación definitiva y 5 sin información.

Los efectos de la obra tipo ductos son poco relevantes hacia los individuos de especies vegetales, ya que en su mayoría son enterrados aproximadamente a 3 m de profundidad, y a pesar de que la vida útil de un ducto es entre 20 a 25 años con necesidad de practicar actividades de mantenimiento al derecho de vía, estas se realizan de manera irregular y de forma mecánica, lo que contribuye a la fácil recuperación de la vegetación en un plazo corto (menor a un año) y de manera natural.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies vegetales (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Mina de arena sílica	Individuos de especies vegetales	Evidencia de la pérdida de individuos vegetales	-0.89	Relevante

Por definición, la actividad minera es una industria insostenible, debido a que la explotación del recurso supone su agotamiento. La minería a cielo abierto es una actividad industrial que consiste en la remoción de grandes cantidades de suelo y subsuelo, y, por consiguiente, de la vegetación presente en ella.

La mina de extracción de arena sílice supone alteraciones en los individuos de las especies vegetales en un periodo de tiempo medio (una vez iniciada la acción), con una permanencia que supera los 15 años, con posibilidad de reconstrucción después de los 10 años (irreversible), es decir, de difícil recuperación. Además, en caso de extender su superficie, existe una alarmante amenaza de un fuerte sinergismo de las acciones de la mina con las de las actividades ganaderas hacia un relicto aislado de vegetación primaria, reconocido como Selva Alta Perennifolia, el cual se encuentra ubicado en las proximidades de la minera. Por estas características el impacto es denominado como relevante.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies vegetales (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales).
Obra / actividad:	Asentamiento humano.

Descripción del daño ambiental

Componente	Acción	Factor afectado	Daño ambiental	Índice de incidencia	Categoría
Flora	Asentamiento humano	Individuos de especies vegetales	Evidencia de la pérdida de individuos vegetales	-0.78	Relevante

La ocupación de terrenos o de construcción de vivienda por parte de la población produce un cambio en el uso de suelo y la alteración del medio ambiente que repercute directamente sobre los individuos de especies vegetales al provocar la reducción o pérdida de cobertura vegetal.

La superficie que delimita el CCP incluye 26 localidades clasificadas por su tamaño como rurales y sólo la localidad Villa Cuichapa como urbana, ocupando 199.54 hectáreas (lo equivalente a 4.81% de la superficie total del CCP).

La mancha urbana incide de manera directa sobre los individuos de especies vegetales, con manifestación de sus efectos, en un plazo medio, estos se caracterizan como irreversibles e irrecuperables, ya que un asentamiento urbano es continuo y permanente en el tiempo; las características anteriores posicionan el impacto producido como relevante.

Tabla 139. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR INDIVIDUOS DE ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010	
Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales dentro de la Norma Oficial Mexicana.

Con el apoyo de los muestreos de vegetación y mediante revisión bibliográfica se pudo obtener información cuantitativa de especies que se encuentran en estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se identificaron especies que, si bien no se encuentran reguladas en México, por sus características ecológicas se incluyen en la Lista Roja de la UICN.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Fuente
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Gateado	A*	Bibliografía
Annonaceae	*Guatteria anomala*	Palo de zopo	A*, LR/nt**	Bibliografía
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	Brasil, Barí, leche amarilla	A*	Muestreo
Elaeocarpaceae	*Sloanea terniflora*	Urucusillo	Pr*	Recorridos de campo
Fabaceae	*Andira galeottiana*	Macayo	(VU)**	Muestreo
Fabaceae	*Enterolobium schomburgkii*	Conacaste	LR/(LC)**, A*	Muestreo
Fabaceae	*Ormosia isthmensis*	Palo de collar	P*	Muestreo
Fabaceae	*Vatairea lundellii*	Tinco, Palo amargoso	P*	Bibliografía
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro colorado, cedro rojo	Pr*, (VU)**, CITES Apéndice III	Recorridos de campo
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Orquídea manchada africana	LR/(LC)**	Recorridos de campo
Zamiaceae	*Zamia loddigesii*	Palmilla	A*, NT**, CITES Apéndice II	Muestreo

Nota: (*) Especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr =Sujeta a Protección Especial, A=Amenazada, P= En Peligro de Extinción.
(**) Especie bajo riesgo de acuerdo a la Lista Roja de la UICN. (VU)=vulnerable, LR/nt = Bajo Riesgo / casi amenazada, NT= Casi Amenazado, (DD)= Datos Insuficientes.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales dentro de la Norma Oficial Mexicana.
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Ganadería	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-0.67	Relevante

El impacto de la ganadería hacia los individuos de especies vegetales es considerado como relevante porque sus efectos son acumulativos, debido al aumento de la demanda de terreno, lo que incrementa progresivamente la degradación de la vegetación natural, incluidas las catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (5 especies con estatus de Amenazadas, 2 en Peligro de Extinción y 2 en Protección Especial). Asimismo, la actividad como tal es continua y estable, pues su duración es indefinida en el tiempo, haciendo que sus efectos también lo sean.

El hecho que una superficie equivalente a 72.53% del campo se encuentre ocupado por pastizales requeridos para esta actividad le atribuye también el calificativo de relevante.

Tabla 140. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor biodiversidad

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR BIODIVERSIDAD	
Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (evidencia de la pérdida de la biodiversidad).

Los muestreos de vegetación indican que la mayor riqueza de especies se encuentra en el estrato arbóreo de la selva alta perennifolia con vegetación secundaria, siendo esta de 27 y el mayor índice de diversidad de 3.159 nats.

La riqueza de especies de las comunidades del CCP se presenta a continuación:

Tipo de vegetación	**Estrato**	**Riqueza Número de especies**	**Índice de diversidad nats**	**Equitatividad %**
Selva alta perennifolia	Arbóreo	17	2.730	96.36
	Arbustivo	21	2.968	97.48
	Herbáceo	1	-	-
Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	Arbóreo	27	3.159	95.86
	Arbustivo	25	2.994	93.01
	Herbáceo	2	0.673	97.10
Vegetación de galería	Arbóreo	8	2.079	100
	Arbustivo	5	1.609	100
	Herbáceo	2	0.589	84.98
Popal	Herbáceo	2	0.693	100.00
Vegetación secundaria	Arbóreo	7	1.946	100
	Arbustivo	20	2.955	98.63

Componente:	Flora.

Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (evidencia de la pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Ganadería	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de la biodiversidad	-0.78	Relevante

Las comunidades vegetales primarias y secundarias que se distribuyen en el CCP presentan diferentes grados de perturbación, modificando su estructura e incluso cambiando su composición florística, entre las principales causas, se encuentran, las actividades humanas.

El área de estudio se destaca por su orientación del uso de suelo a actividades del sector primario; el 72.53% (3,010.80 ha) de la superficie total se encuentra dominada por pastizales destinadas a la actividad ganadera.

Al cambiar la vegetación original del lugar por vegetación secundaria y pastizal, la ganadería impacta de manera relevante sobre los diferentes tipos de vegetación del área de estudio, incluyendo la selva alta perennifolia con vegetación secundaria, comunidad en la que se aprecia la mayor diversidad y riqueza de especies. Su incidencia es directa sobre la biodiversidad, acumulativa, y, por la duración indefinida de esta actividad en el tiempo, persistente, irreversible y difícilmente recuperable.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (evidencia de la pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Instalaciones de producción.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Instalaciones de producción	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de la biodiversidad	-0.67	Relevante

Los efectos generados por una instalación de producción son de tipo permanente, irreversible y de difícil recuperación por los años de operación, en la que inicialmente se retira la vegetación, se despalma, se nivela, se compacta y, por último, se pavimenta. Es por ello que en cuanto a la caracterización cualitativa del impacto por estas obras petroleras son relevantes sobre la biodiversidad.

Aunque la superficie ocupada por las instalaciones de producción petrolera es menor a 1.29% el impacto adquiere el dictamen de carácter relevante debido a su permanencia en el tiempo.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (evidencia de la pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Mina de arena sílica	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de la biodiversidad	-0.89	Relevante

En la mina de extracción de arena sílica, la vegetación es impactada de manera directa y continua, provocando daños imposibles de reparar, es decir, permanentes en el tiempo. Además, como ya se ha mencionado con anterioridad, al analizar la porción de superficie ubicada dentro del polígono del CCP, se considera un fuerte efecto sinérgico hacia la cobertura vegetal, al ubicarse la mina próxima a un relicto aislado de vegetación primaria clasificada como Selva Alta Perennifolia, generando una alarmante amenaza hacia la biodiversidad que ahí alberga tanto por la mina como por las actividades pecuarias que cada vez aumentan su extensión.

El impacto de la mina se concentra en una superficie de 0.90 hectáreas, representando tan solo 0.02% de la superficie en estudio, sin embargo, por su valoración cualitativa y por la posibilidad de extenderse hacia un relicto de vegetación primaria se categoriza como relevante.

Componente:	Flora.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (evidencia de la pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Asentamientos humanos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Flora	Asentamientos humanos	Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de la biodiversidad	-0.78	Relevante

La mancha urbana incide de manera directa sobre los individuos de especies vegetales, y, por lo tanto, hacia la biodiversidad; con manifestación de sus efectos en un plazo medio, estos se caracterizan como irreversibles e irrecuperables, ya que un asentamiento urbano es continuo y permanente en el tiempo. Las características anteriores y la superficie de ocupación de 199.54 hectáreas (lo equivalente a 4.81% de la superficie total del CCP) posicionan el impacto producido como relevante.

Tabla 141. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies animales.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR INDIVIDUOS DE ESPECIES ANIMALES	
Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies animales (evidencia de pérdida de individuos de especies animales)

Los tipos de vegetación presentes en la zona corresponden a relictos de selva alta perennifolia, fragmentos de selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal, vegetación secundaria y pastizal, áreas en las que se pueden observar especies características de la zona.

La identificación de especies faunísticas dentro del polígono del CCP se realizó mediante la aplicación de métodos directos e indirectos de observación en campo. Como resultado de lo anterior, se identificaron un total de 484 individuos pertenecientes a 77 especies de 4 grupos faunísticos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), clasificados en 25 órdenes y 43 familias.

El análisis de las frecuencias relativas, referidas al número de veces que se avistaron las especies de un grupo faunístico, muestra los mayores valores y, por lo tanto, mayor diversidad de especies en las aves (0.675), enseguida con frecuencias iguales en los mamíferos y reptiles (0.130), por último, la frecuencia más baja en los anfibios, indicando una menor diversidad (0.065).

Por otra parte, los índices de abundancia reflejaron que la distribución, abundancia y, por lo tanto, la diversidad de especies se encuentra intrínsecamente asociada a las comunidades vegetales, obteniéndose índices de abundancia diferentes para cada grupo faunístico.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies animales (evidencia de pérdida de individuos de especies animales)
Obra / actividad:	Instalaciones de producción.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Instalaciones de producción	Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales	-0.67	Relevante

La destrucción y fragmentación de los hábitats es una de las principales causas que amenazan la supervivencia de numerosas especies, al igual que la muerte directa, la introducción de especies exóticas invasoras, el comercio de especies amenazadas o el cambio climático, todas ellas vinculadas directamente con las actividades antropogénicas.

Las instalaciones de producción provocan afectaciones sobre la vegetación de forma permanente, irreversible y de difícil recuperación por los años de operación, en las que inicialmente se retira la vegetación, se despalma, se nivela, se compacta y, por último, se pavimenta, afectando indirectamente a los individuos de especies animales ahí albergados, al ser desplazados hacia otras áreas. A pesar de que solo se ha destinado 1.29% de la superficie total del CCP para este tipo de obra, sus efectos permanentes se engloban como impacto relevante para la biodiversidad.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies animales (evidencia de pérdida de individuos de especies animales)
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental

Componente	Acción	Factor afectado	Daño ambiental	Índice de incidencia	Categoría
Fauna	Mina de arena sílica	Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales	-0.67	Relevante

En la valoración de los efectos de la minera, determinados como directos, permanentes y continuos en el tiempo, destaca la posibilidad de ocurrencia de un fuerte efecto sinérgico hacia la cobertura vegetal, al ubicarse la mina próxima a un relicto aislado de vegetación primaria clasificada como Selva Alta Perennifolia, generando una alarmante amenaza hacia los individuos de fauna que ahí albergan, tanto por la mina como por las actividades pecuarias que cada vez aumentan su extensión. Las características anteriores convierten al impacto generado como relevante, a pesar de que la superficie ocupada por esta actividad sea de tan solo 0.90 hectáreas, representando tan solo 0.02%.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies animales (evidencia de pérdida de individuos de especies animales)
Obra / actividad:	Asentamientos humanos.

Descripción del daño ambiental

Componente	Acción	Factor afectado	Daño ambiental	Índice de incidencia	Categoría
Fauna	Asentamientos humanos	Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales	-0.78	Relevante

La mancha urbana incide en primera instancia sobre la cobertura vegetal, causando efectos indirectos hacia los individuos de especies animales; con manifestación de sus efectos en un plazo corto al desplazarlos, estos se caracterizan como irreversibles e irrecuperables, ya que un asentamiento urbano es continuo y permanente en el tiempo. Las características anteriores y la superficie de ocupación de 199.54 hectáreas (lo equivalente a 4.81% de la superficie total del CCP) posicionan el impacto producido como relevante.

Tabla 142. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR INDIVIDUOS DE ESPECIES DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010	
Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (evidencia de la pérdida de individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010).
De las 77 especies de fauna identificadas en el CCP, se determinó que 22 se encuentran sujetas bajo alguna categoría de conservación, siendo éstas, 1 anfibio, 5 reptiles, 13 aves y 3 mamíferos. De las anteriores, se distinguen 14 especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2 en Peligro de extinción, 5 Amenazadas y 7 bajo Protección Especial); 2 catalogadas como casi amenazadas por la UICN que a su vez se encuentran normadas en México; y, por último, 14 incluidas en los Apéndices de CITES (1 en el Apéndice I, 11 en el Apéndice II y 2 en el Apéndice III) de las cuales 8 no son reguladas en México.	

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (evidencia de la pérdida de individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010).
Obra / actividad:	Agricultura.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Agricultura	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Evidencia de la pérdida de individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-0.44	Moderadamente relevante

Los efectos de la agricultura temporal hacia la cobertura vegetal, son directos y transitorios, ya que una vez que se dejan de realizar las labores agrícolas, la vegetación retorna a las condiciones iniciales de manera natural en un lapso de tiempo comprendido entre 1 y 10 años; el daño ambiental sobre este factor afecta indirectamente a los individuos de especies animales, incluyendo las 22 especies en categoría de conservación por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en términos cualitativos, este se considera moderadamente relevante (-0.44), pues una vez que la vegetación recupere sus condiciones (en un plazo entre 1-10 años) la fauna puede retornar a la misma.

La agricultura en el CCP, además de ser de tipo temporal, es practicada por solo algunos de los propietarios, razón por la cual, al revisar los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el área, esta actividad no figura con superficie de ocupación, adquiriendo el calificativo, en cuanto a la magnitud como poco significativo.

Tabla 143. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor hábitats

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR HÁBITATS	
Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Hábitats (reducción de hábitats)
Algunas especies ocupan o prefieren lugares con combinaciones ambientales particulares (hábitats); algunos lugares contienen más especies que otros, otros contienen números similares y en otros la diversidad de especies es mucho menos, es decir, las abundancias varían por especies en diferentes lugares. La abundancia relativa permite comparar la incidencia de especies de un hábitat en relación a otros. Con base en los gráficos generados se obtuvieron diferentes índices de abundancia para cada grupo faunístico, reflejándose una mayor de diversidad de especies sobre pastizales y selva alta perennifolia con vegetación secundaria, excepto para mamíferos, pues debido a las actividades pecuarias desarrolladas por los ejidatarios y la existencia de viviendas dispersas, no fue posible obtener registros de huellas de mamíferos mediante el método aplicado, por lo que el índice de abundancia para este grupo fue de cero.	

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Hábitats (reducción de hábitats).
Obra / actividad:	Ganadería.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Ganadería	Hábitats	Reducción de Hábitats	-0.78	Relevante

Al tener el mayor porcentaje de ocupación en uso de suelo con 3,010.80 hectáreas (72.53%) en el área de estudio, el impacto generado por la ganadería hacia las comunidades vegetales, traduciéndose a reducción de hábitats para los individuos que ahí albergan, es calificado como relevante. Así también, por la manifestación de sus efectos en tiempo y espacio como acumulativos (debido al aumento de la demanda de terreno, lo que incrementa progresivamente la degradación de la vegetación natural) y a la actividad como continua y estable (su duración es indefinida en el tiempo, haciendo que sus efectos también lo sean) la posicionan de igual forma como relevante.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Hábitats (reducción de hábitats).
Obra / actividad:	Instalaciones de producción.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Instalaciones de producción	Hábitats	Reducción de Hábitats	-0.78	Relevante

Las instalaciones de producción afectan la vegetación de forma permanente, irreversible y de difícil recuperación por los años de operación, en las que inicialmente se retira la vegetación, se despalma, se nivela, se compacta y, por último, se pavimenta, afectando indirectamente a los individuos de especies animales ahí albergados, al ser desplazados hacia otras áreas por la reducción de su hábitat. A pesar de que solo se ha destinado menos de 1.29% de la superficie total del CCP para este tipo de obra, sus efectos permanentes se engloban como impacto relevante para los hábitats de las especies.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Hábitats (reducción de hábitats).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Mina de arena sílica	Hábitats	Reducción de Hábitats	-0.89	Relevante

Por sus efectos directos, permanentes, continuos, pero sobre todo por la posibilidad de ocurrencia de un efecto sinérgico al ubicarse la mina próxima a un relicto aislado de Selva Alta Perennifolia y generar una alarmante amenaza hacia los individuos de fauna que ahí albergan por la reducción de su hábitat (tanto por efectos de la mina como por las actividades pecuarias), posicionan el impacto en el factor hábitat como relevante.

Las características anteriores convierten al impacto generado como relevante, a pesar de que la superficie ocupada por esta actividad sea de tan solo 0.90 hectáreas, representando tan solo 0.02% de la superficie total del CCP.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Hábitats (reducción de hábitats).
Obra / actividad:	Asentamientos humanos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Asentamientos humanos	Hábitats	Reducción de Hábitats	-0.78	Relevante

La mancha urbana incide en primera instancia sobre la cobertura vegetal, reduciendo el hábitat de las especies y obligándolos inmediatamente a desplazarse a otras áreas, los efectos se caracterizan como irreversibles e irrecuperables, ya que un asentamiento urbano es continuo y permanente en el tiempo. Las características anteriores y la superficie de ocupación de 199.54 hectáreas (lo equivalente a 4.81% de la superficie total del CCP) posicionan el impacto producido como relevante.

Tabla 144. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor biodiversidad.

SÍNTESIS DE CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR BIODIVERSIDAD	
Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (pérdida de la biodiversidad).

Conforme a los resultados de los muestreos en campo, se registraron en el CCP un total de 77 especies de fauna agrupadas en las clases Amphibia (5), Reptilia (10), Aves (52) y Mammalia (10). Se avistaron un total de 484 individuos, entre los cuales, 413 fueron del grupo de las aves, 38 fueron mamíferos, 24 reptiles y solo 9 correspondieron al grupo de los anfibios.

La distribución, abundancia y por lo tanto, la diversidad de especies en el CCP, se encuentran intrínsecamente asociadas a los componentes agua y vegetación, pues al analizar los "mapas de distribución local de especies faunísticas", resultados de los muestreos en campo, se observó que la distribución de la fauna es relativamente dispersa y uniforme, presentando una ligera tendencia hacia el norte, a partir de la localidad Villa Cuichapa, perteneciente al municipio de Moloacán, sin embargo, no es significativa. Lo anterior pudiera estar relacionado al cruce de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata en el área de estudio, además de la presencia de relictos de selva alta perennifolia y fragmentos de selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal, vegetación secundaria y pastizal, lugares en los que se pueden observar especies asociadas a estos tipos de hábitats.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Ganadería

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Ganadería	Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad	-0.78	Relevante

La fragmentación de los hábitats por la ganadería, al cambiar su estructura y composición florística por pastizal y vegetación secundaria, provoca afectaciones a la diversidad faunística de forma indirecta. Dichas afectaciones son evaluadas como acumulativas, continuas y estables en el tiempo, es por ello el impacto es considerado como relevante.

En términos relativos al marco de referencia adoptado, es decir, al área delimitada para el CCP, se presenta también como relevante, pues a la fecha del presente estudio, la mayor parte de la superficie se encuentra ocupada por pastizales destinadas a la ganadería.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Mina de arena sílica.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Mina de arena sílica	Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad	-0.89	Relevante

La remoción de la vegetación en una superficie de 0.90 hectáreas en el sitio de la mina (representando tan solo 0.02% con respecto a la superficie total del CCP) ocasiona un impacto relevante, que, si bien es en porción pequeña, la afectación indirecta a la diversidad faunística se caracteriza como permanente, continua, irreversible e irrecuperable. Aunado a lo anterior, se encuentra la posibilidad de ocurrencia de un efecto sinérgico al reforzarse el efecto de la mina con el de la actividad ganadera sobre un relicto de vegetación primaria (selva alta perennifolia), el cual se ubica en las inmediaciones de la misma, generando una alarmante amenaza hacia la biodiversidad ahí alberga por la reducción de su hábitat.

Componente:	Fauna.
Factor / daño ambiental:	Biodiversidad (pérdida de la biodiversidad).
Obra / actividad:	Asentamientos humanos.

Descripción del daño ambiental					
Componente	**Acción**	**Factor afectado**	**Daño ambiental**	**Índice de incidencia**	**Categoría**
Fauna	Asentamientos humanos	Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad	0.78	Relevante

La mancha urbana incide en primera instancia sobre la cobertura vegetal, reduciendo el hábitat de la diversa fauna presente y obligándola a desplazarse de forma inmediata, los efectos se caracterizan como irreversibles e irrecuperables, ya que un asentamiento urbano es continuo y permanente en el tiempo. Las características anteriores y la superficie de ocupación de 199.54 hectáreas (lo equivalente a 4.81% de la superficie total del CCP) posicionan el impacto producido como relevante para la biodiversidad.

8.3.4.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

En la valoración de los daños ocasionados por 10 tipos de obras y actividades desarrolladas en el CCP se identificaron 73 interacciones negativas entre las acciones de las obras y los factores de los componentes que caracterizan al entorno.

Por sus características cualitativas y cuantitativas, en términos de incidencia y magnitud se determinaron 31 impactos relevantes, 19 moderadamente relevantes y 23 no relevantes. Es de señalarse que hubo impactos que fueron imposibles de cualificar, marcados en las matrices con el signo "aspa" (X), tal es el caso de la flora y fauna normadas en las que resultó difícil determinar si en su momento fueron afectadas por las acciones de obras o actividades actualmente existentes de tipo permanentes (instalaciones de producción, mina de arena sílica y asentamientos humanos).

Con efectos en su gran parte de tipo directos, acumulables, de manifestación a corto plazo, permanentes, irreversibles, irrecuperables y/o con un modo de acción continuo sobre los componentes (al incluir el factor tiempo), se encontraron los impactos relevantes. Algunos de ellos fueron:

- En la cantidad de suelos, denominado el daño ambiental como *erosión de los suelos,* se encuentra, aunque en porción pequeña la acción de la mina de arena sílica al remover el suelo de su sitio. Adquiere el calificativo también por el hecho de que la pequeña porción del campo identificada con pérdida de suelo de grado erosión "severa" corresponde al polígono de la mina.
- Se verificó que en mayor medida la actividad potencialmente contaminante del suelo es la petrolera, al detectarse la presencia de contaminación visible por hidrocarburo en algunos sitios de pozos, instalaciones de producción y ductos. La valoración cualitativa, además de los resultados obtenidos mediante equipo de topografía y georadar en relación a la magnitud de los daños, ubican los

impactos de esta industria como relevantes.

- Los resultados de los análisis de la calidad del agua superficial, realizados a los arroyos y presas de desecho (actualmente con función de captación de agua pluvial para abrevadero), indicaron altos contenidos con coliformes fecales, además de sobrepasar, en algunos casos el límite máximo permisible en cuanto a la concentración de detergentes, presentándose el agua con características turbias; otro parámetro importante es la baja cantidad de oxígeno disuelto que contiene el agua de los arroyos, dándole un olor desagradable. Como actividades principales que ocasionan los impactos anteriores, se encuentran la ganadería y el manejo de aguas residuales.
- Los resultados de laboratorio realizados a pozos de extracción de agua para consumo humano mostraron un alarmante indicio de contaminación tanto por coliformes fecales como por totales. Al verificar las causas se encontraron las obras materiales que integran los asentamientos humanos y dos servicios públicos a la población; las fosas sépticas y letrinas de las viviendas, el cementerio municipal y el basurero municipal generan residuos orgánicos, que por la permeabilidad del suelo se infiltran a las aguas subterráneas. La valoración de los impactos en términos cualitativos y cuantitativos son considerados relevantes.
- En la cobertura vegetal los impactos relevantes son ocasionados por obras o actividades que por su permanencia en el tiempo y espacio hace que sus efectos también lo sean sobre este factor. Se encuentran las acciones generadoras de tales impactos en la ganadería, las instalaciones de producción petrolera, la mina de arena sílica y los asentamientos humanos. Estas actividades generan, en su mayoría, sea directa o indirectamente, los mismos impactos sobre los factores *individuos de especies vegetales* y *animales*, *individuos de especies vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010*, *reducción de hábitats* y *biodiversidad*.

Cabe mencionar que los impactos relevantes incidieron en mayor cantidad sobre los componentes flora y fauna con 23 de los 31 categorizados como tal.

Los daños moderadamente relevantes identificados se caracterizan generalmente por su persistencia temporal, con posibilidad de que el factor retorne a sus condiciones iniciales en un corto o mediano plazo y de recuperación fácil o media, pudiendo ser las obras o actividades causantes de modo de acción discontinua e irregular, en la mayoría de las veces. Este tipo de impactos se observó, en diferentes cantidades, en los factores *cantidad de suelos* y en los componentes *flora* y *fauna*, provocados principalmente por la agricultura y por los pozos con su infraestructura de apoyo.

Los impactos no relevantes se caracterizan en su mayoría, por su temporalidad en los factores, reversibles, de fácil o media recuperabilidad y de modo de acción continua o discontinua, de periodicidad regular o intermitente en el tiempo. Los encontrados en el área de estudio corresponden mayormente a la actividad forestal en la plantación de *Hevea brasiliensis* y a los ductos, como parte del sector petrolero.

Es de observarse que las actividades generadoras de impactos relevantes en el área de estudio derivan sobre todo de la ganadería, de la mina de arena sílica y de los asentamientos humanos, figurando únicamente las instalaciones de producción del sector petrolero.

8.3.5 Diagnóstico ambiental.

El presente apartado permite conocer el estado medio ambiental del espacio territorial del CCP, para tal propósito se tomaron en cuenta los resultados de los diversos temas que integran la LBA, principalmente aquellos que involucran elementos de los subsistemas abiótico y biótico, llegando, finalmente, a la definición del estado actual que guardan los ecosistemas y los servicios ambientales existentes en el área.

De manera general, se conocen como servicios ambientales los bienes y servicios que las personas obtenemos a partir de nuestro entorno natural. Los servicios ambientales con los cuales estamos directamente vinculados son: la provisión de agua, aire y alimentos, todos ellos de buena calidad, ya que son los principales requerimientos para la vida. Sin embargo, también existen otros servicios que son igualmente importantes, como es la protección contra desastres naturales como los huracanes, el control de plagas o la recreación. (De Groot et al., 2002; Turner et al., 2008).

EVALUACIÓN INTEGRAL

Se presenta a continuación, la evaluación integral de cada uno de los componentes abióticos y bióticos del CCP.

Geología y Geomorfología.

El riesgo por sismo se determina de probabilidad media, contando como antecedente único el evento registrado el día 13 de mayo de 2001 con una magnitud de 1.3 en la escala de Richter; la presencia de fallas o fracturamientos, así como de zona de vulcanismo no existen en la región del CCP. Se presentan riesgos por deslizamientos durante las temporadas de lluvias por el deterioro en la composición de los lomeríos que generan inestabilidad en laderas a partir del centro y al norte del área, los cuales son clasificados de alto riesgo. Además, la abundante lluvia es un riesgo periódico por inundación pluvial y fluvial, generando encharcamientos e inundaciones, sobre todo, en los terrenos aledaños a los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata.

Edafología.

Con base en información obtenida del INEGI, corroborada con los recorridos de campo efectuados, los tipos de suelo predominantes en el área son, en términos de porcentajes: 58.40% de Cambisol, 27.81% Luvisol, 10.51% Gleysol y en tan solo 0.19% de Acrisol; los anteriores se deben a un fuerte intemperismo en las rocas sedimentarias causado por las condiciones de temperatura y precipitación.

Clima y meteorología.

El clima del área de estudio se cataloga como cálido húmedo, donde los factores representativos son las altas temperaturas e intensas precipitaciones. Los valores estimados para temperatura tienen variantes mensuales que van desde los 17.16 ºC hasta los 31.58 ºC y las temperaturas más bajas se presentan en enero, mientras que las más altas entre mayo y junio. Se registran altos índices de lluvia en los meses de septiembre y octubre, con valores comprendidos entre 403.3 mm y 576.88 mm, en cambio, el periodo de estiaje es típico durante el mes de febrero.

Hidrología superficial.

Los resultados de los análisis realizados a algunos cuerpos de agua superficiales (arroyos y presas) demuestran una gran cantidad de microorganismos (coliformes fecales y coliformes totales), un bajo contenido de oxígeno disuelto y concentraciones de detergentes que sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la normatividad, presentándose, además un agua con características turbias. Entre las principales causas se identifican las actividades relacionadas a la ganadería, el manejo de residuos y el mal manejo de aguas residuales domésticas.

Hidrología subterránea.

Los resultados de laboratorio realizados a los pozos de extracción de agua muestran un alarmante indicio de contaminación por coliformes; como posibles causantes se encuentran aquellos componentes materiales que integran el centro poblacional de la localidad Cuichapa, destacando los sanitarios o fosas sépticas y el cementerio municipal. Cabe señalar que, durante los recorridos, se constató la existencia de letrinas en las cercanías de un buen número de pozos de abastecimiento de agua para consumo humano.

Calidad del aire.

Los resultados en concentraciones de partículas suspendidas totales (PST) no rebasan el límite establecido en la norma en materia de salud (NOM-025-SSA1-1993), por lo que este parámetro no representa un problema para la calidad del aire; al considerar información de la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., y de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), las concentraciones detectadas de destilados de petróleo fueron mínimas, ocurriendo lo mismo para los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), por lo que se descartan concentraciones altas de HAP que pudieran dañar la salud, considerando que estos compuestos son altamente cancerígenos.

Erosión.

La estimación de la erosión hídrica potencial refleja la perdida de suelo en un escenario carente de cobertura vegetal y permite apreciar la susceptibilidad del terreno a erosionarse. El mayor grado de erosión actual identificado (>200 ha/ha/año) se concentró en un pequeño polígono que corresponde a una porción de la mina de arena sílica que se encuentra dentro del polígono territorial del CCP.

Infiltración.

De acuerdo a la distribución espacial de los valores de la recarga potencial, el valor más alto (4,200 m^3/ha/año) ocupa una superficie de 510.72 ha, lo que representa el 12.303% del total de la superficie del área del CCP. Esta recarga tiene lugar principalmente en zonas donde el suelo presenta una textura media y uso de suelo de selvas con más del 75% de cobertura vegetal, donde al agua de la lluvia es interceptado por la vegetación y cae al suelo infiltrándose lentamente. Con respecto a las zonas donde no se infiltra y, por consiguiente, no existe recarga, el tipo de suelo corresponde a gleysoles con textura fina y uso de suelo de pastizales con 50-75% de cobertura vegetal principalmente.

Flora.

Con base en el uso de suelo y vegetación en el CCP, los porcentajes de ocupación de superficies de las comunidades vegetales primarias y secundarias son: 2.57% de selva alta perennifolia, 10.98% de selva alta perennifolia con vegetación secundaria, 0.81% de vegetación de galería-popal y 3.97% de vegetación secundaria de selva; las cuales se integran en diversas formas biológicas como árboles, arbustos, herbáceas, lianas, enredaderas, epífitas, hemiepífitas, parasitas y acuáticas. La flora reportada para las comunidades vegetales se integra en 158 plantas vasculares agrupadas en 55 familias, destacando, por presentar mayor número de especies, las siguientes: Fabaceae, Malvaceae, Moraceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, y Rubiaceae. De las especies registradas, se encuentran algunas en estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna.

Se identifican un total de 484 individuos pertenecientes a 77 especies de 4 grupos faunísticos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), clasificados en 25 órdenes y 43 familias. La distribución, abundancia y, por lo tanto, la diversidad, se encuentran intrínsecamente asociadas a los componentes agua y vegetación; los gráficos de abundancia relativa muestran mayor diversidad en vegetación de pastizal y selva alta perennifolia con vegetación secundaria. De las especies reportadas se determina que 22 se encuentran sujetas bajo alguna categoría de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo 1 anfibio, 5 reptiles, 13 aves y 3 mamíferos.

Áreas sensibles.

En el CCP no se identifica ningún Área Natural Protegida o Región Prioritaria. Sin embargo, en el tema se identifican 7 Unidades de Gestión Ambiental (UGAS), destacando entre ellas, por las políticas ecológicas asignadas y por los usos de suelo predominantes, la UGA 4 de conservación con uso de suelo predominante forestal, la UGA 13 de restauración para flora y fauna y la UGA 16 de protección con uso de suelo espacio natural acuático.

Paisaje.

De cinco unidades paisajísticas analizadas, cuatro de ellas presentan valor Bajo, interpretándose estéticamente sin belleza singular, ambientalmente como zonas impactadas, socialmente sin rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente sin planificación de sus suelos. Destaca por su resultado Medio la unidad paisajística 5 ubicada en la parte S del área con 821 ha, siendo la menos habitada con 8 personas de 3 localidades; se conforma topográficamente de lomeríos muy suaves donde drena el arroyo Nexmegata; posee vegetación de selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva, popal y vegetación de galería, además de una plantación forestal; así también se registra la presencia de fauna con categoría de conservación.

SERVICIOS AMBIENTALES

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, traducido del idioma inglés Millennium Ecosystem Assessment (MEA), es un programa de trabajo internacional diseñado para satisfacer las necesidades que tienen los responsables de la toma de decisiones y el público en general, de información científica acerca de las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las opciones para responder a esos cambios.

Dependiendo de los bienes y servicios que ofrecen, los servicios ambientales han sido agrupados como sigue: servicios de soporte, de provisión, de regulación y culturales (MEA, 2005).

Tomando en cuenta el estado actual que guardan los componentes ambientales que conforman el entorno del CCP y basados en la clasificación de la MEA, los servicios ambientales identificados son los siguientes:

Servicios de soporte.

Los servicios de soporte son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas y permiten la provisión del resto de los servicios, los cuales pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano (MEA, 2005).

Entre este tipo de servicios se encuentra el *mantenimiento de la biodiversidad* que ofrecen las comunidades vegetales primarias y secundarias. Estas albergan especies de individuos animales y diversidad de formas biológicas vegetales, no omitiendo mencionar la presencia de aquellas especies sujetas bajo alguna categoría de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por citar algunas en el caso de flora: la palmilla (*Zamia loddigesii*), bari o leche amarilla (*Calophyllum brasiliense*), conacaste (*Enterolobium schomburgkii*), palo de collar (*Ormosia isthmensis*), urucusillo (*Sloanea terniflora*) y el cedro (*Cedrela odorata*); y en el caso de fauna: mazacuata (*Boa constrictor*), iguana verde (*Iguana iguana*), tortuga rugosa de monte (*Rhinoclemmys areolata*), tucancillo collarejo (*Pteroglossus torquatus*) y el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), entre otras.

Las comunidades vegetales también ofrecen el servicio de *formación de suelos*, comprendiendo su conservación y fertilidad. Tal es el caso de los suelos de tipo Acrisoles (presentes en 0.19% en el CCP), los cuales son suelos ácidos que en condiciones naturales tienen vegetación de selva y se caracterizan por presentar arcilla en el subsuelo. Es difícil cultivar en ellos, salvo el cacao, café o piña, sin embargo, el uso más adecuado es el forestal.

Otros servicios de soporte en los que se implican periodos largos de tiempo son el *ciclo de nutrientes* y *control biológico*. Los anteriores se encuentran también en las comunidades vegetales, de ahí la importancia que representa la conservación de las mismas, pues en total, las comunidades vegetales primarias y secundarias ocupan tan solo 18.25% de la superficie total del CCP. En contraste, la superficie destinada a actividades ganaderas corresponde a un 72.53%.

Servicios de provisión.

Los servicios de provisión son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además, pueden ser o no renovables (MEA, 2005).

La presencia de cuerpos de agua superficial y subterránea (arroyos, presas pozos de extracción de agua) ofrecen servicios de *provisión de agua*, los cuales reciben altos índices de lluvia en los meses de septiembre y octubre, comprendidos entre 403.3 mm y 576.88 mm. Sin embargo, según resultados de laboratorio, sus aguas desmerecen calidad al no cumplir con las normas y estándares de salud por la presencia de contaminación por microorganismos (coliformes), bajo contenido de oxígeno disuelto, altas concentraciones de detergentes y características de turbidez; no cumpliendo con ello en la definición de servicio de provisión de agua para consumo humano.

Los suelos presentes ofrecen servicios de provisión de *recursos de consumo o producción de alimentos*. Los Luvisoles son suelos con acumulación de arcilla, que soportan la agricultura con rendimientos moderados, pero los pastizales cultivados pueden permitir buenas utilidades para la ganadería; los Gleysoles son suelos pantanosos, donde se estanca el agua la mayor parte del año saturándolos y soportando vegetación de pastizal; por último, los Acrisoles son suelos ácidos y se

caracterizan por presentar arcilla en el subsuelo, es difícil cultivar en ellos, salvo el cacao, café o piña, sin embargo, el uso más adecuado es el forestal.

Al integrase en diversas formas biológicas como árboles, arbustos, herbáceas, lianas, enredaderas, epífitas, hemiepífitas y parasitas, en las comunidades vegetales se pueden encontrar servicios relacionados a la *provisión de recursos medicinales* y *ornamentales*, siempre y cuando estos sean aprovechados de manera responsable y sustentable.

Servicios de regulación.

Los servicios de regulación son lo que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente humano (MEA, 2005).

El *control de inundaciones*, es un servicio que ofrecen las comunidades vegetales. Cabe recordar que el clima del área se caracteriza, además de las altas temperaturas, por las intensas precipitaciones ocurridas en los meses de septiembre y octubre, lo que provoca encharcamientos y riesgos por inundaciones en suelos principalmente de tipo Gleysol o suelos pantanosos con uso de suelo de pastizales; mientras que el valor más alto de recarga potencial , es decir, donde el agua es interceptada por la vegetación y cae al suelo infiltrándose lentamente y evitando los riesgos anteriores, se encuentra en superficies con suelo de textura media y uso de suelo de selvas.

Las altas temperaturas, así como las intensas precipitaciones, son factores representativos del clima del área de estudio. Este último ocasiona la pérdida de suelos, especialmente en escenarios carentes de cobertura vegetal, favorecido por las elevaciones y pendientes naturales existentes. El *control de erosión de suelos*, es un servicio de regulación existente en las comunidades vegetales, ya que estas proveen al suelo de cobertura vegetal con capacidad de retención del suelo.

Tanto las comunidades vegetales como los lomeríos, brindan servicios de regulación al *proteger el área contra el impacto de huracanes*, es por ello que resulta importante la conservación de tales componentes naturales.

Servicios culturales.

Los servicios culturales pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas (MEA, 2005).

A pesar que en el área no se cuenta con lugares considerados de belleza singular, ambientalmente íntegros, con rasgos sobresalientes para sus habitantes o con planificación en sus suelos, se ubican en la parte sur del CCP 821 hectáreas que

pueden ser consideradas como fuente de inspiración y/o con capacidad recreativa. Se debe lo anterior, al entorno natural del área; conformado topográficamente por lomeríos muy suaves donde drena el arroyo Nexmegata, posee vegetación de selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación secundaria de selva, popal y vegetación de galería, además de una plantación forestal; así también se registra la presencia de fauna con categoría de conservación entre los que se mencionan el tucancillo collarejo y el tucán pico canoa. Este lugar comprende 3 localidades, San Ignacio (o Los Nava), La Providencia y La Primavera con apenas 8 personas.

8.4 Registro y descripción pasivos ambientales (daños preexistentes).
8.4.1 Fase I. Investigación histórica.

Antecedentes.

Entre las áreas que destacan a nivel nacional por la cantidad y diversidad de instalaciones de la industria petrolera, se encuentra la región de la cuenca baja de los ríos Coatzacoalcos y Tonalá, la cual abarca los municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Cosoleacaque, Nanchital e Ixhuatlán del Sureste.

Por el desarrollo de una economía industrial basada en los hidrocarburos, esta región tuvo un crecimiento demográfico importante que afectó a sus principales centros urbanos, en especial a partir del decenio de 1960, pero sobre todo durante los años 70; de ahí que la industrialización regional haya ido aparejada de importantes concentraciones urbanas en el centro, norte y noroeste de la zona, las cuales contrastan con el gran número de asentamientos rurales ubicados en forma dispersa, preferentemente hacia el sur, este y sureste de la misma.

Al mismo tiempo, en esta región se presentan condiciones ambientales cuyas características la convierten en un espacio integrado por ecosistemas diversos de gran fragilidad y vulnerabilidad, dada la notoria concentración de instalaciones petroleras y de asentamientos humanos.

La “petrolización” de la economía nacional ocurrida desde el decenio de los años 70, ha provocado que gran parte de las divisas obtenidas por la exportación de petróleo crudo ingresen como impuestos al gobierno federal (actualmente alrededor del 40% de la captación fiscal del Estado procede de PEMEX). Ello ha reducido el monto disponible por la paraestatal para llevar a cabo los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de sus instalaciones industriales y de la red de ductos, lo que ha ocasionado que los problemas de fugas y derrames a lo largo de ésta sean cada vez más frecuentes en la región de Coatzacoalcos, por estar concentrada en ella una amplia infraestructura industrial de PEMEX, sobre todo en el área petroquímica (SEMARNAT, 2010).

En la siguiente sección se presenta la información resultante de la investigación histórica. Se adjunta un diagrama de flujo, para pronta referencia, de las etapas realizadas para la obtención de información e identificación de sitios potencialmente contaminados.

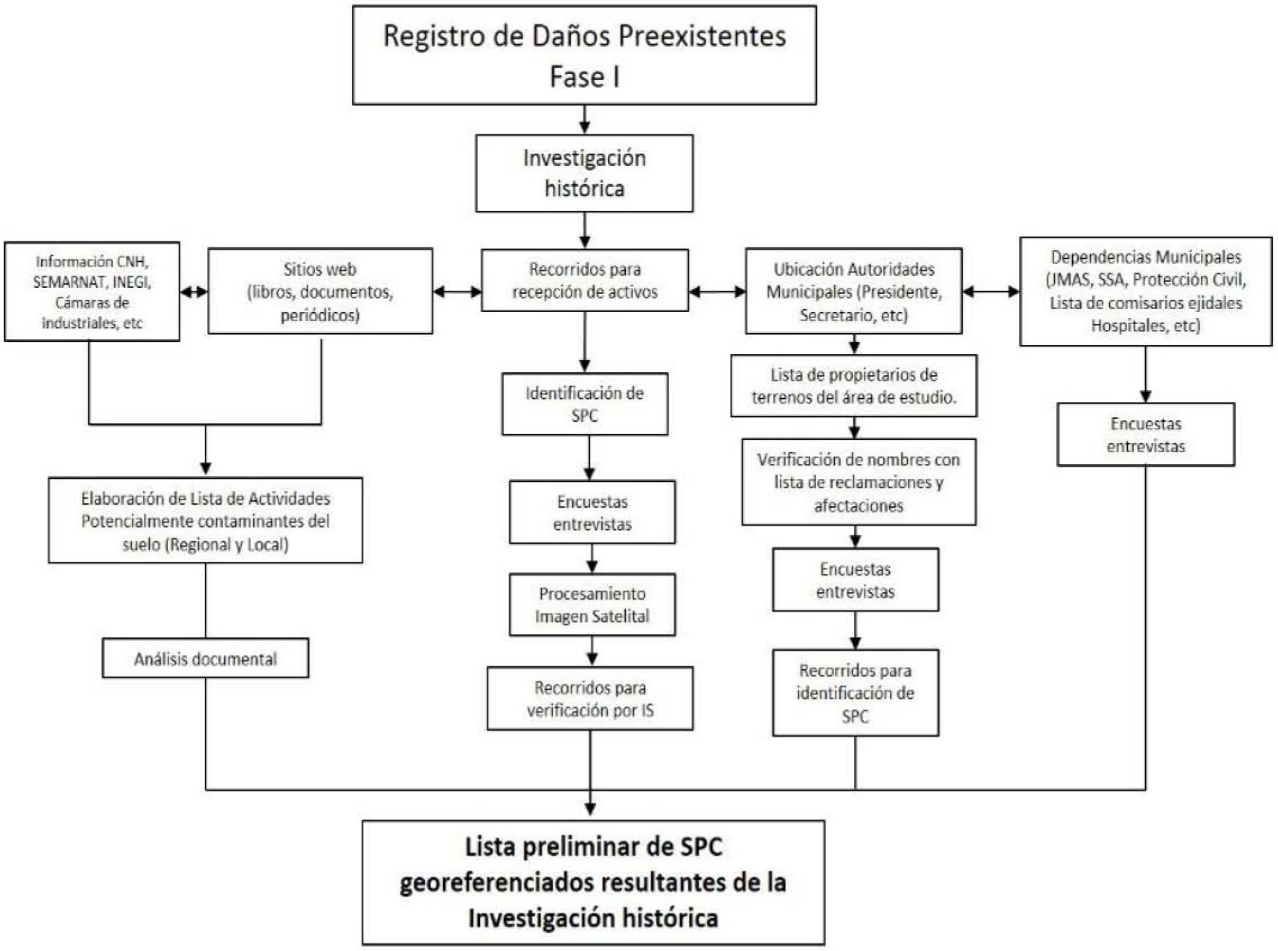


Figura 122. Diagrama de Flujo de actividades llevadas a cabo para la identificación de suelos potencialmente contaminados (fase 1).

- **<u>Elaboración de lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo</u>.**

Las *actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo*, se refieren a aquellas que son del tipo industrial o comercial en las que, por el manejo de sustancias peligrosas o por la generación de residuos, pueden contaminar el suelo.

Para la elaboración de la lista de Actividades Industriales potencialmente contaminantes del suelo, se realizó la consulta de información disponible dentro del contexto regional y local.

Contexto regional.

Para el tema de actividades industriales predominantes como parte del contexto regional el área de estudio se encuentra ubicada dentro del Istmo de Tehuantepec, que es la parte más angosta de la República Mexicana, rica en petróleo, gas, madera, minerales, agua y energía eólica.

Es una franja de tierra con litoral en el Golfo de México, por el norte, y con litoral en el Océano Pacífico, por el sur, que se encuentra divido en dos áreas: Istmo norte (Coatzacoalcos) e Istmo sur (Oaxaca).

El Istmo Norte se encuentra en la cuenca baja del río Coatzacoalcos, en el estado de Veracruz, en esa región se ha desarrollado uno de los polos petroleros y petroquímicos más importantes de México y de América Latina.

Para analizar las actividades se contempló, dentro del contexto regional, la que algunos autores consideran la Región de Coatzacoalcos, que comprende los municipios de Coatzacoalcos, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Ixhuatlán del Sureste, Agua Dulce, Cosoleacaque, Minatitlán y Moloacán. Esta región fue seleccionada considerando la alta densidad de industrias instaladas.

En este sentido se revisaron y analizaron las siguientes fuentes de información:

- Reporte de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) 2013 que emite la SEMARNAT, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire.
- Información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) publicado por INEGI.
- Páginas web de PEMEX, para revisar la infraestructura existente en la Región.
- Base de datos de licencias de establecimientos que fabrican sustancias tóxicas o peligrosas para la salud publicado por la Comisión Federal para la Prevención contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).
- Asociación de Industriales del Estado de Veracruz (AIEVAC) región sur, entre otras cámaras de la región de Coatzacoalcos

En el Apéndice 8 Lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo en la Región Coatzacoalcos, se indica el resultado del análisis de las fuentes de información.

Apéndice 8. Lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo en la Región Coatzacoalcos.

A manera de resumen se presenta la siguiente tabla que contiene los resultados de manera general dentro del contexto regional.

Tabla 145. Resumen de actividades potencialmente contaminantes del suelo.

Municipio	No. de industrias	Ramo
Coatzacoalcos	11	Petróleo y Petroquímica
	8	Química
	1	Alimenticio y/o de consumo humano
	1	Metalúrgica (incluye la siderúrgica)
	1	Otros (Almacenamiento de productos)
Minatitlán	3	Petróleo y Petroquímica
	1	Química
	1	Otros (tratamiento de aguas)
Agua Dulce	1	Petróleo y Petroquímica
	1	Servicios de salud y asistencia
Cosoleacaque	1	Petróleo y petroquímica
	4	Química
Ixhuatlán del Sureste	2	Petróleo y petroquímica
	1	Química
Jaltipan	1	Alimenticio y/o de consumo humano
Moloacán	1	Petróleo y petroquímica
Nanchital de Lázaro Cárdenas	1	Servicios de salud y de asistencia

De la información obtenida, se encontró que dentro de la región se encuentran instaladas 40 industrias cuyas actividades podrían resultar potencialmente contaminantes del suelo, entre las cuales se destacan las del ramo de la industria química, petróleo y petroquímica, alimenticio y/o de consumo humano, metalúrgica (incluyendo la siderúrgica), servicios de salud y asistencia y otros.

Del total de industrias el 47.5% pertenecen al ramo de petróleo y petroquímica, el 35% al ramo de química, 5% ramo alimenticio, 5% servicios de salud, 2.5% metalurgia y 5% otros.

De las 40 industrias, 22 se encuentran ubicadas en la ciudad de Coatzacoalcos, 5 en Minatitlán, 2 en Agua Dulce, 5 en Cosoleacaque, 3 en Ixhuatlán del Sureste, 1 en Jaltipan, 1 en Moloacán y 1 en Nanchital.

En este sentido el municipio que cuenta con mayor cantidad de industrias es Coatzacoalcos.

En este orden de ideas, la base de datos del RETC año 2013 nos indica un resultado en el que solo 4 industrias de las 40 reportan transferencia de metales y cianuro en suelos, 2 en Minatitlán y 2 en Coatzacoalcos.

El mayor porcentaje de las actividades potencialmente contaminantes del suelo es la del ramo del petróleo, petroquímica y química, siendo la primera la que cuenta con

mayores antecedentes de contaminación que se han presentado en la Región de Coatzacoalcos, la cual ha afectado, cuerpos de agua como el río Coatzacoalcos, suelos y aire.

Figura 123. Derrame de petróleo en el río Coatzacoalcos.

Fuente: http://www.greenpeace.org/mexico, publicación Derrame petrolero en Coatzacoalcos, Veracruz.

Contexto local.

El área de estudio se ubica en el Municipio de Moloacán, predominantemente en la localidad de Villa Cuichapa, donde fueron identificadas las principales actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo, considerando la información proporcionada por CNH, CONAGUA y los recorridos del personal de GBN-AS.

En las fuentes consultadas en gabinete, no se encontró información concreta de las actividades realizadas en el área de estudio, con excepción de la actividad petrolera de acuerdo a los estudios proporcionados por CNH, por lo que fue necesario, complementar la información a través de recorridos.

Actividades altamente contaminantes del suelo en el área de estudio.

1. Extracción de petróleo y gas
2. Rastro, contaminantes generados
3. Basurero municipal
4. Subestación de energía eléctrica
5. Servicios de salud

En este orden de ideas se verificó que en mayor medida la actividad potencialmente contaminante del suelo es la petrolera, así mismo se revisó información de las fugas y derrames que esta actividad ha ocasionado desde su creación.

Además del suelo, en el área de estudio, se encontró que no se cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, por consiguiente, estas descargas son realizadas al arroyo Nexmegata y a otros arroyos que se encuentran cercanos a las áreas con mayor densidad de población, el tema de evaluación de la calidad del agua se explica con mayor detalle en el tema de hidrología superficial y subterránea. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la contaminación del suelo por actividad petrolera.

Figura 124. Derrame de petróleo con origen pozo Cuichapa 176, ubicado dentro del Campo Cuichapa Poniente.

Fuente: http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=40978900

- **Recorrido para recepción de activos**

Como se mencionó en la metodología el personal de GBN-AS, paralelo a la investigación en gabinete llevaron a cabo los recorridos para recepción de activos de manera conjunta con personal del Regulado y PEMEX.

Se realizó un plan de recorridos para identificar de manera física los 258 pozos del listado proporcionado por CNH; dichas visitas sirvieron también para identificar SPC.

En algunos casos no se encontraron los pozos señalados por CNH, como se menciona en el Apartado 8.1.2 Identificación de infraestructura existente, sin embargo, personal de GBN-AS verificó la presencia de contaminación visible realizando un recorrido de un área perimetral al pozo de aproximadamente 1,000 m^2, en los lugares que se identificó contaminación, se registraron coordenadas en el sistema WGS84, se tomó evidencia fotográfica y en algunos casos se calculó un estimado del área afectada.

Se identificaron inicialmente 120 SPC, los cuales se registraron en una base de datos, "Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados en el Campo Cuichapa Poniente", estos SPC fueron identificados con la nomenclatura RI por Recorrido de Instalaciones para conocer la fuente de información e identificación.

Esta base de datos se analizó en gabinete, colocando las coordenadas de cada SPC en un archivo kmz, observando en el programa Google Earth que algunos pasivos se encontraban muy cercanos, estableciendo criterios de distancia estimada de 20 m entre uno y otro donde, aquellos que se encontraban muy cercanos se consideró uno solo, dando un resultado de 98 SPC por RI.

Dentro de este número se encontraron tres tipos de SPC de acuerdo a la zona afectada:

- **Tipo 1.** Contaminación en suelo, son aquellos que presentan contaminación visible en suelos principalmente con hidrocarburos, se presentan un ejemplo en las siguientes imágenes.

Fotografía 92. RI-7 referencia Pozo Cuichapa 166 ubicado a 42 m al SO del pozo, visible contaminación en suelo.

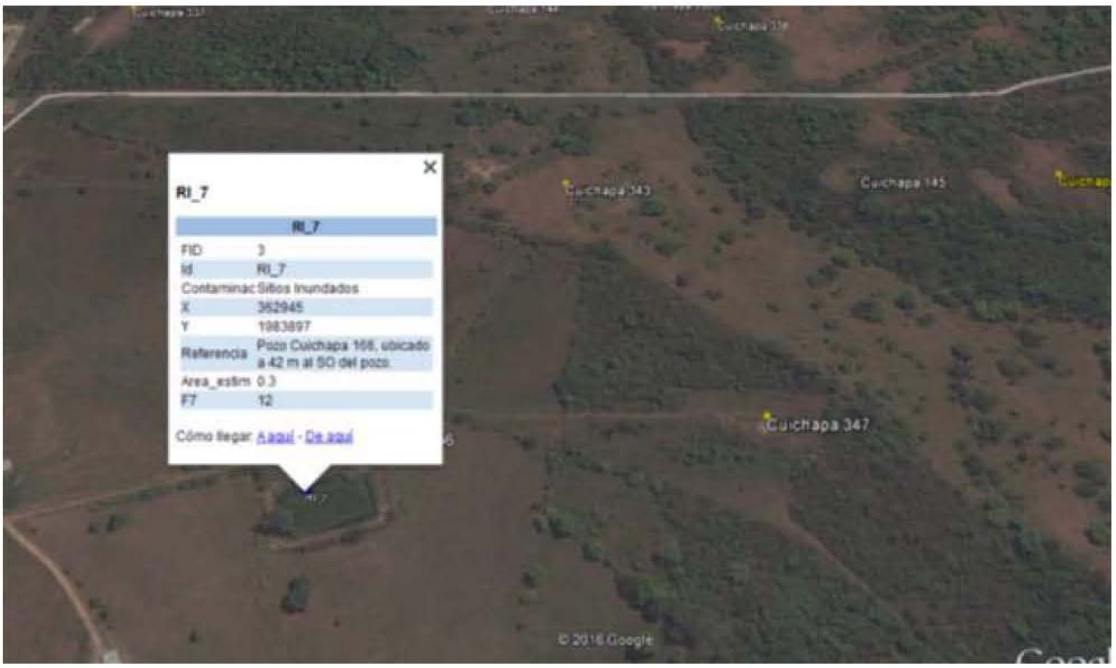


Figura 125. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación RI_7.

- **Tipo 2.** Contaminación en agua, son aquellas presas que fueron utilizadas en el pasado por las antiguas prácticas en las actividades petroleras como almacenamiento de lodos de perforación base aceite y/o residuos de hidrocarburo, en el presente algunas son utilizadas como abrevadero, sin embargo, presentan iridiscencia, lo que nos permite inferir que puede contener sedimento contaminado en el fondo de la misma. En la siguiente figura se presenta evidencia fotográfica y ubicación. Cabe mencionar que dentro de los cuerpos de agua que se observaron con iridiscencias, algunos son arroyos cercanos a SPC, estos han llegado a contaminarse por arrastre en temporada de lluvia.

Fotografía 93. RI-94 referencia Pozo Cuichapa 313, se ubica a 60 m al NO del pozo.

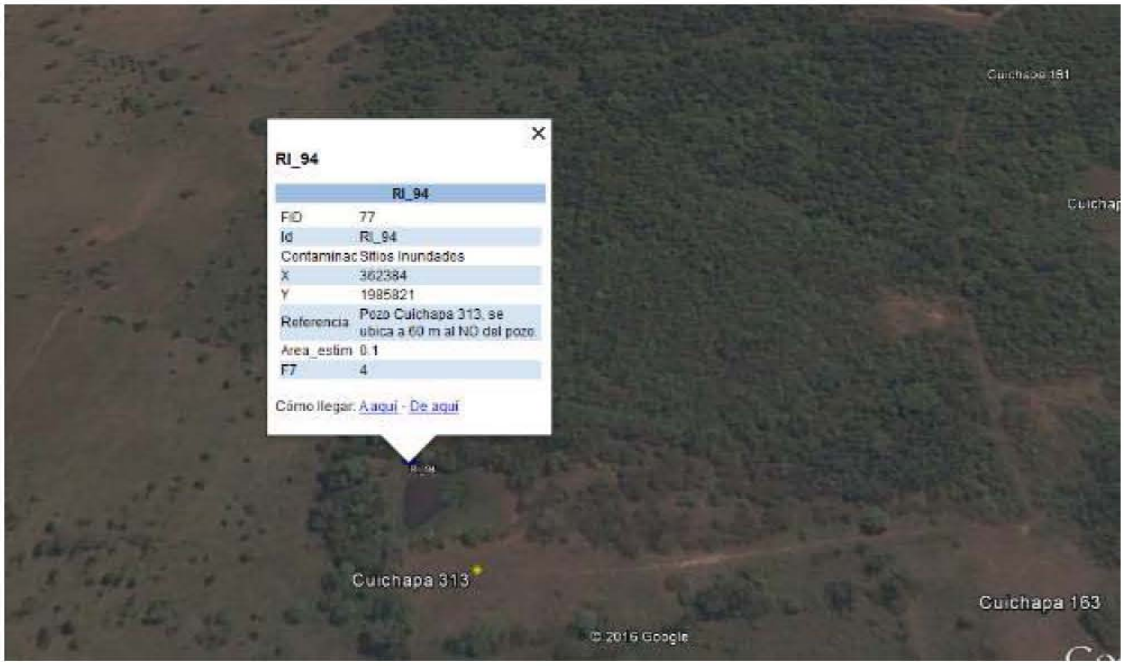


Figura 126. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación RI_94.

- **Tipo 3.** Contaminación en zona baja inundable son aquellos SPC que se encuentran en zonas inundables, por lo que en temporada de estiaje se puede observar contaminación con hidrocarburos de la vegetación propia de estas zonas, en época de lluvias se observan iridiscencias.

Fotografía 94. RI_51 referencia Pozo Cuichapa 316, ubicado a 54 m al SE del pozo.

Figura 127. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación RI_51.

Los resultados de los SPC identificados por recorridos para recepción de activos se concentraron en el Anexo Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados en el Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 31. Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

En la siguiente tabla a manera de resumen se muestra la cantidad de SPC identificados en los RI.

Tabla 146. Cantidad de sitios con potencial contaminación identificados en recorrido de instalaciones.

SPC identificados en:	Cantidad
Tipo 1. Suelo	49
Tipo 2. Presa	44
Tipo 3. Zonas inundables	5
Total	**98**

En la siguiente figura, se puede observar la imagen satelital generada incluyendo los 96 SPC, dentro del área de estudio, identificados en recorridos de recepción de activos.

Anexo 32. Mapa de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

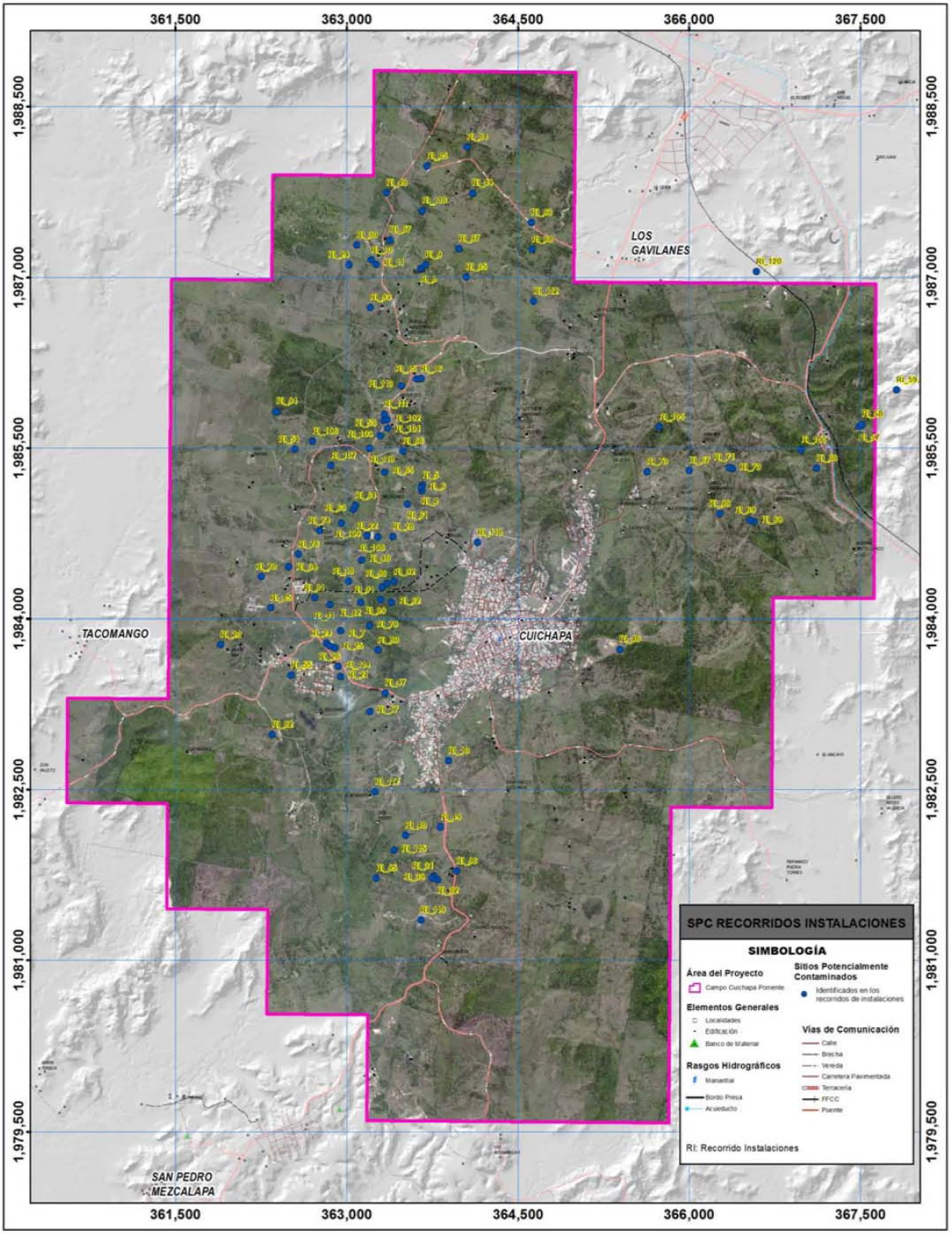


Figura 128. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados en los recorridos de instalaciones.

En los recorridos se observó otro tipo de daños ambientales, como el ocasionado por el rastro a los cuerpos de agua cercanos, el basurero municipal a cielo abierto de Villa Cuichapa donde aún no cuentan con un relleno sanitario como lo establece la NOM-083-SEMARNAT-2003, generando contaminación al aire, agua y suelo, así como cuerpos de agua contaminados por descargas de aguas residuales de las poblaciones cercanas. Al NE del CCP se identificó una instalación abandonada que fue utilizada por PEMEX como patio de tuberías y bodega de productos químicos, en el momento del recorrido se observaron envases deteriorados. Aledaño al sitio se encuentra un cuerpo de agua el cual es utilizado como presa de abrevadero por el propietario, este cuerpo de agua fue incluido dentro de los considerados para evaluación de la calidad del agua dentro del CCP, los resultados se incluyen en el tema correspondiente a hidrología. Los sitios descritos anteriormente se incluyeron en el listado de SPC con otro tipo de contaminación.

Fotografía 95. Basurero municipal a cielo abierto en la localidad de Villa Cuichapa.

Fotografía 96. Instalación utilizada por PEMEX como patio de tuberías y bodega de productos químicos y cuerpo de agua aledaño al patio de tuberías y bodega de productos químicos.

- **Uso de la imagen satelital para la identificación de sitios potencialmente contaminados.**

El proceso de la imagen satelital arrojó un resultado de un total de 186 SPC, por lo que, con la información de la ubicación de cada uno de ellos se elaboró un plan de recorrido para verificar en campo la información obtenida en la imagen satelital. Personal de GBN-AS utilizó como herramienta principal el equipo GPS cargando el archivo correspondiente a las coordenadas centroides de los186 SPC.

En campo se realizó un recorrido de un área perimetral a la coordenada centroide de aproximadamente 1,000 m^2, en todos los SPC se tomaron evidencias fotográficas, en

aquellos que se identificó contaminación visible, se registraron coordenadas de otros puntos de la presencia de contaminación en el sistema WGS84 y se tomó evidencia fotográfica.

Se llevó a cabo la misma clasificación que para los RI, Contaminación en suelo, presas y zonas inundables, estos SPC fueron identificados con la nomenclatura IS de Imagen Satelital para conocer la fuente de información e identificación.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de los SPC identificados mediante IS.

Fotografía 97. IS_188 se ubica a 132 m al NE del pozo Cuichapa 102, contaminación en suelo (zona baja inundable).

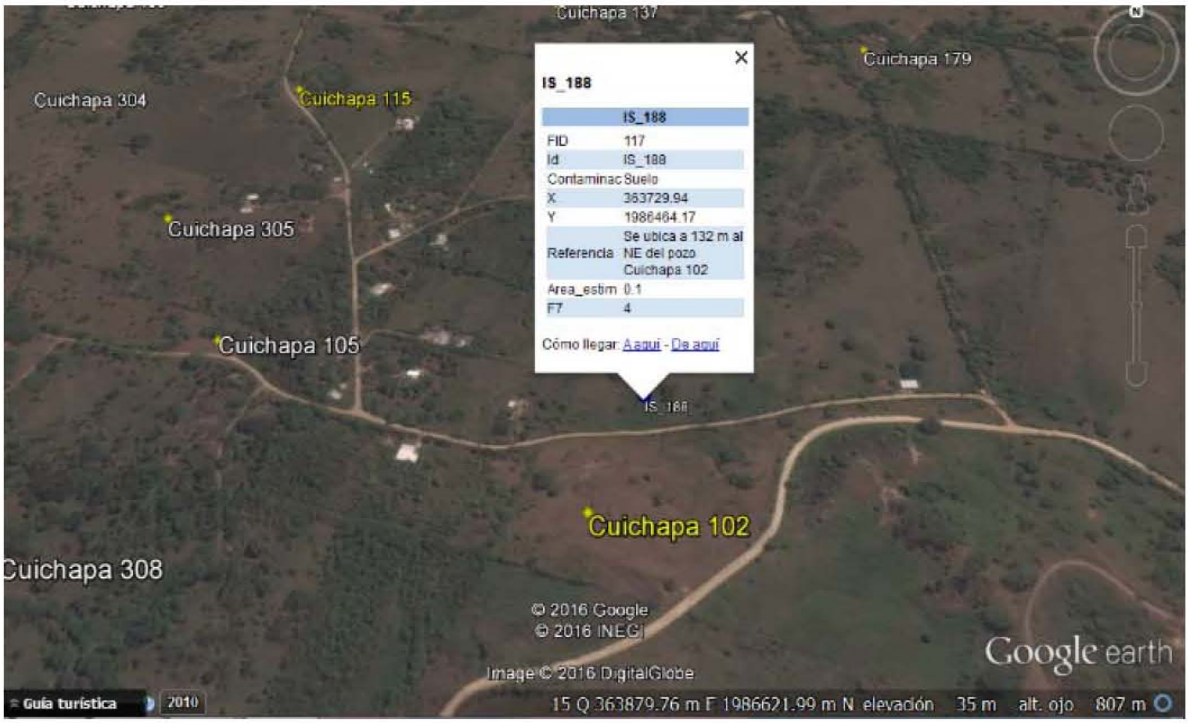


Figura 129. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación IS_188.

Los resultados de los SPC identificados por imagen satelital se concentraron en el Anexo Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados en el Campo Cuichapa Poniente. En la siguiente tabla a manera de resumen se muestra la cantidad de cada tipo de SPC.

Tabla 147. Cantidad de sitios con potencial contaminación identificados por imagen satelital.

SPC identificados en:	Cantidad
Tipo 2. Presa	37
Tipo 3. Zonas inundables	9
Total	**46**

En la figura siguiente se pueden observar en la imagen satelital los 46 SPC, dentro del área de estudio identificados por IS.

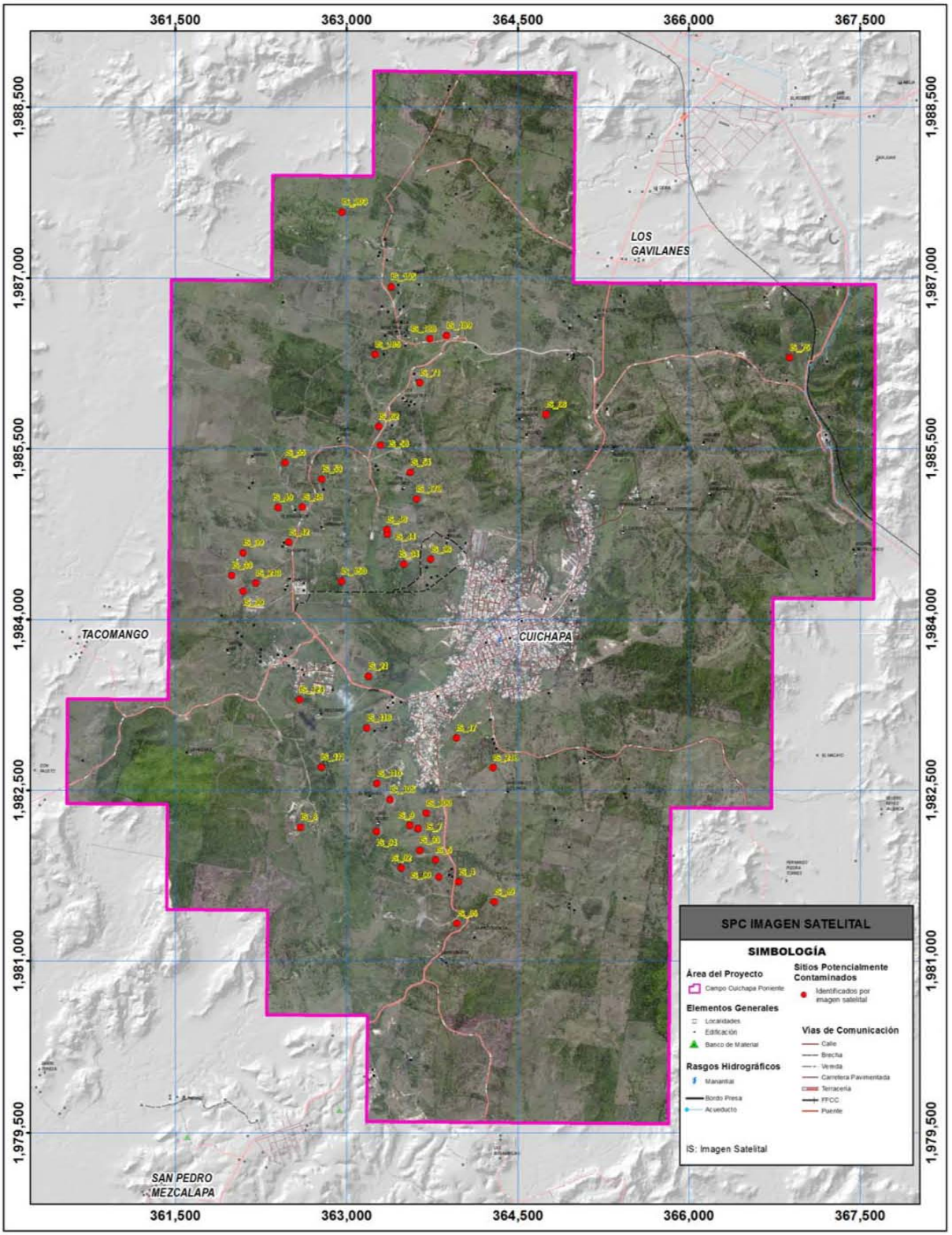


Figura 130. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados por imagen satelital.

Los datos obtenidos del procesamiento de la imagen satelital no fueron concluyentes de la existencia de SPC, sin embargo fueron una guía de aproximación para la evaluación de los sitios, que se complementó con la información obtenida de la CNH, análisis históricos, entrevistas con lugareños, estudios previos de entidades gubernamentales, académicos e investigadores realizados en la zona, lo verificado en sitio por el personal de campo mediante recorridos dirigidos, para, en su caso, realizar el muestreo posterior de sitios con evidencia potencial de contaminación y la caracterización de acuerdo a las normas oficiales mexicanas.

- **Investigación de gabinete para identificar antecedentes de sitios potencialmente contaminados.**

- **Solicitud de información a dependencias**.

Como se mencionó en la metodología se solicitó información mediante oficio u otros medios a dependencias como CONAGUA, SEMARNAT, PROFEPA, PEMEX, CNH. De las cuales a la fecha sólo se obtuvo respuesta de CONAGUA, quedando pendiente PROFEPA, CNH o PEMEX en su caso, SEMARNAT (SISCO).

- **Expedientes PROFEPA CAMPO CUICHAPA**.

En relación a los expedientes enlistados en el archivo EXP PROFEPA CUICHAPA, se realizó un plan de recorridos para verificar en campo el estado de cada uno de ellos a manera de resumen se presenta la siguiente tabla con las observaciones pertinentes.

Tabla 148. Relación de expedientes PROFEPA CAMPO CUICHAPA y observaciones de los recorridos de campo.

No.	Instalación	Acta inspección	No. Expediente PROFEPA	Observaciones de recorridos
1	Batería de Separación Cuichapa No. 1	30-112-UV-002/2003	30-112-UV-002/2003	Se consideró como SPC por considerarse una instalación en abandono.
2	Batería de Separación Cuichapa 3	s/n	30-112-UV-003/2003	Se consideró como SPC por considerarse una instalación en abandono.
3	Batería de Separación Cuichapa No. 3	s/n	30-112-UV-012/2004	Referido en el Resumen Ejecutivo CNH. Se consideró como SPC por considerarse una instalación en abandono.
4	Batería de Separación Cuichapa 1	s/n	30-112-010/2004	Se consideró como SPC por considerarse una instalación en abandono.
5	Batería de Separación Cuichapa No. 2	s/n	30-112-UV-014/2004	Fueron identificados 6 pasivos por encuesta y 1 por recorrido para recepción de activos, que se encuentran aledaños a la Batería de Separación, sin embargo, no se cuenta con la certeza de haber considerado el referido en el expediente.
6	Derecho de vía del Gasoducto de 18" de diámetro Estación de Compresión Cuichapa Complejo Procesador de Gas La Venta	27-08-P-279/2007	PFPA/TAB/47/327-2007	De acuerdo a personal del área de producción de PEMEX, nunca operó este gasoducto debido a diferencias de presiones con otras interconexiones. No se cuenta con mayor referencia de algún antecedente.

No.	Instalación	Acta inspección	No. Expediente PROFEPA	Observaciones de recorridos
7	Línea de Inyección de Agua 3" Ø Estación "A" Pozo Cuichapa 307, Km.0+400	PFPA/VER/47/078-08	PFPA/VER/47/0078/2008	Referido en el Resumen Ejecutivo CNH. Se llevó a cabo encuesta, el propietario refiere que se trató de una fuga de agua salada y hubo afectaciones, no se observa daño a simple vista. De igual manera no se cuenta con mayor información.
8	Kilómetro 0+850 del Oleoducto de 10" de diámetro Planta Deshidratadora El Plan -paralelo, cruce carretero El Plan a Cuichapa	PFPA.36.2/2C.27.1/0400-2011		No se tiene la certeza de la ubicación exacta del SPC, refiere personal operativo de PEMEX que al parecer se encuentra fuera del CCP. No se cuenta con mayor información.
9	Localización del Gasoducto de 6" de diámetro bombeo Neumático, Estación de Compresora Cuichapa - Estación No. 11	PFPA.36.2/2C.27.1/0012-2012	PFPA.36.2/2C.27.1/0012-2012	Referido en el Resumen Ejecutivo CNH. Se llevó a cabo encuesta, el propietario refiere que se trató de una explosión del 2012, hubo afectaciones, en el sitio a simple vista no se observa daño.
10	Pozo Cuichapa No. 176	PFPA/36.2/2C.27.1/0391-2013		Por la referencia de la instalación el SPC se identificó por diversas fuentes de información, diarios locales en donde contenía el nombre del propietario, lista de reclamaciones y afectaciones se consideró dentro de los SPC identificados por encuesta, sin embargo, no se tiene la ubicación exacta para comparar si se trata del mismo SPC.

Tomando como referencia los datos de las instalaciones, en el caso de las Baterías de Separación en los recorridos para la recepción de activos se incluyeron las mismas, en las que se observó que existen SPC en diferentes puntos, por lo que en estos casos se tomaron en consideración las áreas que se observaron con potencial contaminación.

El resto de las instalaciones mencionadas, dentro del plan de recorridos, se consideraron aquellos que hacían referencia a un pozo; tal es el caso del Cuichapa 176.

En el análisis documental se observó que en el Resumen Ejecutivo AR-0437-Campo Cuichapa Poniente emitido por la CNH, en el punto viii. Condiciones socio-ambientales, menciona que se cuentan con 3 expedientes administrativos instaurados por PROFEPA y que el Estatus Legal es cerrados favorables para PEP, comparando los dos archivos se observa que el archivo EXP PROFEPA CUICHAPA, enlista 10 expedientes y en el Resumen Ejecutivo solo se mencionan 3.

A través del Regulado se solicitaron los expedientes enlistados en los archivos antes mencionados, así como otros expedientes del área de estudio, tales como lista de sitios saneados, lista de reclamaciones y afectaciones antes de 2012, durante el periodo de elaboración del presente estudio no se contó con esta información.

En este orden de ideas, el Resumen Ejecutivo en el mismo apartado menciona que cuenta con un registro de un pasivo con una superficie de 0.3774 ha del área aledaña a la BS Cuichapa 2, sin establecer coordenadas de referencia.

En el plan de recorrido, de igual manera se incluyó la BS Cuichapa 2 y se enlistaron los SPC ubicados en las áreas aledañas a la misma, como se indica en las observaciones de recorridos de la tabla anterior.

- **Libros, revistas, periódicos y publicaciones.**

Parte de la investigación histórica fue la búsqueda de información a través de publicaciones de SEMARNAT, INECC, Colegios del Estado de Veracruz, revistas, periódicos nacionales, regionales, locales.

Con la información obtenida de la investigación en gabinete se elaboró una lista de manera general, referenciando lo más cercano como el pozo, LDD o nombre del propietario, etc., para cruzar información con la lista de reclamaciones y afectaciones 2012 -2015 y revisar que no se duplicara información con la obtenida en los recorridos de instalaciones, imagen satelital y encuestas, en su caso. Analizada la información se realizó un programa de recorridos para verificar en campo. En la siguiente tabla se muestra el resultado y observaciones.

Tabla 149. Resultados del análisis de documentos en gabinete y observaciones de los recorridos de campo.

No.	Fuente de información	Referencia (pozo, instalación)	Municipio	Análisis del documento	Observaciones de los recorridos
1	Publicación Colegio de Veracruz 2009, "Contraloría Social de Protección al ambiente: Una propuesta a partir de las afectaciones de PEMEX en Veracruz. Autor: Rafael Vela Martínez.	Pozo Cuichapa 107	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Pozo Cuichapa 107, Refieren la fecha de derrame el 6 de junio de 2015	Se llevó a cabo encuesta al propietario, refiere que se realizó limpieza del sitio.
2	Diario Imagen del Golfo, nota, Se derrama crudo en parcelas de Villa Cuichapa, de fecha 7 de julio de 2014. http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=41013809	Pozo Cuichapa 502	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver. Rancho Los Mechones	Pozo C-502, Propietario del predio Audencio Delfín Morales. Rancho Los Mechones. Existen reclamaciones en la base de datos de este propietario. Derrame 7 de julio 2014	Habían sido identificado por recorrido de instalaciones y por nombre de propietario en la lista de reclamaciones y afectaciones 2012-2015
3	Revista Proceso, de fecha 15 de enero de 2005; nota Silencio, la respuesta de Pemex a los derrames. http://www.proceso.com.mx/224729	Pozo Cuichapa 15	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Pozo Cuichapa 15-, El derrame ocurrió aprox. El 15 de enero de 2005, según fuente de información.	No se logró entrevista con el propietario, [redacted] El encargado no conoce si hay afectación en el predio.

No.	Fuente de información	Referencia (pozo, instalación)	Municipio	Análisis del documento	Observaciones de los recorridos
4	Publicación Colegio de Veracruz 2009, "Contraloría Social de Protección al ambiente: Una propuesta a partir de las afectaciones de PEMEX en Veracruz. Autor: Rafael Vela Martínez. Periódico el dictamen; 16 de enero de 2007.http://60minutos.info/pemex-sin-responder-por-dano-y-perjuicios/	Pozo Cuichapa 176	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Pozo Cuichapa 176-, El derrame ocurrió aprox. El 16 de enero de 2007, según fuente de información. Expediente Profepa No. PFPA/36.2/2C.27.1/0391-2013. Pablo Rosado Torruco, así mismo se encuentra en la lista de reclamaciones y afectaciones 2012-2015	Se llevó a cabo encuesta al propietario encontrando un SPC en el predio, se consideró en la lista preliminar como encuesta.
5	Periódico el Sotavento; 23 de noviembre de 2007. http://archivo.vazquezchagoya.com/?p=3402	Rancho "El Paraíso"	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	El derrame ocurrió aprox. El 16 de enero de 2007, según fuente de información. Asimismo, vuelve a suceder derrame en noviembre de 2013	Se consideró en la lista preliminar como SPC identificado por RI, ya que un cuerpo de agua cercano presentaba iridiscencia.
6	Diario 60 minutos de fecha 18 de agosto de 2015, nota Retira PEMEX viejo transformador.	Pas-Askareles- ex biblioteca de PEMEX	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Ex biblioteca de PEMEX	Se realizó el recorrido, no se observó contaminación aparente donde se encontraba el transformador.
7	Diario 60 minutos de fecha 13 de enero de 2013, "La Grilla es la Grilla".	Pas-Askareles-Plaza Benito Juárez	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Transformador de CFE ubicado frente a la plaza Benito Juárez. Fecha aprox 13 de enero de 2013.	Se realizó el recorrido, no se observó contaminación aparente donde se encontraba el transformador.
8	Publicación Instituto Nacional de Ecología; ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS AMBIENTALMENTE SENSIBLES A LOS EFECTOS POR DERRAMES DE HIDROCARBUROS; 16 de noviembre de 2007; http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/2008_inf_final_hidrocarburos.pdf	Crudo. Oleducto de 3" diámetro, entre la presa API y la planta. Ejido Ágata	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Página 101 de la publicación. Indica fuga de petróleo crudo 100 litros, afectación 140 m2. Oleducto de 3" diámetro, entre la presa API y la planta. Ejido Ágata, Mpio. Moloacán. Fecha de afectación 4 de agosto 2008.	No se encuentra dentro del CCP
9	Publicación Instituto Nacional de Ecología; ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS AMBIENTALMENTE SENSIBLES A LOS EFECTOS POR DERRAMES DE HIDROCARBUROS; 16 de noviembre de 2007; http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/2008_inf_final_hidrocarburos.pdf	Oleoducto de 6" diámetro del campo Ágata. Ejido Tlacuilolapan	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Página 104 de la publicación. Indica fuga de petróleo crudo 1 barril de crudo, afectación 50 m2. Oleoducto de 6" diámetro del campo Ágata. Ejido Tlacuilolapan, Mpio. Moloacán. Arroyo Nexmegata. Fecha de afectación 28 de agosto 2008.	No se encuentra dentro del CCP.
10	Informe de Resultados de encuestas, PACMA PEMEX, agosto- septiembre de 2014, Municipio de Moloacán Veracruz.	Río Nexmegata	Moloacán, Ver. Localidad Villa Cuichapa, Ver.	Río Nexmegata, en la publicación refiere que se encuentra contaminado y en los recorridos de campo se observa que es el mismo río en el que descarga el rastro municipal.	Se consideró dentro de los cuerpos de agua para llevar a cabo el análisis de la calidad de la misma.

- **Encuestas y/o entrevistas.**

Personal de GBN-AS, acudió a las oficinas del Gobierno Municipal, solicitando el directorio de los funcionarios públicos, lo que permitió identificar aquellos que pudieran proporcionar información que nos permitiera conocer los antecedentes de contaminación previa dentro del contexto regional y local.

En este sentido, se logró tener acercamiento con el Secretario de Gobierno, el cual proporcionó datos de los comisarios ejidales. Se solicitó reunión también con el departamento de Protección Civil, sin embargo, a la fecha no se ha podido concretar.

En este orden de ideas los comisariados ejidales proporcionaron algunos nombres de propietarios y ubicación de los predios dentro del cual se encuentra inmersa el área de estudio.

Los nombres proporcionados fueron el insumo para revisar la información proporcionada por el regulado, en particular la base de datos de afectaciones recibidas del 2012 al 2015 del Activo Cinco Presidentes, la base de reclamaciones 2012 al 2015, las cuales contienen, entre otros, el nombre del propietario.

Como se mencionó anteriormente, se solicitó, a través del Regulado, la base de datos anteriores a las referidas, sin embargo, no se ha obtenido información a la fecha.

Anexo 33. Encuestas de Aspectos Ambientales. Campo Cuichapa Poniente.

El número total de encuestas aplicadas fue de 81, principalmente a propietarios de predios donde se llevan a cabo actividades petroleras, aquellos que se encuentran en las listas mencionadas, funcionarios de Gobierno Municipal, vecinos de áreas aledañas a instalaciones petroleras en operación y en estado de abandono, y a personal de clínicas de salud.

Para el análisis de las encuestas se elaboró una base de datos para identificar fácilmente aquellos SPC referidos por los encuestados.

De las 81 encuestas se encontraron 4 tipos de casos:

Caso 1. Los SPC ya se encontraban identificados por alguna otra fuente de información, por lo tanto, se eliminaron.

Caso 2. Ya se habían identificado por RI, sin embargo, fueron identificados mayor cantidad de SPC existentes en un mismo predio.

Caso 3. Los propietarios señalaron que los sitios que en su momento habían presentado contaminación, ya se habían "limpiado" o "saneado", sin embargo, se

consideraron como un SPC por no contar con información oficial del saneamiento del sitio.

Caso 4. Los propietarios señalaron que los sitios ya se habían "limpiado" o "saneado", sin embargo, se observaban SPC principalmente con hidrocarburo, por lo que se consideraron dentro de la base de datos.

En cada SPC identificado se realizó un recorrido, en algunos casos, con el propietario o encargado, tomándose coordenadas en el sistema WGS84 así como evidencia fotográfica. Estos SPC fueron identificados con la nomenclatura EN de Encuesta para conocer la fuente de información e identificación. El total de SPC identificados por encuesta son 22.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de los SPC identificados mediante EN.

Fotografía 98. EN_18 Pozo Cuichapa 146, se ubica a 214 m al SE del pozo. Propietaria Norberta López.

Figura 131. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación EN_18.

Los resultados de los SPC identificados por Encuesta se concentraron en el Anexo Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados en el Campo Cuichapa Poniente, en la siguiente tabla a manera de resumen se muestra la cantidad de cada tipo de SPC.

Tabla 150. Cantidad de sitios potencialmente contaminantes identificados por encuesta.

SPC identificados en:	Cantidad
Tipo 1. Suelo	6
Tipo 2. Presa	6
Tipo 3. Zona Baja Inundable	10
Total	**22**

En la figura de la imagen satelital que a continuación se presenta, se pueden observar los 22 SPC, dentro del área de estudio identificados por Encuesta.

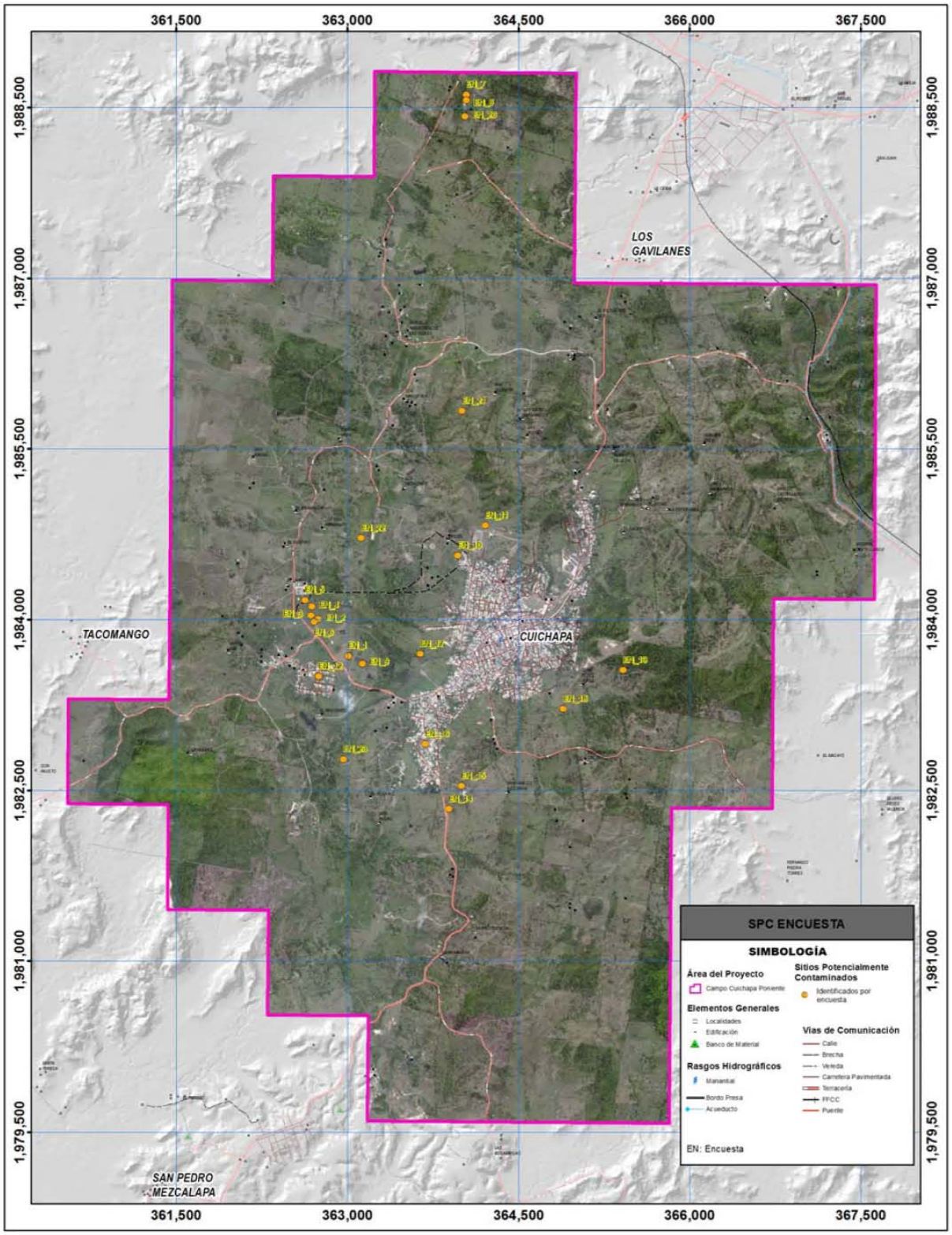


Figura 132. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados por encuesta.

Resultados.

Los resultados de la investigación histórica se concentraron en el Anexo Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados en el Campo Cuichapa Poniente. En la siguiente tabla a manera de resumen se muestra la cantidad de cada tipo de SPC, asimismo en la siguiente figura se pueden observar los 166 SPC.

Tabla 151.Total de sitios potencialmente contaminantes identificados por recorridos de instalaciones (RI), imagen satelital (IS) y encuesta (EN).

SPC identificados en:	Cantidad
Recorrido de instalaciones (RI)	98
Imagen satelital (IS)	46
Encuesta (EN)	22
Total	**166**

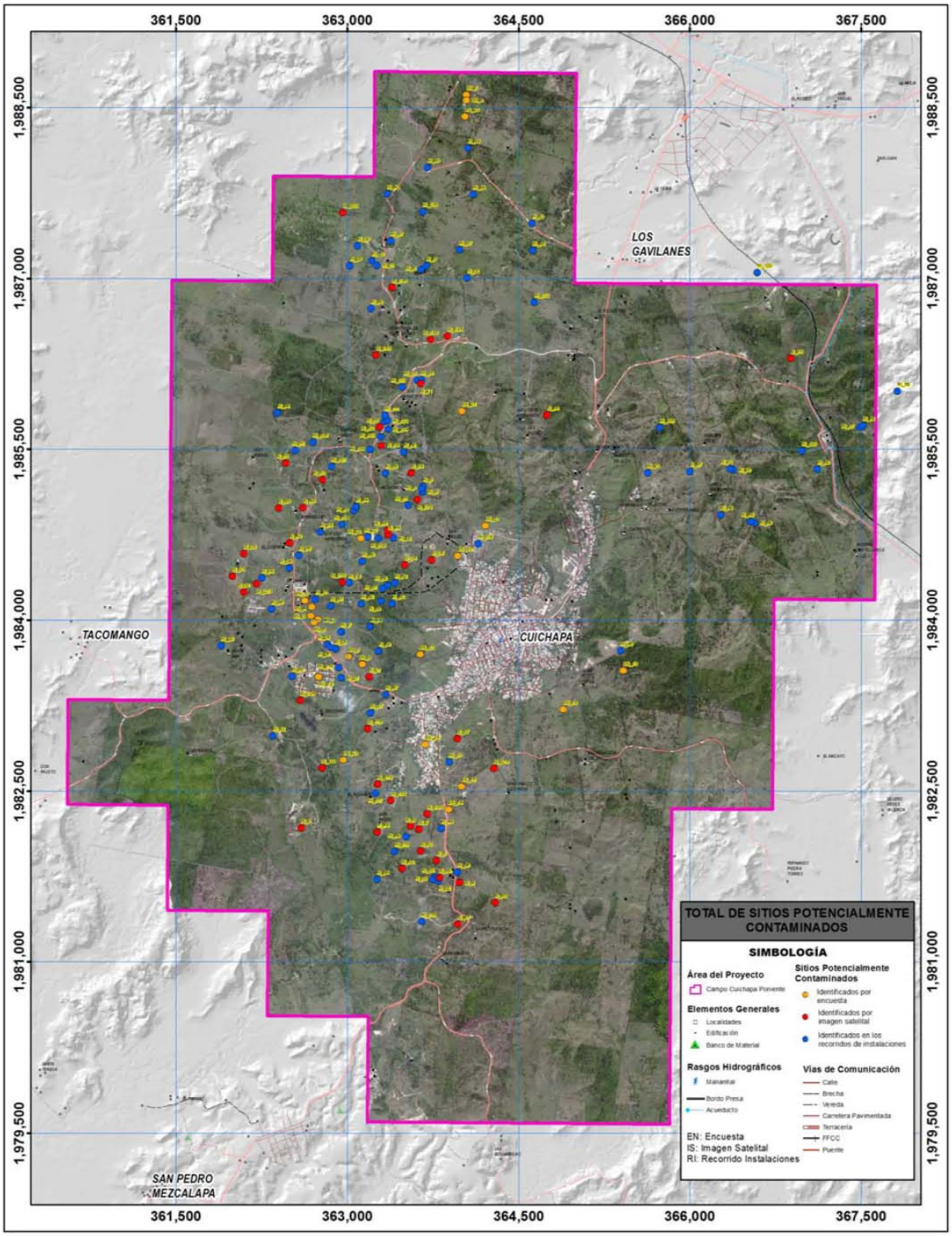


Figura 133. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados en el Campo Cuichapa Poniente.

La imagen satelital con los componentes (infraestructura petrolera, usos de suelo existente, como asentamientos humanos, zonas de vegetación, cuerpos de agua vialidades terrenos agrícolas y ganaderos, industrias, así como áreas desprovistas de vegetación) se encuentran, para mayor referencia, en los anexos señalados a continuación.

- Anexo 6. Mapa de infraestructura. Campo Cuichapa Poniente.
- Anexo 11. Mapa - Hidrología superficial. Campo Cuichapa Poniente.
- Anexo 12. Mapa - Hidrología subterránea. Campo Cuichapa Poniente.
- Anexo 17. Mapa - Uso de suelo y vegetación. Campo Cuichapa Poniente.
- Anexo 18. Fotográfico de vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

8.4.2 Fase II. Evaluación preliminar del sitio.

La evaluación preliminar del sitio (EPS) fue la fase siguiente a la elaboración de la Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados en el Campo Cuichapa Poniente. Considerando que los listados, por lo general, incluyen a un gran número de sitios, se hace necesario, que se realice una visita rápida, pero con la calidad suficiente para concluir con certeza si el sitio se encuentra potencialmente contaminado.

En la siguiente sección se presenta la información resultante de la evaluación preliminar del sitio. Se adjunta un diagrama de flujo para pronta referencia de las etapas realizadas para la obtención de información e identificación de sitios potencialmente contaminados.

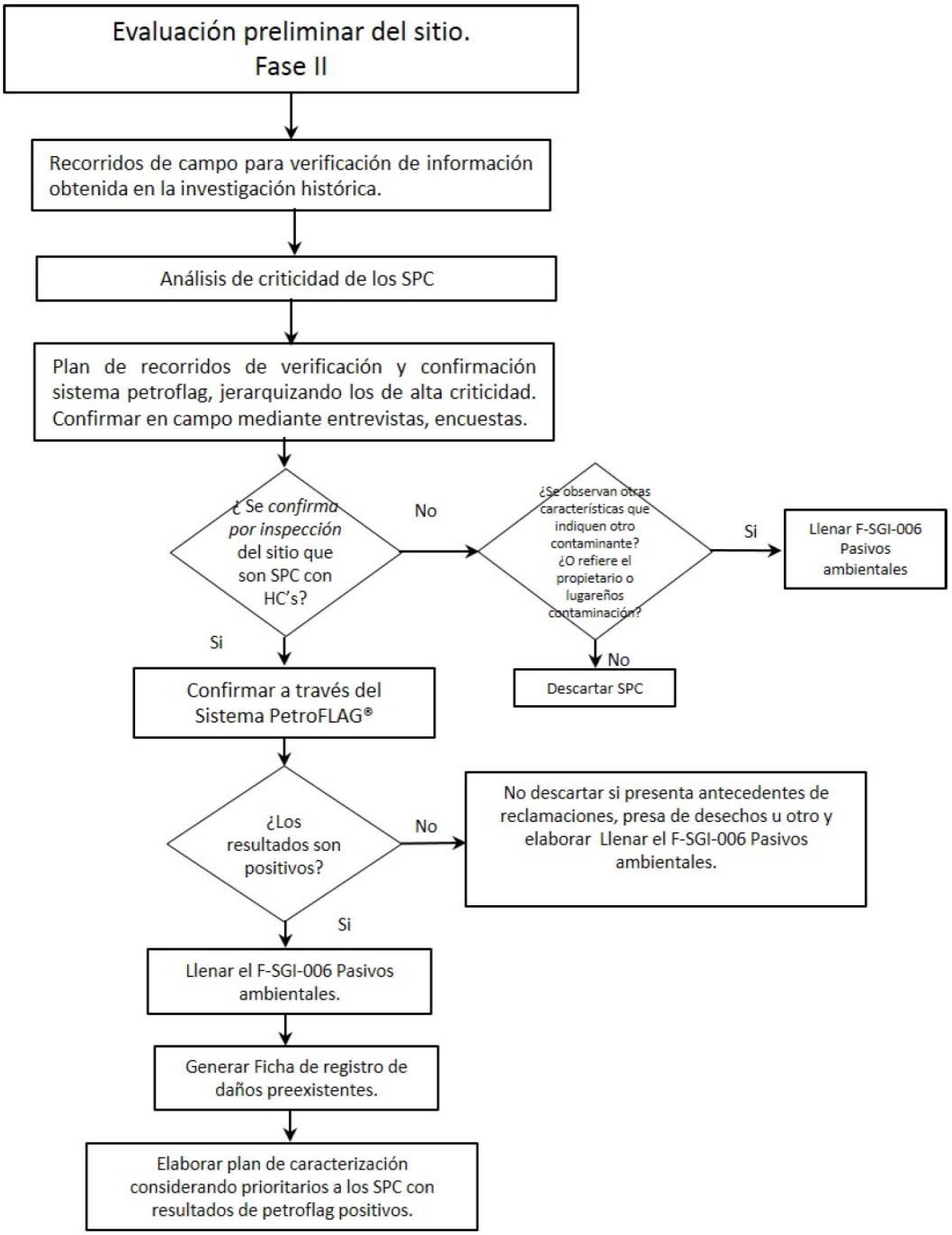


Figura 134. Diagrama de Flujo de actividades llevadas a cabo para la identificación de suelos potencialmente contaminados (fase II).

8.4.2.1 Recorridos de campo para verificación de sitios potencialmente contaminados.

Con la finalidad de realizar las visitas a los sitios que fueron identificados, se elaboró un plan de recorridos con las referencias disponibles para identificar los SPC.

El objetivo del plan de recorrido fue la obtención de información específica de cada sitio, sobre todo en aquellos donde no existieron antecedentes de la revisión documental, por lo tanto, se programaron recorridos por el CCP. Para elaborar el programa de recorridos el personal de GBN-AS utilizo la información de la "Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados", la información obtenida en la identificación previa de infraestructura existente, con los puntos georreferenciados en el GPS.

Tentativamente el barrido del CCP para verificar los SPC, fue programado dentro del polígono de sur a norte y de este a oeste, sin embargo, en diversas ocasiones fueron interrumpidos por problemas de paz social debido a paros, bloqueos, amenazas y demás circunstancias sociales de sindicatos, organizaciones y grupos locales que impidieron el acceso al sitio.

Considerando que, dentro del periodo de la elaboración del estudio, fueron interrumpidos los trabajos de campo por más de 90 días y que el tiempo para elaborar el estudio de LBA es relativamente corto esto llevó a establecer una estrategia para llevar a cabo los recorridos de manera práctica.

Tomando en cuenta que en los recorridos para la recepción de activos, aunque se realizaron de manera rápida, contábamos con parte de la información de cada SPC identificado en recorridos de instalaciones y encuesta, fue considerada la información obtenida para elaborar una matriz de criticidad y priorizar los SPC con criticidad alta (tema 8.4.2.2), con la finalidad de establecer un plan de recorridos en el momento que el sindicato permitiera el ingreso al CCP y llevar a cabo de manera conjunta la aplicación de métodos indirectos conforme al resultado de la matriz de criticidad.

8.4.2.2 Aplicación de la matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados.

Debido al alto número de SPC identificados en el CCP, aunado a los problemas sociales y climáticos, así como el periodo de entrega de la LBA, se consideró la necesidad de seleccionar los sitios que requieren una pronta atención, y por lo tanto un plan de aplicación inmediata para confirmación a través de recorridos y métodos indirectos.

La selección de los sitios se determinó mediante un Análisis de Criticidad, en el cual, se estudiaron los SPC identificados previamente en la fase I.

El estudio detallado de cada sitio demanda el uso de una herramienta que permita reunir y analizar en forma conjunta todas las características particulares y específicas de los SPC, para lo cual se generaron matrices de criticidad.

La aplicación de la denominada Matriz de Criticidad de Sitios Potencialmente Contaminados, ayudó a jerarquizar aquellos sitios que, por sus características físicas, condiciones naturales y del entorno, además de situaciones o controversias originadas por terceros, ocasionaron o puedan ocasionar un riesgo para la salud humana, flora, fauna, y los recursos como el aire, agua y suelo.

Para una correcta aplicación de la matriz de criticidad se dispuso de la información recabada en los recorridos de campo, entrevistas con los pobladores, datos históricos de la zona de estudio, antecedentes técnicos y apreciación fotográfica, además de las observaciones realizadas por el personal de GBN-AS durante el recorrido a los diferentes sitios.

El llenado de la matriz de criticidad se realizó en forma individual. Los datos generales consistieron en el nombre del identificador (clave del SPC), superficie estimada y las coordenadas UTM.

Las 18 variables que comprenden la matriz de criticidad, se enfocan en las características propias de los sitios tanto físicas como ambientales, además de las particularidades como la dificultad en los accesos a ciertas áreas del CCP. Para la calificación de algunas variables climáticas y del entorno ambiental se recurrió a información cartográfica (mapas temáticos del CCP) y a la herramienta google earth.

A continuación, a manera de ejemplo, se presenta el modelo de la matriz de criticidad para el sitio RI_60 localizado en la Batería Acalapa, así como los soportes de 6 variables analizadas.

Tabla 152. Llenado de Matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados, sitio RI_60.

Matriz de Criticidad de Sitios Potencialmente Contaminados (SPC)

Campo	Cuichapa Poniente
Nombre o identificador	RI_60
Superficie m²	5000
Coordenadas UTM	367119
	1985325

Referencia: Batería Acalapa, ubicado dentro de la Batería, área donde se encontraban los tanques

Tipos de Variables	Variables Particulares	Valor que puede adquirir la variable según su criticidad *			Valor de la variable	**Multiplicador que indica la importancia de la variable****	Total
		1	2	3			
Variables físicas y particularidades	Edad del SPC (años)	> 25	5 -25	< 5	3	3	9
	Condición actual	Contenida	Flujo Ocasional	Fluyente	1	7	7
	Apreciación física	Intemperizado	Iridiscencia	Semi intemperizado	3	7	21
	Tipo de SPC	Presa de desecho	Derrame	Presa y Derrame	2	3	6
	Vías de acceso	Accesible y de uso frecuente	Lejana pero accesible	Poco accesible	2	4	8
	Área aproximada del SPC (m²)	<500	501-5,000	>5,000	2	4	8
	Emisiones de gases	No existe	VOC	H_2S	1	6	6
	Remoción mecánica de suelo.	Alterado	Semi-alterado	Intacto	3	3	9
Variables climáticas y del entorno ambiental	Afectación de los accesos por lluvia	No afectada	Parcialmente afectada	Inaccesible	2	7	14
	Tipo de suelo (predominante)	Luvisol / Acrisol	Cambisol	Gleysol	2	6	12
	Afectación a la flora por tipo de vegetación	Pastizal	Vegetación secundaria	Popal / vegetación de galería / selva	1	6	6
	Mortandad de fauna	No existe	Latente	Existe	3	8	24
	Distancia a cuerpos de agua naturales (m)	>500	100 - 500	<100	3	7	21
	Distancia a cuerpos de agua artificiales (m)	>500	50 - 500	<50	2	6	12
	Posibilidades de arrastre hidráulico	No inundable	Sitios con escorrentía	Inundable	2	4	8
	Uso de suelo	Industrial	Residencial	Agropecuario	3	6	18
	Distancia a asentamientos humanos (Km)	>5	0.5 - 5	<0.5	3	6	18
Variables sociales, culturales, políticas	Presión comunitaria, social, ganadera, política o del gobierno	No existe	Latente	Existe	3	8	24
						Puntaje	**231**

* Las calificaciones serían: 1=Menos crítico o inexistente; 2=Valor tolerable; 3=Valor crítico máximo

** Importancia comparativa entre variables; el número 1 comprende a las variables de menor importancia y el 8 a las más importantes; esto se determinó por comparación entre variables y por votación directa de expertos consultados

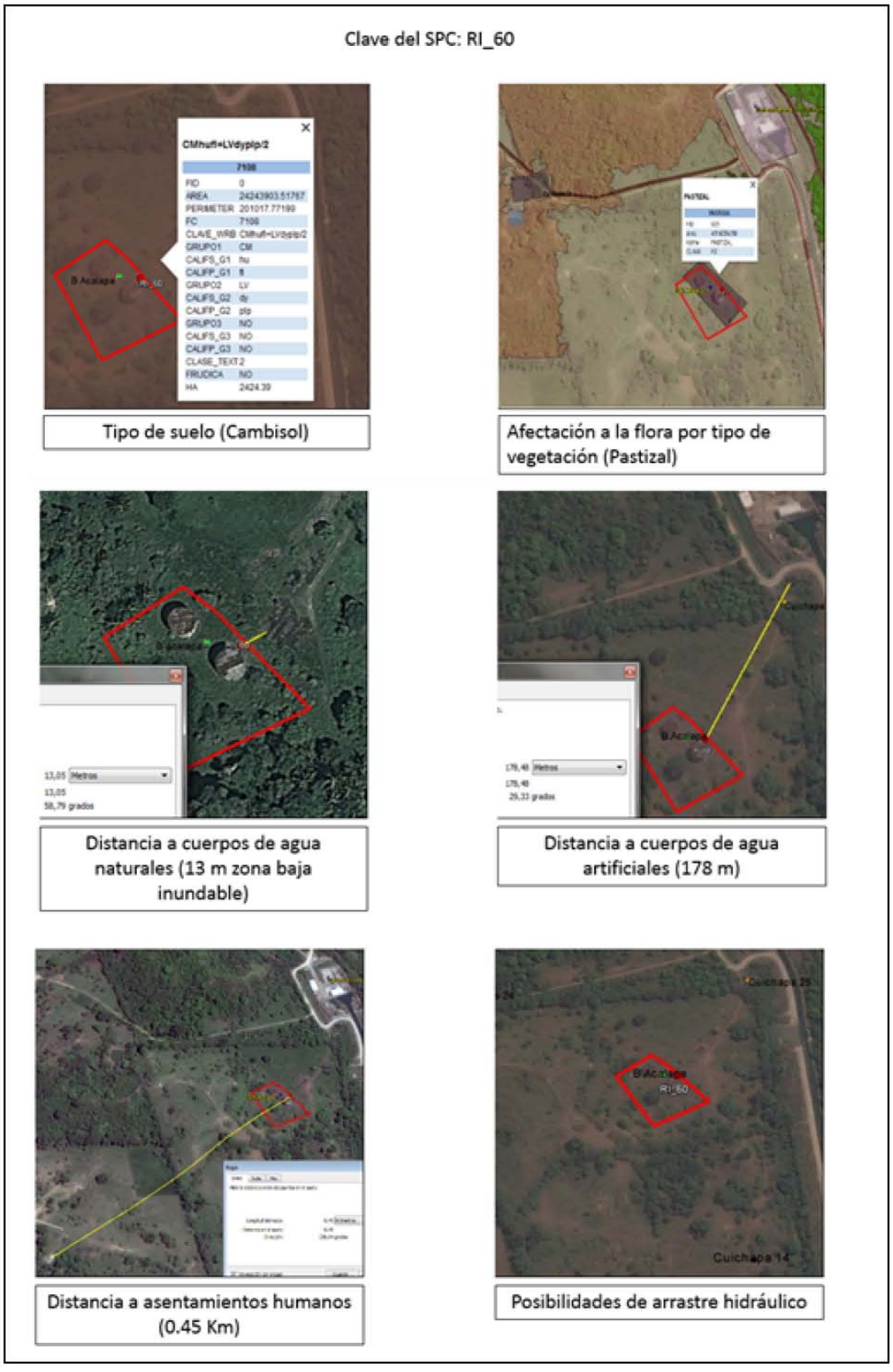


Figura 135. Soporte del análisis de 6 variables particulares para el sitio RI_60.

En el ejemplo del SPC Batería Acalapa, identificado como RI_60, el puntaje obtenido fue de 231 puntos, por lo que se ubica en el rango de alta criticidad y por lo tanto se establece un plan de aplicación inmediata para confirmación con los métodos indirectos.

Es importante mencionar que el análisis de criticidad se realizó a los 163 sitios que presentaron indicios de contaminación por hidrocarburos, en tanto, los 3 sitios detectados con otro tipo de contaminación no se realizó un análisis de criticidad, sin embargo, no se descarta su potencial riesgo de contaminación.

El análisis de criticidad se realizó a los 163 SPC con hidrocarburos dentro del CCP, de los cuales 69 sitios presentaron criticidad alta, 92 criticidad media y 2 sitios resultaron con baja criticidad.

En el Anexo Matriz de Criticidad de Sitios Potencialmente Contaminados (SPC), se presentan las matrices de criticidad de los 163 SPC.

Anexo 34. Matrices de Criticidad de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

La jerarquización de los 69 sitios cuya valoración se calificó como alta criticidad son los siguientes.

Tabla 153. Sitios potencialmente contaminados con alta criticidad.

No.	Nombre o identificador	Coordenadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia	Puntaje	Criticidad
		X	Y			
1	RI_60	367,119.00	1,985,325.00	Batería Acalapa, ubicado dentro de la Batería, área donde se encontraban los tanques.	231	Alta
2	EN_9	363,129.00	1,983,613.00	HC intemperizado; 45 m al N del pozo Cuichapa 356. Norberto Varela.	225	Alta
3	EN_18	364,890.47	1,983,215.87	Pozo Cuichapa 146, se ubica a 214 m al SE del pozo. Norberta López.	222	Alta
4	RI_24	362,822.00	1,983,786.00	Pozo Cuichapa 351, ubicado a 54 m al NO del pozo.	222	Alta
5	RI_34	362,490.00	1,984,456.00	Pozo Cuichapa 336, ubicado a 74 m al NO del pozo.	222	Alta
6	RI_104	363,355.00	1,985,675.00	Batería Cuichapa 1, se encuentra a 21 m al SO de la Batería.	220	Alta
7	EN_16	363,680.78	1,982,905.02	Ex Batería de Separación 3, el SPC es la Ex Batería 3.	214	Alta
8	EN_17	363,636.00	1,983,698.00	LDD Cuichapa 401, se ubica a 164 m al N del pozo. Antonio Ramos	214	Alta
9	RI_7	362,945.00	1,983,897.00	Pozo Cuichapa 166, ubicado a 42 m al SO del pozo.	214	Alta
10	EN_13	365,415.87	1,983,555.34	HC intemperizado. 175 m al S del Pozo Cuichapa 176. Pablo Torruco.	213	Alta
11	EN_6	362,708.22	1,983,981.28	Se ubica a 55 m al NO del pozo Cuichapa 346. Jorge Abel Pérez Cruz	213	Alta
12	IS_213	362,204.77	1,984,315.18	Se ubica a 75 m al SO del pozo Cuichapa 180.	211	Alta

No.	Nombre o identificador	Coordenadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia	Puntaje	Criticidad
		X	Y			
13	RI_49	363,819.00	1,982,168.00	Pozo Cuichapa 387, ubicado a 59 m al NE del pozo.	211	Alta
14	RI_90	363,351.00	1,984,307.00	Pozo Cuichapa 338, se ubica a 155 m al SE del pozo. Prop. Cesar Y Ricardo Toledo.	211	Alta
15	RI_92	363,416.00	1,984,326.00	Pozo Cuichapa 338, se ubica a 227 m al E del pozo, en el quemador viejo. Prop. Cesar Y Ricardo Toledo.	211	Alta
16	IS_124	362,587.39	1,983,295.47	Pozo Cuichapa 195 a 58 m al NE del pozo.	210	Alta
17	IS_93	363,640.00	1,981,972.42	Pozo Cuichapa 206 a 34 m al N del pozo.	210	Alta
18	RI_20	361,893.00	1,983,774.00	Pozo Cuichapa 183, ubicado a 24 m al NO del pozo.	210	Alta
19	EN_3	362,678.00	1,984,035.00	Se ubica a 90 m al NO del pozo Cuichapa 346. Jorge Abel Pérez Cruz.	209	Alta
20	RI_112	364,638.00	1,986,789.00	Pozo Cuichapa 179, se encuentra a 650 m. al SO del pozo.	209	Alta
21	RI_78	362,249.00	1,984,368.00	Pozo Cuichapa 180, se ubica a 30 m al NO del pozo.	209	Alta
22	RI_25	362,891.00	1,983,748.00	Pozo Cuichapa 351, ubicado a 32 m al E del pozo.	208	Alta
23	RI_26	362,848.00	1,983,763.00	Pozo Cuichapa 351, ubicado a 20 m al NO del pozo.	208	Alta
24	RI_63	363,061.00	1,984,961.00	Pozo Cuichapa 328, ubicado a 30 m al NO del pozo.	208	Alta
25	RI_82	362,346.00	1,982,982.00	Pozo Cuichapa 367, se ubica a 53 m al O del pozo, Prop. Sr. Marco Cruz Hidalgo.	208	Alta
26	IS_92	363,477.81	1,981,816.72	Pozo Cuichapa 392 a 123 m al NO del pozo.	207	Alta
27	RI_22	363,180.00	1,984,728.00	Pozo Cuichapa 331, ubicado a 38 m al E del pozo.	207	Alta
28	RI_28	363,404.00	1,984,720.00	Pozo Cuichapa 505, ubicado a 54 m al SO del pozo. Noé Reyes Gómez. (Presa 1).	207	Alta
29	EN_4	362,688.61	1,984,115.02	Se ubica a 115 m al SO de la Batería de Separación Cuichapa 2. Jorge Abel Pérez Cruz.	206	Alta
30	EN_5	362,627.00	1,984,172.00	Se ubica a 6 m al S de la Batería de Separación Cuichapa 2, zona del Rack de tuberías. Jorge Abel Pérez Cruz.	206	Alta
31	EN_7	364,041.00	1,988,615.00	Se ubica a 95 m al NO del pozo Tlacuilolapa 102. Norberto Varela.	206	Alta
32	IS_195	363,390.71	1,986,919.79	Se ubica a 60 m al SE del pozo Cuichapa 115	206	Alta
33	IS_5	363,780.73	1,981,888.48	Pozo Cuichapa 391, se ubica a 72 m al SO del pozo.	206	Alta
34	IS_75	366,884.65	1,986,296.85	Pozo Cuichapa 27 NL se ubica a 302 m al NE del pozo.	206	Alta
35	RI_116	363,660.00	1,987,585.00	Pozo Cuichapa 138, ubicado a 50 m al NO del pozo.	206	Alta
36	RI_17	363,201.00	1,983,184.00	Pozo Cuichapa 365, ubicado a 32 m al NO del pozo.	206	Alta
37	RI_8	363,646.00	1,987,080.00	Pozo Cuichapa 137, ubicado a 24 m al SO del pozo.	206	Alta
38	EN_1	363,005.93	1,983,680.63	Se ubica a 1 m al SO del pozo Cuichapa 352. Jorge Abel Pérez Cruz.	205	Alta
39	EN_10	363,966.00	1,984,564.00	El predio se encuentra a 80 m al NE del pozo Cuichapa 513 y 100 m al SO de Estación Compresoras Cuichapa. Noé Reyes Gómez.	205	Alta

No.	Nombre o identificador	Coordenadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia	Puntaje	Criticidad
		X	Y			
40	RI_110	363,199.00	1,985,499.00	Pozo Cuichapa 502, se encuentra a 250 m. al NO del pozo.	205	Alta
41	RI_41	362,852.00	1,984,122.00	Pozo Cuichapa 342, ubicado a 18 m al sur del pozo.	205	Alta
42	RI_91	363,309.00	1,984,277.00	Pozo Cuichapa 338, se ubica a 123 m al S del pozo. Prop. Cesar Y Ricardo Toledo.	205	Alta
43	RI_93	363,205.00	1,986,736.00	Pozo Cuichapa 305, se ubica a 40 m al NO del pozo.	205	Alta
44	RI_94	362,384.00	1,985,821.00	Pozo Cuichapa 313, se ubica a 60 m al NO del pozo.	205	Alta
45	IS_111	362,776.00	1,982,699.00	Pozo Cuichapa 371 a 103 m al SE del pozo.	204	Alta
46	IS_33	361,993.81	1,984,385.08	Pozo Cuichapa 339 se ubica a 42 m al NO del pozo.	204	Alta
47	IS_55	362,460.66	1,985,380.07	Pozo Cuichapa 319 a 48 m al E del pozo.	204	Alta
48	IS_7	363,625.99	1,982,162.65	Pozo Cuichapa 386 se ubica a 97 m al NE del pozo	204	Alta
49	IS_9	363,555.30	1,982,186.79	Pozo Cuichapa 386, se ubica a 57 m al NE del pozo.	204	Alta
50	IS_90	363,806.89	1,981,738.63	Pozo Cuichapa 393 a 38 m al E del pozo.	204	Alta
51	RI_118	364,146.48	1,984,670.91	Instalación Estación Compresoras Cuichapa.	204	Alta
52	IS_170	363,613.67	1,985,056.85	Pozo Cuichapa 125 D a 81 m al SO del pozo.	203	Alta
53	RI_80	363,274.00	1,983,726.00	Pozo Cuichapa 175, se ubica aprox a 50 m al SE del pozo.	203	Alta
54	RI_81	362,718.00	1,984,183.00	Batería Cuichapa 2, 53 m al SE de la Batería. Rancho los Ases. Jorge Abel Pérez Cruz.	203	Alta
55	RI_87	363,381.00	1,987,331.00	Pozo Cuichapa 123, se ubica a 45 m al E del pozo.	203	Alta
56	EN_2	362,742.99	1,984,002.13	Se ubica a 60 m al NE del pozo Cuichapa 346. Jorge Abel Pérez Cruz.	202	Alta
57	IS_89	364,294.33	1,981,517.42	Pozo Cuichapa 217, a 48 m al SO del pozo.	202	Alta
58	RI_102	363,354.00	1,985,752.00	Batería Cuichapa 1, se encuentra a 18 m al O de la Batería.	202	Alta
59	RI_117	363,247.00	1,982,478.00	Pozo Cuichapa 201, ubicado a 90 m al SO del pozo.	202	Alta
60	EN_21	364,003.00	1,985,836.00	Pozo Cuichapa 101; el SPC se ubica a 300 m al SO del pozo. Hidrocarburo intemperizado a un costado de una escorrentía de agua. Prop. Del Sr. Jorge Alberto Morales Martínez.	201	Alta
61	EN_22	363,119.60	1,984,717.53	Pozo Cuichapa 142. El SPC se encuentra a 154 m al E del pozo. Derrame de HC del pozo CUI-142,	201	Alta
62	EN_8	364,044.00	1,988,567.00	Se ubica a 50 m al NO del pozo Tlacuilolapa 102. Norberto Varela.	201	Alta
63	RI_109	362,952.00	1,984,841.00	Pozo Cuichapa 142, se encuentra a 100 m. al norte del pozo.	201	Alta
64	RI_15	363,610.00	1,986,106.00	Pozo Cuichapa 500 (presa 1), ubicado a 43 m al SE del pozo.	201	Alta
65	RI_45	362,334.00	1,984,096.00	Pozo Cuichapa 341, ubicado a 50 m al SO del pozo	201	Alta
66	RI_74	362,764.00	1,984,773.00	Pozo Cuichapa 330, se ubica a 35 m al NE del pozo.	201	Alta
67	IS_39	362,092.14	1,984,584.00	Pozo Cuichapa 181, se ubica a 36m al NE del pozo.	200	Alta

No.	Nombre o identificador	Coordenadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia	Puntaje	Criticidad
		X	Y			
68	RI_100	366,983.00	1,985,487.00	Pozo Cuichapa 24, se ubica a 140 m al E del pozo.	200	Alta
69	RI_42	363,123.00	1,984,144.00	Pozo Cuichapa 343, ubicado a 43m al E del pozo.	200	Alta

Los 69 sitios catalogados como críticos, presentaron características físicas, ambientales y, en su caso, del entorno social que requirieron la prioridad de ser confirmados mediante un método indirecto.

Cabe mencionar que el resto de los SPC cuyo nivel de criticidad es medio o bajo, no se descartaron para llevar a cabo método indirecto sólo se programaron de forma posterior a los de criticidad alta.

8.4.2.3 Recorridos de campo para verificación de sitios potencialmente contaminados.

Después de 90 días de problemas sociales, considerados causas fortuitas o de fuerza mayor, que impidieron realizar el trabajo de manera correcta, se permitió el acceso al CCP por lo que se dio continuidad a los recorridos de campo para terminar los temas pendientes del estudio de la LBA incluyendo la inspección de SPC.

Cabe mencionar que en los recorridos para recepción de activos se llevó a cabo en el periodo de junio a agosto por lo que las condiciones climáticas del CCP eran diferentes a las del mes de noviembre, mes en el que se ingresó nuevamente encontrando que algunos sitios se encontraban inundados. Se inició el plan de recorrido con los 69 SPC que resultaron con criticidad alta, para continuar con el resto de los 166.

Los levantamientos efectuados durante los recorridos se realizaron de acuerdo con los procedimientos e instrucciones de trabajo contenidas en el SGI.

- Toma de coordenadas y tracking.
- Fotografías.
- Investigación en fuentes no documentales (encuestas y/o entrevistas). Estas fueron aplicadas en los casos que se observaron centros de población en el entorno del sitio con potencial contaminación, que no fueron considerados y que pudieran proporcionar mayor información específica del área de estudio.
- Obtención de datos específicos de condiciones físicas y ambientales.
- Identificación de los posibles riesgos ambientales y a la salud humana, únicamente en los casos que por la magnitud de la afectación así se requirió.

El reconocimiento del área de estudio se efectuó mediante las inspecciones físicas y/o visuales dentro de la propiedad y de los sitios colindantes; para tal efecto se utilizó la información previa obtenida de los documentos de referencia, donde fue posible se contactó al usuario actual del sitio con presencia de contaminantes para informar sobre

las condiciones ambientales relevantes, las amenazas por presencia de residuos peligrosos o de productos derivados del petróleo.

El objetivo de la visita de campo fue:

1. *Confirmar los sitios potencialmente contaminados con registros previos, mediante inspección del sitio y aplicación del método indirecto.*
2. *Reconocimiento de las condiciones del sitio.*
3. *Identificación de sitios con potencial contaminación que no contaban con información previa.*

1. **Confirmar los sitios potencialmente contaminados con registros previos, mediante inspección visual del sitio y aplicación del método indirecto.**

El profesional ambiental de GBN-AS efectuó la revisión de acuerdo a la información de los registros previos con la finalidad de ubicar el SPC, encontrando en algunos sitios condiciones diferentes a las de los recorridos iniciales, esto debido a la lluvia torrencial que se presentó en la región.

Se inspeccionó en el sitio el tipo de contaminante, con el apoyo del GPS se recorrió el SPC georreferenciando los vértices de una figura, lo más parecido al perímetro del sitio, así como la toma de evidencia fotográfica.

En caso de no detectar visualmente afectación se procedió a realizar un sondeo aproximado a 50 cm en aquellos sitios que el terreno lo permitiera, con el apoyo de la pala y las gafas (cava hoyos) en el punto seleccionado.

Fotografía 99. Sondeo en el sitio EN_9 de manera conjunta con el propietario.

Toma de muestras.

Los sitios donde se llevó a cabo sondeo para verificar la presencia de contaminación se consideraron como puntos de muestreo para llevar a cabo análisis por sistema Petroflag, esto considerando que el tiempo para llevar a cabo los recorridos fue relativamente corto por lo que aquellos SPC que por antecedentes e inspección pudieran encontrarse contaminados con HC's; tal es el caso de derrames o las presas de desecho utilizadas por antiguas prácticas en las perforaciones como almacenamiento de lodos o recortes de perforación base aceite, o bien sitios con antecedentes de saneamiento, se utilizó el sistema de análisis Petroflag, esto sirvió como referencia para verificar si se trataba de un SPC contaminado con HC's.

Con objeto de identificar el hidrocarburo se contempló en todo momento la recolección de una muestra superficial de 0.15 m a 0.30 m y otra muestra con una profundidad de mínimo a 0.50 m dentro del sitio en la cual en algunos casos hubo variaciones de acuerdo a las características que presentaba el sitio como el tipo de suelo o bien si el sitio se encontraba inundado.

Fotografía 100. Sondeo en el sitio IS_93 y toma de muestras para analizar por sistema petroflag.

Como podemos observar en la fotografía anterior algunos sitios se encontraban con exceso de humedad debido a las condiciones climáticas que se presentaron en el segundo periodo de recorridos de campo, principalmente las ubicadas en zonas bajas inundables, por lo que existió la necesidad de transportar las muestras a otro sitio donde se pudiera realizar el secado y posterior análisis.

2. Reconocimiento de las condiciones del sitio.

Para dar continuidad a la visita de campo, posterior a la toma de muestras y considerando el poco tiempo que se tenía para evaluar los sitios, se obtuvo la evidencia visual del sitio, la cual se documentó durante el reconocimiento de las condiciones del área utilizando para esta finalidad el F-SEA-006 Pasivos Ambientales.

En la medida de lo posible se efectuó una inspección física y/o visual de los alrededores de la propiedad para determinar si existe o existió algún camino alterno no documentado en donde se determine la existencia de alguna vía con presencia de contaminantes.

3. **Identificación de sitios con potencial contaminación que no contaban con información previa.**

Con base en lo establecido por la SEMARNAT que en letra enuncia "No contar con evidencia documental histórica de contaminación en sitios considerados pasivos ambientales no es justificación para no muestrear dichas áreas." (SEMARNAT, 2010), paralelo a los recorridos de verificación de campo se pretendía identificar aquellos SPC con información previa para tomar medidas necesarias para lograr la cobertura de las zonas "blancas" para descartar y/o confirmar la existencia de SPC., sin embargo, no se logró este objetivo debido a que el tiempo fue insuficiente.

En los SPC donde era evidente la contaminación por HC's u otro tipo de contaminación, personal de GBN-AS elaboró la ficha de pasivos F-SEA-006 y se agregó al "Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos".

8.4.2.4 Métodos indirectos para la detección preliminar de sitios potencialmente contaminados.

Sistema de análisis de hidrocarburos Petroflag.

El sistema Petroflag es un método de campo portátil para la determinación de hidrocarburos totales de petróleo en el suelo. No distingue entre los hidrocarburos aromáticos y alifáticos, pero cuantifica hidrocarburos totales (HTP). Es un método analítico muy versátil que puede ser usado en la mayoría de los derrames de hidrocarburos sin conocimiento previo del contenido de BTEX o HAP del contaminante. Está diseñado para responder al más amplio rango de Hidrocarburos, es más sensible a hidrocarburos pesados como aceites y grasas y menos sensible a los combustibles de hidrocarburos más ligeros y volátiles.

Preparación de la muestra para su análisis con Petroflag.

El siguiente paso en el procedimiento para el análisis con Petroflag fue el secado de las muestras requiriendo transportarse a otro sitio ya que la mayoría presentaba humedad de más de 15% p/p, que, de acuerdo a lo indicado en el manual, esto puede ocasionar un resultado menor que el real, ya que se maneja como una dilución.

El secado se realizó con el propósito de facilitar el manejo de las muestras, mejorar la homogeneización y disminuir los cambios químicos indeseables. Las muestras de suelo fueron secadas al medio ambiente, extendiéndolas en charolas, colocándose a la sombra, al ser una prueba de campo se optó por las mejores condiciones para el manejo de la muestra. Cuando las muestras se encontraban secas fueron molidas, volviendo a homogenizar para un posterior cribado.

Procedimiento de análisis.

La calibración previa al análisis y los factores que se deben considerar de acuerdo al contaminante a analizar fueron tomados en cuenta de acuerdo a la información contenida en el manual del equipo. Las muestras fueron analizadas por el método según las recomendaciones del fabricante.

Cada muestra analizada y su resultado se anotaron en el formato F-SEA-011. Tabla de resultados de análisis por el sistema Petroflag

Fotografía 101. Análisis Petroflag de los sitios RI_45, IS_33 y RI_20.

8.4.2.4.1 Interpretación de resultados sistema Petroflag.

Con los resultados obtenidos en el formato F-SEA-011 y partiendo del fundamento que el sistema Petroflag no hace diferencias en cuanto al tipo de hidrocarburos, por ejemplo, de alifáticos y aromáticos y está basado en la cuantificación de hidrocarburos totales, la calibración (en reactivos y con suelo) y en el factor de respuesta adecuado, para la interpretación de los resultados obtenidos se establecieron como valores de referencia los mayores a 1,000 ppm lo cual se estimó como un indicio que permitió presuponer la existencia de contaminación por hidrocarburos en el suelo.

Los resultados del Petroflag como método indirecto para la identificación de sitios con potencial contaminación, sirvió de referencia, sin embargo, la confirmación de la contaminación de todos los sitios sólo se puede establecer con los análisis llevados a cabo por un laboratorio acreditado por la EMA.

En este sentido fueron identificados aquellos resultados que se encontraban fuera del límite establecido para considerarlos como prioritarios dentro de un plan de

caracterización, los resultados por debajo del rango también se integraron dentro de este plan. El total de SPC fuera del límite considerado fueron 55 con los que se dio inicio al estudio de caracterización para cada uno de ellos.

Los 111 restantes no fueron descartados para estudio de caracterización, sólo fueron programados posteriormente, debido a que los laboratorios de prueba acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA), bajo diversas hipótesis que señalan la cantidad máxima de análisis que podía realizar cada laboratorio y los tiempos que se llevarían, ya que, dichos laboratorios demostraron no tener los equipos ni el personal necesario para atender no solo el CCP en tiempo y forma, sino para el resto de los campos licitados por la CNH, lo cual deja en desventaja e indefensión a los Regulados, debido a que no se cuenta con suficientes laboratorios para llevar a cabo estas tareas, sobre todo, en aquellos campos en los que se ha generado una gran cantidad de derrames de hidrocarburo.

Es claro que, sin análisis llevados a cabo por metodologías mediante un laboratorio acreditado, es difícil determinar con precisión a los contaminantes presentes en el sitio, sin embargo, durante la visita a cada sitio se pudo definir el tipo de contaminante; para llegar a tal definición, durante la visita al sitio se estableció con la mayor certeza posible, el origen de la contaminación.

En la siguiente tabla se enlistan los 166 SPC y sus resultados con el análisis Petroflag.

Tabla 154. Lista de sitios potencialmente contaminados y resultados con análisis Petroflag.

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
1	RI_4	Hidrocarburo	363,657.00	1,985,127.00	Pozo Cuichapa 125 D	0.0002	950.00
2	RI_5	Hidrocarburo	363,662.00	1,985,172.00	15 m al NO del Pozo Cuichapa 125	0.0212	840.00
3	RI_6	Hidrocarburo	363,651.00	1,985,152.00	24 m al NO del Pozo Cuichapa 125-D	0.0150	760.00
4	RI_7	Hidrocarburo/iridiscencia	362,945.00	1,983,897.00	42 m al SO del pozo Cuichapa 166	0.2400	19,400.00
5	RI_8	Hidrocarburo	363,646.00	1,987,080.00	24 m al SO del Pozo Cuichapa 137	0.3382	7,440.00
6	RI_9	Iridiscencia	363,689.00	1,987,112.00	51 m al E del Pozo Cuichapa 137.	0.0001	830.00
7	RI_10	Hidrocarburo	363,214.00	1,987,156.00	22 m al N del Pozo Cuichapa 303	0.2135	840.00
8	RI_11	Hidrocarburo	363,257.00	1,987,117.00	51 m al SE del Pozo Cuichapa 303	0.0014	630.00
9	RI_13	Hidrocarburo	363,891.00	1,982,751.00	28 m al SO del Pozo Cuichapa 374	0.0604	850.00
10	RI_15	Iridiscencia	363,610.00	1,986,106.00	43 m al SE del Pozo Cuichapa 500	0.1118	9,150.00
11	RI_16	Iridiscencia	363,648.00	1,986,108.00	27 m al SE del Pozo Cuichapa 500	0.0725	540.00
12	RI_17	Iridiscencia	363,201.00	1,983,184.00	32 m al NO del Pozo Cuichapa 365.	0.3802	8,620.00
13	RI_20	Iridiscencia	361,893.00	1,983,774.00	24 m al NO del Pozo Cuichapa 183	0.2040	7,300.00

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
14	RI_21	Hidrocarburo/iridiscencia	362,945.00	1,983,493.00	45 m al SO del Pozo Cuichapa 187	0.0100	630.00
15	RI_22	Hidrocarburo/iridiscencia	363,180.00	1,984,728.00	38 m al E del Pozo Cuichapa 331	0.2000	550.00
16	RI_24	Hidrocarburo/iridiscencia	362,822.00	1,983,786.00	54 m al NO del Pozo Cuichapa 351	0.0016	5,340.00
17	RI_25	Iridiscencia	362,891.00	1,983,748.00	32 m al E del Pozo Cuichapa 351	0.1800	6,170.00
18	RI_26	Hidrocarburo	362,848.00	1,983,763.00	20 m al NO del Pozo Cuichapa 351.	0.0004	4,230.00
19	RI_28	Hidrocarburo/iridiscencia	363,404.00	1,984,720.00	54 m al SO del Pozo Cuichapa 505	0.0156	8,030.00
20	RI_29	Hidrocarburo/iridiscencia	363,021.00	1,987,110.00	45 m al SE del Pozo Cuichapa 150,	0.1300	650.00
21	RI_30	Hidrocarburo/iridiscencia	363,087.00	1,987,285.00	22 m al SO del Pozo Cuichapa 302.	0.1800	870.00
22	RI_31	Hidrocarburo	363,763.00	1,981,742.00	17 m al NO del Pozo Cuichapa 393	0.0250	970.00
23	RI_32	Hidrocarburo	363,795.00	1,981,707.00	36 m al SE del Pozo Cuichapa 393	0.0200	920.00
24	RI_33	Hidrocarburo	363,750.00	1,981,721.00	27 m al O del Pozo Cuichapa 393	0.0100	850.00
25	RI_34	Hidrocarburo/iridiscencia	362,490.00	1,984,456.00	74 m al NO del Pozo Cuichapa 336	0.6500	11,300.00
26	RI_35	Hidrocarburo/iridiscencia	364,047.00	1,987,004.00	21 m al NE del Pozo Cuichapa 179	0.2037	950.00
27	RI_38	Hidrocarburo	363,014.00	1,984,327.00	27 m al S del Pozo Cuichapa 144	0.0020	740.00
28	RI_40	Hidrocarburo/iridiscencia	363,130.00	1,984,514.00	30 m al S del Pozo Cuichapa 335	0.3000	640.00
29	RI_41	Hidrocarburo	362,852.00	1,984,122.00	18 m al sur del Pozo Cuichapa 342.	0.0040	7,450.00
30	RI_42	Hidrocarburo/iridiscencia	363,123.00	1,984,144.00	43m al E del Pozo Cuichapa 343	0.3350	995.00
31	RI_43	Hidrocarburo	363,349.00	1,987,742.00	20 m al NE del Pozo Cuichapa 152	0.0001	991.00
32	RI_44	Iridiscencia	364,101.00	1,987,739.00	65 m al E del Pozo Cuichapa 154	0.2208	944.00
33	RI_45	Iridiscencia	362,334.00	1,984,096.00	50 m al SO del Pozo Cuichapa 341	0.1540	6,320.00
34	RI_46	Hidrocarburo	365,394.00	1,983,732.00	4 m al NE del Pozo Cuichapa 176	0.0001	969.00
35	RI_47	Hidrocarburo	363,338.00	1,983,348.00	51 m al NE del Pozo Cuichapa 188	0.0016	918.00
36	RI_48	Hidrocarburo	363,516.00	1,982,097.00	37 m al SO del Pozo Cuichapa 386	0.0004	990.00
37	RI_49	Iridiscencia	363,819.00	1,982,168.00	59 m al NE del Pozo Cuichapa 387	0.1720	5,300.00
38	RI_51	Hidrocarburo/iridiscencia	362,544.00	1,985,491.00	54 m al SE del Pozo Cuichapa 316,	0.1400	930.00
39	RI_53	Hidrocarburo	363,326.00	1,985,745.00	5 m al S del Pozo Cuichapa 111.	0.0049	978.00
40	RI_55	Hidrocarburo/iridiscencia	362,512.00	1,983,505.00	47 m al SE del Pozo Cuichapa 354	0.1023	920.00
41	RI_57	Hidrocarburo	367,491.00	1,985,691.00	8 m al sur del Pozo Acalapa 5	0.0300	940.00
42	RI_58	Hidrocarburo/iridiscencia	367,518.00	1,985,710.00	30 m al NE del Pozo Acalapa 5	0.0180	990.00
43	RI_59	Hidrocarburo	367,819.00	1,986,009.00	1.5 m al O del Pozo Acalapa 6	0.0050	849.00
44	RI_60	Hidrocarburo/iridiscencia	367,119.00	1,985,325.00	Batería Acalapa	0.4500	18,900.00

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
45	RI_61	Iridiscencia	363,531.00	1,985,005.00	39 m al N del Pozo Cuichapa 506	0.0770	910.00
46	RI_62	Hidrocarburo/iridiscencia	363,394.00	1,984,142.00	27 m al O del Pozo Cuichapa 503	0.1908	813.00
47	RI_63	Iridiscencia	363,061.00	1,984,961.00	30 m al NO del Pozo Cuichapa 328	0.1200	9,240.00
48	RI_64	Hidrocarburo	363,076.00	1,984,995.00	50 m al N del Pozo Cuichapa 328	0.0001	870.00
49	RI_65	Hidrocarburo/iridiscencia	363,334.00	1,985,290.00	56 m al S del Pozo Cuichapa 119	0.1350	850.00
50	RI_66	Hidrocarburo	363,491.00	1,985,475.00	40 m al E del Pozo Cuichapa 502	0.0100	959.00
51	RI_67	Hidrocarburo	366,001.00	1,985,304.00	2 m al N del Pozo Cuichapa 17	0.0001	834.00
52	RI_68	Hidrocarburo	366,568.00	1,984,854.00	Área del contrapozo del Pozo Cuichapa 16	0.0003	870.00
53	RI_69	Hidrocarburo	366,536.00	1,984,866.00	34 m al NO del Pozo Cuichapa 16	0.0100	840.00
54	RI_70	Hidrocarburo	366,381.00	1,985,319.00	75 m al SE del Pozo Cuichapa 1,	0.0006	952.00
55	RI_71	Hidrocarburo	366,354.00	1,985,329.00	55 m al SE del Pozo Cuichapa 1,	0.0013	859.00
56	RI_73	Hidrocarburo	365,631.00	1,985,294.00	11 m al SO del Pozo Cuichapa 5	0.0075	951.00
57	RI_74	Iridiscencia	362,764.00	1,984,773.00	35 m al NE del Pozo Cuichapa 330	0.2065	7,940.00
58	RI_76	Hidrocarburo/iridiscencia	362,574.00	1,984,565.00	45 m al O del Pozo Cuichapa 141	0.0042	976.00
59	RI_78	Hidrocarburo/iridiscencia	362,249.00	1,984,368.00	30 m al NO del Pozo Cuichapa 180	0.0750	6,710.00
60	RI_79	Hidrocarburo	363,198.00	1,983,940.00	Área del contrapozo del Pozo Cuichapa 347	0.0010	840.00
61	RI_80	Hidrocarburo	363,274.00	1,983,726.00	50 m al SE del Pozo Cuichapa 175	0.0001	950.00
62	RI_81	Hidrocarburo	362,718.00	1,984,183.00	53 m al SE Batería Cuichapa 2. Rancho los Ases.	0.2000	10,800.00
63	RI_82	Hidrocarburo/iridiscencia	362,346.00	1,982,982.00	53 m al O del Pozo Cuichapa 367	0.1500	6,780.00
64	RI_83	Iridiscencia	364,616.00	1,987,483.00	50 m al N del Pozo Tlacuilolapa 18	0.0180	986.00
65	RI_84	Iridiscencia	364,055.00	1,988,144.00	30 m al NE del Pozo Tlacuilolapa 103	0.0690	927.00
66	RI_85	Iridiscencia	363,700.00	1,987,977.00	35 m al NE del Pozo Cuichapa 153	0.3726	978.00
67	RI_87	Iridiscencia	363,381.00	1,987,331.00	45 m al E del Pozo Cuichapa 123	0.1976	930.00
68	RI_88	Agua congénita con HC's	364,625.00	1,987,246.00	dentro del área del Pozo Tlacuilolapa 20	0.0300	966.00
69	RI_89	Hidrocarburo	363,296.00	1,984,165.00	30 m al N del Pozo Cuichapa 145	0.0020	998.00
70	RI_90	Hidrocarburo	363,351.00	1,984,307.00	155 m al SE del Pozo Cuichapa 338	0.0020	6,170.00
71	RI_91	Hidrocarburo	363,309.00	1,984,277.00	123 m al S del Pozo Cuichapa 338	0.0020	7,840.00
72	RI_92	Hidrocarburo	363,416.00	1,984,326.00	227 m al E del Pozo Cuichapa 338	0.0150	7,450.00
73	RI_93	Iridiscencia	363,205.00	1,986,736.00	Pozo Cuichapa 305, se ubica a 40 m al NO del pozo.	0.1144	9,020.00

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
74	RI_94	Hidrocarburo/iridiscencia	362,384.00	1,985,821.00	Pozo Cuichapa 313, se ubica a 60 m al NO del pozo.	0.1334	985.00
75	RI_95	Hidrocarburo/iridiscencia	363,257.00	1,981,720.00	50 m al SO del Pozo Cuichapa 214	0.0600	980.00
76	RI_96	Iridiscencia	363,964.00	1,981,783.00	40 m al NO del Pozo Cuichapa 211	0.0012	945.00
77	RI_97	Hidrocarburo/iridiscencia	363,982.00	1,987,252.00	17 m al SO del Pozo Cuichapa 178	0.2688	915.00
78	RI_98	Hidrocarburo	366,269.00	1,984,923.00	32 m al S del Pozo Cuichapa 2	0.0001	980.00
79	RI_100	Hidrocarburo	366,983.00	1,985,487.00	140 m al E del Pozo Cuichapa 24	0.0150	7,850.00
80	RI_102	Hidrocarburo/iridiscencia	363,354.00	1,985,752.00	18 m al O de la Batería Cuichapa 1	0.0025	11,600.00
81	RI_103	Hidrocarburo	363,294.00	1,985,611.00	112 m al SO del la Batería Cuichapa 1	0.0100	945.00
82	RI_104	Hidrocarburo/iridiscencia	363,355.00	1,985,675.00	21 m al SO del la Batería Cuichapa 1	0.8000	12,400.00
83	RI_105	Hidrocarburo	365,740.00	1,985,689.00	Pozo Cuichapa 18 N.L.	0.0016	860.00
84	RI_106	Hidrocarburo	362,698.00	1,985,562.00	56 m al O del Pozo Cuichapa 118	0.0015	890.00
85	RI_107	Hidrocarburo	362,860.00	1,985,346.00	Pozo Cuichapa 320, área del pozo.	0.0001	912.00
86	RI_108	Iridiscencia	363,272.00	1,984,718.00	50 m. al este del Pozo Cuichapa 321	0.0100	988.00
87	RI_109	Hidrocarburo	362,952.00	1,984,841.00	100 m. al norte del Pozo Cuichapa 142	0.0100	8,600.00
88	RI_110	Hidrocarburo	363,199.00	1,985,499.00	250 m. al NO del Pozo Cuichapa 502	0.0180	7,580.00
89	RI_111	Hidrocarburo	363,329.00	1,985,797.00	45 m. al O de la Batería Cuichapa 1	0.0100	966.00
90	RI_112	Hidrocarburo	364,638.00	1,986,789.00	650 m. al SO del Pozo Cuichapa 179	0.0900	5,610.00
91	RI_113	Hidrocarburo	363,479.00	1,986,046.00	187 m. al SO del Pozo Cuichapa 500	0.0020	870.00
92	RI_114	Hidrocarburo/iridiscencia	362,923.00	1,983,583.00	40 m al NO del Pozo Cuichapa 187	0.1300	983.00
93	RI_115	Hidrocarburo/iridiscencia	363,414.00	1,981,965.00	18 m al NO del Pozo Cuichapa 390	0.1600	980.00
94	RI_116	Hidrocarburo/iridiscencia	363,660.00	1,987,585.00	50 m al NO del Pozo Cuichapa 138	0.0800	930.00
95	RI_117	Hidrocarburo/iridiscencia	363,247.00	1,982,478.00	90 m al SO del Pozo Cuichapa 201	0.1000	955.00
96	RI_118	Hidrocarburo	364,146.48	1,984,670.91	Instalación Estación Compresoras Cuichapa	0.3500	16,970.00
97	RI_119	Residuos peligrosos	363,650.13	1,981,350.55	100 al E del Pozo Cuichapa 221. Basurero Municipal	1.5680	N/A
98	RI_120	Residuos peligrosos	366,590.68	1,987,051.77	800 m al N del Pozo Cuichapa 23 Ex bodega de productos químicos PEMEX.	9.0000	N/A
99	IS_4	Iridiscencia	363,982.94	1981691.69	47 m al SO del Pozo Cuichapa 211	0.0675	981.00
100	IS_5	Iridiscencia	363,780.73	1981888.48	72 m al SO del Pozo Cuichapa 391	0.1276	4,520.00
101	IS_7	Iridiscencia	363,625.99	1982162.65	97 m al NE del Pozo Cuichapa 386	0.1904	5,780.00
102	IS_8	Hidrocarburo	362,596.34	1,982,172.24	20m al norte del Pozo Cuichapa 219.	0.1350	982.00

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
103	IS_9	Iridiscencia	363,555.30	1982186.79	57 m al NE del Pozo Cuichapa 386	0.1353	6,730.00
104	IS_17	Iridiscencia	363,961.28	1982955.99	45 m al NO del Pozo Cuichapa 189	0.2013	855.00
105	IS_21	Hidrocarburo	363,189.06	1983499.01	30 m al sureste del Pozo Cuichapa 356	0.0800	978.00
106	IS_30	BPC'S	362,092.51	1984245.46	91 m al N del Pozo Cuichapa 182	0.3906	N/A
107	IS_33	Iridiscencia	361,993.81	1984385.08	42 m al NO del Pozo Cuichapa 339	0.1984	6,120.00
108	IS_34	Iridiscencia	363,501.91	1984484.10	62 m al SO del Pozo Cuichapa 504	0.1029	984.00
109	IS_36	Hidrocarburo	363,737.05	1984526.48	30 m al oeste del Pozo Cuichapa 513; a 75 m al sur del quemador de ECO	0.2250	995.00
110	IS_39	Iridiscencia	362,092.14	1984584.00	36m al NE del Pozo Cuichapa 181,	0.2773	7,320.00
111	IS_42	Iridiscencia	362,493.53	1,984,678.33	80 m al sur del Pozo Cuichapa 329.	0.0640	876.00
112	IS_44	Hidrocarburo	363,356.36	1,984,748.87	80 m al oeste del Pozo Cuichapa 505	0.0750	894.00
113	IS_46	Hidrocarburo	363,351.16	1,984,788.75	83 m al noroeste del pozo Cuichapa 505	0.0176	887.00
114	IS_48	Hidrocarburo	362,611.52	1,984,987.87	50 m al norte del pozo Cuichapa 140	0.0390	986.00
115	IS_49	Iridiscencia	362,396.82	1984983.35	42 m al NE del Pozo Cuichapa 326	0.0660	933.00
116	IS_53	Iridiscencia	362,781.47	1985233.86	76 m al NE del Pozo Cuichapa 323	0.0975	876.00
117	IS_54	Hidrocarburo	363,559.84	1985292.76	30 m al sur del pozo Cuichapa 508	0.2100	985.00
118	IS_55	Hidrocarburo	362,460.66	1,985,380.07	48 m al E del Pozo Cuichapa 319	0.1400	8,560.00
119	IS_58	Iridiscencia	363,298.53	1,985,528.31	161 m al NO del Pozo Cuichapa 502	0.0500	975.00
120	IS_62	Iridiscencia	363,280.25	1985697.08	70 m al SO del Pozo Cuichapa 111	0.0700	976.00
121	IS_66	Hidrocarburo	364,749.25	1985798.26	30 m al noreste del pozo Cuichapa 103	0.0240	857.00
122	IS_71	Hidrocarburo	363,641.38	1986076.42	65 m al sur del pozo Cuichapa 500	0.0250	976.00
123	IS_75	Iridiscencia	366,884.65	1986296.85	302 m al NE del Pozo Cuichapa 27 NL	0.0600	820.00
124	IS_85	Hidrocarburo	363,966.86	1,981,329.28	23 m al O del Pozo Cuichapa 218	0.1680	960.00
125	IS_89	Iridiscencia	364,294.33	1981517.42	48 m al SO del Pozo Cuichapa 217	0.1100	8,340.00
126	IS_90	Iridiscencia	363,806.89	1981738.63	38 m al E del Pozo Cuichapa 393	0.1782	981.00
127	IS_92	iridiscencia	363,477.81	1981816.72	123 m al NO del Pozo Cuichapa 392	0.0900	990.00
128	IS_93	Iridiscencia	363,640.00	1981972.42	34 m al N del Pozo Cuichapa 206	0.2000	8,210.00
129	IS_94	Hidrocarburo	363,262.16	1982135.61	35 m al oeste del pozo Cuichapa 205	0.1800	940.00
130	IS_100	Hidrocarburo	363,698.79	1,982,294.84	24 m al NE del Pozo Cuichapa 202	0.2280	910.00
131	IS_105	Hidrocarburo	363,381.26	1,982,413.83	30 m al noroeste del pozo Cuichapa 382	0.0900	956.00
132	IS_110	Hidrocarburo	363,264.39	1,982,557.70	45 m al oeste del pozo Cuichapa 201	0.1716	864.00

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
133	IS_111	iridiscencia	362,776.00	1,982,699.00	103 m al SE del Pozo Cuichapa 371	0.1300	9,820.00
134	IS_116	Hidrocarburo	363,178.01	1983044.90	60 m al noreste del pozo Cuichapa 369	0.1400	944.00
135	IS_124	iridiscencia	362,587.39	1983295.47	58 m al NE del Pozo Cuichapa 195	0.1144	8,210.00
136	IS_150	iridiscencia	362,954.44	1984334.13	62 m al O del Pozo Cuichapa 144	0.1820	940.00
137	IS_170	iridiscencia	363,613.67	1985056.85	81 m al SO del Pozo Cuichapa 125 D	0.2209	945.00
138	IS_185	iridiscencia	363,249.68	1986326.96	Pozo Cuichapa 308, se ubica a 57 m al NE del pozo.	0.0400	930.00
139	IS_188	iridiscencia	363,729.94	1,986,464.17	132 m al NE del pozo Cuichapa 102	0.0170	890.00
140	IS_189	iridiscencia	363,876.40	1,986,494.09	255 m al NE del pozo Cuichapa 102	0.0150	989.00
141	IS_195	iridiscencia	363,390.71	1986919.79	60 m al SE del pozo Cuichapa 115	0.1500	7,150.00
142	IS_203	iridiscencia	362,961.66	1987577.91	51 m al NO del pozo Cuichapa 151	0.1000	961.00
143	IS_213	Hidrocarburo/iridiscencia	362,204.77	1984315.18	75 m al SO del pozo Cuichapa 180	0.2500	6,200.00
144	IS_218	iridiscencia	364,285.49	1982694.50	57 m al SO del pozo Cuichapa 208	0.1780	986.00
145	EN_1	Hidrocarburo	363,005.93	1,983,680.63	1 m al SO del pozo Cuichapa 352.	0.9600	17,800.00
146	EN_2	Hidrocarburo	362,742.99	1,984,002.13	60 m al NE del pozo Cuichapa 346	0.3994	17,630.00
147	EN_3	Hidrocarburo	362,678.00	1,984,035.00	90 m al NO del pozo Cuichapa 346.	0.0900	16,400.00
148	EN_4	Hidrocarburo	362,688.61	1,984,115.02	115 m al SO de la Batería de Separación Cuichapa 2.	0.0680	8,030.00
149	EN_5	Hidrocarburo	362,627.00	1,984,172.00	6 m al S de la Batería de Separación Cuichapa 2, zona del Rack de tuberías.	0.0680	12,300.00
150	EN_6	Hidrocarburo/iridiscencia	362,708.22	1,983,981.28	55 m al NO del pozo Cuichapa 346.	0.0100	19,600.00
151	EN_7	Hidrocarburo/iridiscencia	364,041.00	1988615.00	95 m al NO del pozo Tlacuilolapa 102	0.0600	965.00
152	EN_8	Iridiscencia	364,044.00	1988567.00	50 m al NO del pozo Tlacuilolapa 102.	0.0400	980.00
153	EN_9	Hidrocarburo/iridiscencia	363,129.00	1,983,613.00	45 m al N del pozo Cuichapa 356	1.5000	17,400.00
154	EN_10	Iridiscencia	363,966.00	1,984,564.00	80 m al NE del pozo Cuichapa 513 y 100 m al SO de la ECO	1.0000	16,200.00
155	EN_11	Hidrocarburo	364,206.73	1,984,827.32	53 m al NE de la ECO.	0.0740	947.00
156	EN_12	Iridiscencia	362,746.00	1,983,501.00	38m al SO del Pozo Cuichapa 355.	0.0600	954.00
157	EN_13	Hidrocarburo/iridiscencia	365,415.87	1,983,555.34	175 m al S del Pozo Cuichapa 176	2.7575	18,100.00
158	EN_14	Agua congénita con HC's	363,885.81	1,982,336.49	46 m al SE del Pozo Cuichapa 383	0.4040	830.00
159	EN_15	Hidrocarburo	363,997.68	1,982,536.57	20 m al SE del Pozo Cuichapa 203	0.1000	980.00
160	EN_16	Hidrocarburo	363,680.78	1,982,905.02	Ex Batería de Separación 3.	0.4000	13,200.00

ID	Clave	Tipo de Contaminación	Coordenadas aproximadas UTM Zona 15Q WGS84		Referencia de la ubicación del SPC	Área estimada Ha	Resultados de Petroflag ppm
			X	Y			
161	EN_17	Hidrocarburo	363,636.00	1,983,698.00	164 m al N del pozo Cuichapa 401	0.0137	12,700.00
162	EN_18	Hidrocarburo	364,890.47	1,983,215.87	214 m al SE del Pozo Cuichapa 146	0.0950	11,540.00
163	EN_20	Agua congénita con HC's	364,029.00	1,988,423.00	107 m al sur del Pozo Tlacuilolapa 102	0.0900	940.00
164	EN_21	Hidrocarburo	364,003.00	1,985,836.00	300 m al SO del Pozo Cuichapa 101	0.0070	7,340.00
165	EN_22	Iridiscencia	363,119.60	1,984,717.53	154 m al E del Pozo Cuichapa 142	1.0000	967.00
166	EN_23	Agua congénita con HC's	362,964.00	1,982,773.00	30 m al N del Pozo Cuichapa 193	0.6400	930.00

Anexo 35. Mapa de sitios con resultados petroflag. Campo Cuichapa Poniente.

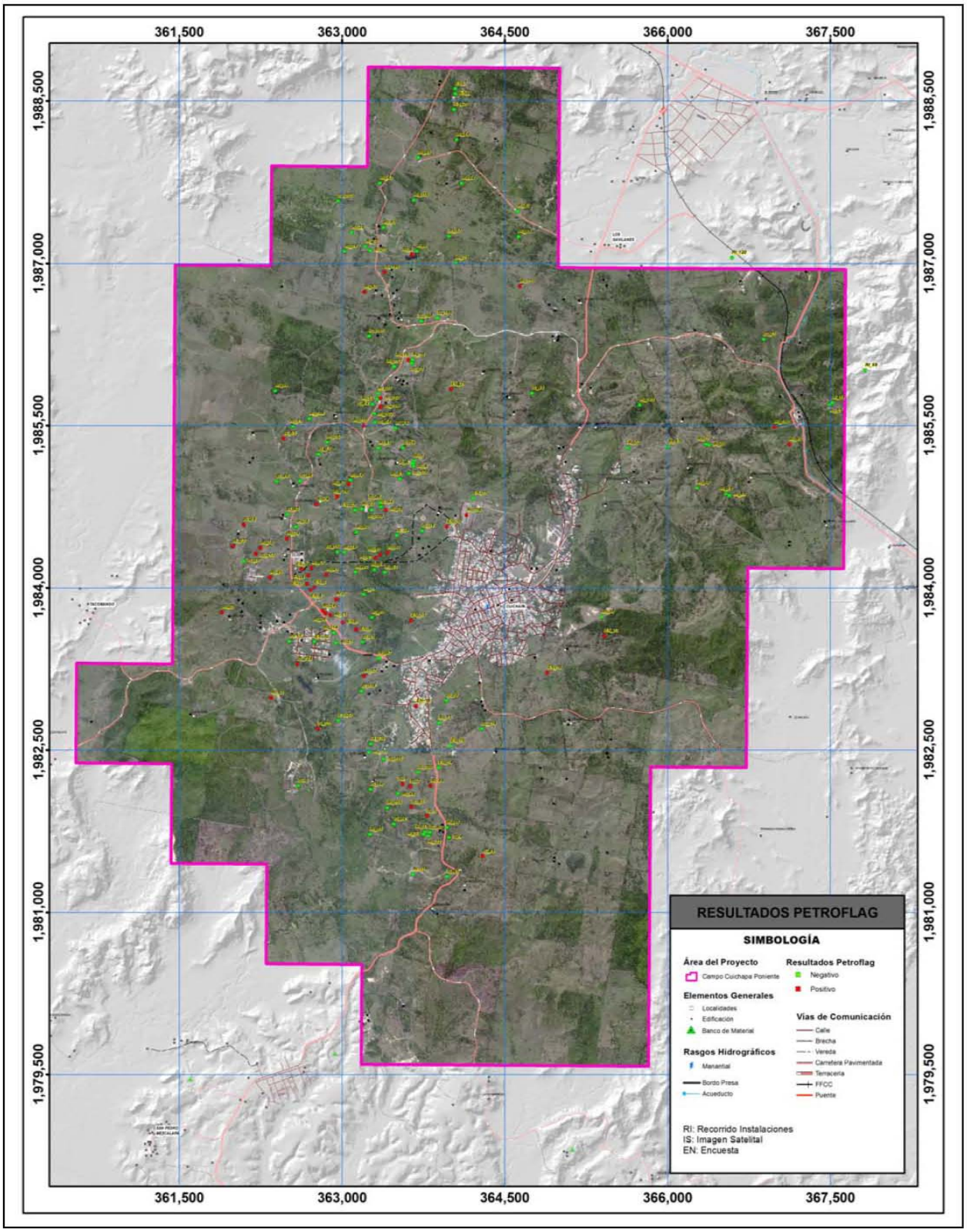


Figura 136. Imagen satelital de resultados de Petroflag para los sitios potencialmente contaminados identificados dentro del Campo Cuichapa Poniente.

8.4.2.5 Identificación y registro de sitios potencialmente contaminados con otro tipo de contaminantes.

En los casos que fueron descartados SPC con hidrocarburos mediante el sistema Petroflag , los cuales, sin embargo, se observó que por el entorno del sitio podía presentar afectación por otro tipo de contaminante, el personal de GBN-AS utilizó el formato F-SEA-006 Pasivos Ambientales en la que se registraron las características del sitio potencialmente contaminado y sus condiciones ambientales, misma que es soportada con evidencias fotográficas, asimismo se agregaron datos de afectación a flora y fauna, para contar con antecedentes del SPC. En la siguiente fotografía podemos observar un SPC con estas características, vegetación nula y mortandad de ganado vacuno expresado por el propietario del predio, se trata del sitio IS_30 el cuál fue identificado por diferentes fuentes, investigación histórica, imagen satelital y encuesta.

El sitio se encuentra ubicado en una zona baja inundable cercano a la Planta de Inyección Cuichapa y a la Subestación de CFE, este SPC se consideró para descartar contaminación con Bifenilos Policlorados (BPC's).

Fotografía 102. Sitio potencialmente contaminado identificado como IS_30 cercano a la PIA Cuichapa y subestación CFE

Los contaminantes a analizar fueron aquellos que, de acuerdo a los datos de gabinete como antecedentes del sitio, entrevista con el propietario, visita de campo, condiciones, características específicas del SPC.

8.4.2.6 Resultados de la evaluación preliminar del sitio.

Con los métodos anteriores se buscó identificar cualquier afectación al ambiente derivada de la presencia de hidrocarburos u otro tipo de contaminante, sustancias o

residuos peligrosos dispuestos en el suelo o cuerpos de agua, que representara un riesgo para el medio ambiente y la población.

En aquellos sitios que por los resultados con el método indirecto o por condiciones del entorno, como afectación a la vegetación, hayan sido confirmados como SPC se utilizó el formato F-SEA-006 Pasivos Ambientales en el que se registraron las características del SPC, sus condiciones físicas, ambientales, etc., mismas que fueron soportadas con evidencias fotográficas y datos de afectación a flora y fauna, en su caso.

Anexo 36. Registros de campo de pasivos ambientales. Campo Cuichapa Poniente.

Con la información contenida en el F-SEA-006 Pasivos Ambientales fue generada la base de datos, "Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos". Para cada uno de los SPC se elaboró una ficha en la que contiene los datos recolectados en la visita de inspección.

La información, fue utilizada como insumo para elaborar un plan de muestreo para cada sitio a caracterizar.

Los resultados de investigación histórica y métodos indirectos nos proporcionaron aproximaciones de los SPC existentes dentro del CCP, sin embargo estos de ninguna manera se consideran concluyentes, debido a las condiciones que se presentaron durante el desarrollo del estudio de la LBA, ya que para los métodos indirectos que se consideraron como el sistema Petroflag, en el momento que se iniciaron nuevamente los recorridos se presentaron condiciones climáticas adversas en donde los resultados resultan no confiables.

En este sentido no podemos afirmar que los sitios que dieron por debajo del rango que se estableció sean descartados de manera definitiva, ya que la mayoría de los sitios que se identificaron en época de estiaje en el momento de ingresar nuevamente al CCP las condiciones eran diferentes, las zonas bajas inundables como era de esperarse tenían gran cantidad de agua y aunque de alguna manera como pudimos concluir en el tema de infiltración, en algunos sitios la infiltración es rápida algunos suelos aún en la capa superficial retienen humedad.

Tomando en consideración que la mayoría de los SPC son consideradas presas de desecho en el momento de la apertura del CCP tenían su capacidad de almacenamiento al límite, lo que significó mayor dificultad para la toma de muestras, ya que solo se tomaban muestras de las paredes y donde el almacenamiento de la presa lo permitía.

Por otro lado, el sistema Petroflag tiene limitantes, como es el caso de la humedad de la muestra, ya que después de tomarla se debía realizar el procedimiento del secado de la misma fuera del sitio. Esta limitante puede arrojar un resultado erróneo, ya que cuando la muestra tiene exceso de humedad se considera una dilución.

Por lo que es necesario resaltar que ningún resultado mediante método indirecto es concluyente para la LBA del CCP, como hemos mencionado anteriormente, los resultados de que un SPC se considera ya un sitio contaminado lo determinan la toma de muestras y métodos analíticos llevados a cabo por un laboratorio acreditado ante la EMA.

Cabe mencionar que el desarrollo de las actividades anteriormente descritas no se realizó de manera continua y algunas de ellas se llevaron a cabo de manera alterna debido a los problemas sociales antes mencionados y las condiciones climáticas que en diversas ocasiones impidieron continuar con los trabajos de campo.

Como resultado final de los métodos anteriormente descritos fueron confirmados por investigación histórica y métodos indirectos 166 sitios con potencial contaminación. De estos sitios se estableció un plan de caracterización inmediato considerando los 55 que dieron un resultado para Petroflag fuera de los límites establecidos, aclarando que no se descartan para caracterización los 111 restantes.

Por otro lado, tomando como referencia los antecedentes de antiguas prácticas en las actividades petroleras, en los que se excavaba un sitio o varios aledaños a los pozos para ser utilizado como presa de desecho, disponiendo lodos de perforación, a través de entrevistas con los lugareños confirmaron este antecedente, mencionando que en su momento se rellenaban con tierra limpia y actualmente son utilizadas como abrevadero. Los resultados de algunas presas de desecho que se identificaron durante los recorridos confirman este antecedente. En este sentido fueron identificadas 60 presas de desecho más, consideradas también sitios con potencial contaminación.

Sin embargo, nuevamente el limitante tiempo, los problemas sociales antes mencionados y las condiciones climáticas que se presentaron durante el desarrollo de los trabajos no permitieron confirmar estos sitios, y cabe aclarar que, en el presente estudio no fue descartado ningún sitio que no fuera confirmado mediante análisis de laboratorio acreditado por la EMA por lo que en la siguiente tabla se presenta de manera práctica el total de sitios con daños preexistentes dentro del CCP.

Tabla 155. Cantidad total de sitios potencialmente contaminados identificados dentro del Campo Cuichapa Poniente.

No de sitios	Condición
163	Sitios considerados dentro de un plan de caracterización, de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
3	2 sitios con residuos peligrosos NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (lixiviados de basurero; y ex almacén de Pemex) y 1 sitio NORMA Oficial Mexicana NOM-133-SEMARNAT-2015, Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo, en sitios de Comisión Federal de Electricidad. (CFE).

No de sitios	Condición
60	Presas usadas actualmente como abrevadero cercanas a pozos petroleros que presumiblemente puedan contener enterrado hidrocarburo y sujetos a análisis conforme a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
226	**Total**

Anexo 37. Fichas de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

8.4.3 Fase III. Caracterización.

De acuerdo con los resultados obtenidos a la fecha dentro del estudio de Línea Base Ambiental del CCP, se han identificado 163 sitios con presencia de contaminación por hidrocarburo en suelos como se establece en la tabla anterior, de los cuales 55 sitios considerados prioritarios se encuentran en proceso de estudio de caracterización.

Tabla 156. Cantidad total de sitios potencialmente contaminados identificados para caracterización por contaminación por HC´s

No de sitios	Condición
55	Sitios en proceso de caracterización, de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Encontrados como Daño Pre existente (DPE)
108	Sitios con presencia visual de hidrocarburo en suelo para ser caracterizados de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación para definirlo como Daño Pre existente (DPE)
163	**Total**

Adicionalmente, se encontraron 3 sitios con posibilidades de identificarse como SPC por actividades diferentes a las petroleras como es el caso de los lixiviados del basurero local; suelos potencialmente contaminados por Bifenilos Policlorados (BPC's) por Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el ex almacén de Pemex en el que se nos comunicó por parte de Lifting que se manejaron productos químicos como se establece en la siguiente tabla.

Tabla 157. Cantidad total de sitios potencialmente contaminados identificados para caracterización por contaminación por residuos peligrosos y BPC'S.

No de sitios	Condición
3	2 sitios con residuos peligrosos NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (lixiviados de basurero; y ex almacén de Pemex) y 1 sitio NORMA Oficial Mexicana NOM-133-SEMARNAT-2015, Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo, en sitios de Comisión Federal de Electricidad. (CFE)
3	**Total**

Tanto los 55 sitios en proceso de caracterización, como los 108 y los 3 sitios con otro tipo de daño dan un total de 166 sitios cada una con su ficha incluida en el anexo 35.

Adicionalmente, mediante el uso de imagen satelital, se identificaron 60 presas utilizadas en la actualidad para abrevadero que, por su cercanía a pozos de petróleo, posiblemente puedan encontrase contaminadas con hidrocarburos y requieren ser evaluadas como se señala en la siguiente tabla:

Tabla 158. Cantidad total de presas potencialmente contaminadas por HC´s

No de sitios	Condición
60	Presas usadas actualmente como abrevadero cercanas a pozos petroleros que presumiblemente puedan contener enterrado hidrocarburo y sujetos a análisis conforme a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
60	**Total**

Esto da como resultado un gran total de 226 sitios plenamente identificados con presencia de contaminación por hidrocarburo u otro contaminante en suelo.

El resultado anterior no es concluyente ya que se deben caracterizar la totalidad de sitios identificados para evaluar la existencia o no de daños preexistentes

Es importante señalar que de los 270 días para la elaboración y entrega de la LBA del CCP no se tuvo oportunidad de acceder al sitio para desarrollar los trabajos en cerca de 184 días, dejando solo 86 días efectivos para trabajos de campo los cuales son insuficientes para el desarrollo del LBA del CCP, sobre todo para trabajos de muestreo y caracterización. Los motivos se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 159. Días efectivos para la realización del estudio de LBA en el Campo Cuichapa Poniente.

Fechas	Días perdidos	Motivo
10/mayo/16	0	Firma de Lifting/CNH Fecha Efectiva
07/junio/16	27	Firma de Contrato de LBA CP Lifting/GBN
23/junio/16	16	Inicio de recorridos para entrega de instalaciones de Pemex y CNH a Lifting. (No se permitió a GBN la entrada al CCP previo a esta fecha)
22/julio/16	21	Proceso de entrega de instalaciones de parte de CNH a Lifting (solo se pudieron recabar datos para elaborar fichas de evaluación de instalaciones)

Fechas	Días perdidos	Motivo
agosto-diciembre/16	90	Paros, bloqueos, amenazas y demás circunstancias sociales de sindicatos, organizaciones y grupos locales que impidieron acceso al sitio
agosto/16-enero/17	30	Fenómenos hidrometeorológicos que han generado hasta la fecha que permanezcan zonas inundadas lo que hace técnicamente imposible la aplicación de la metodología de caracterización.

184	**DÍAS SUSPENDIDOS TOTALES (Por causas de fuerza mayor o fortuitas).**
270	**Días totales para elaboración de la LBA del CCP**
86	**Días efectivos para la toma de datos, muestreos de laboratorio, trabajos de topografía, GeoRadar y PetroFlag.**

Todas las anteriores causas fortuitas o de fuerza mayor impidieron realizar el trabajo de manera correcta, en tiempo y forma, de manera programática, e incluso nos obligaron a cancelar los muestreos de laboratorio lo que ocasionó que éstos, reprogramaran dichos muestreos desfasando los tiempos de manera más que importante, ya que los laboratorios tenían agendados otros sitios, para otros bloques, de otros Regulados.

Estos imponderables no son causales para que, se determine que, tanto la empresa Lifting como la empresa GBN sean considerados sujetos a sanciones por incumplimiento ya que, los tres órdenes de Gobierno (Federal, Estatal y Municipal) no ofrecieron las garantías de paz social y seguridad en el CCP y no es competencia de nuestras empresas tomar acciones, más allá, de denunciar como en su momento se hizo, para la realización de dichos trabajos y los fenómenos hidrometeorológicos no son Potestad de ninguna de nuestras empresas. Lo anterior está previsto en el Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015; CONTRATO PARA LA EXTRACCIÓN DE HIDROCARBUROS BAJO LA MODALIDAD DE LICENCIA, ENTRE, COMISIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS y SERVICIOS DE EXTRACCIÓN PETROLERA LIFTING DE MÉXICO, S.A. DE C.V., de fecha 10 DE MAYO DE 2016, ÁREA CONTRACTUAL 7 que a la letra dice en la CLÁUSULA I. DEFINICIONES E INTERPRETACIÓN del Contrato "Caso Fortuito o Fuerza Mayor" significa cualquier acto o hecho que impida a la Parte afectada cumplir con sus obligaciones de conformidad con el presente Contrato si dicho acto o hecho va más allá de su control razonable y no es resultado del dolo o culpa de la Parte afectada, siempre que dicha Parte no pudiera evitar dicho acto o hecho tomando acciones diligentes. Sujeto al cumplimiento de las condiciones antes estipuladas, Caso Fortuito o Fuerza Mayor incluirá en forma enunciativa, mas no limitativa, los siguientes hechos o actos que impidan el cumplimiento de la Parte afectada de sus obligaciones derivadas del presente Contrato: **fenómenos de la naturaleza tales como tormentas, huracanes, inundaciones,** (EL SUBRAYADO ES PROPIO) deslaves, relámpagos y terremotos; incendios; actos de guerra (declarada o no); **disturbios civiles, motines, insurrecciones, sabotajes** (EL SUBRAYADO ES PROPIO) y terrorismo; desastres por traslado de Materiales; restricciones por cuarentenas, epidemias, **huelgas u otras disputas laborales** (EL SUBRAYADO ES PROPIO) que no sean con motivo de incumplimiento de algún contrato laboral por parte de la Parte afectada. Queda

expresamente entendido que Caso Fortuito o Fuerza Mayor: (i) no incluirá dificultad económica o cambio en las condiciones de mercado (incluyendo dificultades en la obtención de fondos de capital o financiamiento), y (ii) no eximirá de la responsabilidad ambiental del Contratista conforme a la Normatividad Aplicable; así como en la CLÁUSULA 21. CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR. - 21.1 Caso Fortuito o Fuerza Mayor. Ninguna de las Partes responderá por el incumplimiento, suspensión o retraso en la ejecución de las obligaciones del presente Contrato si dicho incumplimiento, suspensión o retraso ha sido causado por Caso Fortuito o Fuerza Mayor.

Adicionalmente, dada la experiencia que la empresa GBN tiene en este tipo de proyectos es factible señalar que, las autoridades que sometieron y realizaron las Guías, Bases o Contratos de Hidrocarburos no realizaron un análisis previo de la capacidad instalada de los laboratorios de prueba acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA), bajo diversas hipótesis que establecieran la cantidad máxima de análisis que podía realizar cada laboratorio y los tiempos que se llevarían, ya que, dichos laboratorios demostraron no tener los equipos ni el personal necesario para atender no solo el CCP en tiempo y forma, sino para el resto de los campos licitados por la CNH, lo cual deja en desventaja e indefensión a los Regulados, debido a que no se cuenta con suficientes laboratorios para llevar a cabo estas tareas, sobre todo, en aquellos campos en los que se ha generado una gran cantidad de derrames de hidrocarburo. Adicionalmente, ante la abrumadora carencia de información por parte de Pemex de los sitios contaminados en México, resulta inexplicable la falta de sensibilidad de las autoridades ambientales de establecer términos o plazos tan cortos como si se tratara de campos de explotación petrolera en los que se haya trabajado con limpieza, pulcritud, sin accidentes de derrames y con el mantenimiento adecuado, casos hipotéticos que resultan irreales en nuestro país. Basta solo dar recorridos por las zonas petroleras del sur de Tamaulipas, norte de Veracruz y oriente de San Luis Potosí; así como, de las zonas de Coatzacoalcos o Minatitlán, Veracruz, para constatar estos dichos en el presente escrito y en los que se pueden encontrar por miles los sitios con derrames de hidrocarburo afectando seriamente extensas áreas, tanto en suelo como en agua y a la flora y fauna acuática y terrestre. Esta información en manos de Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) o grupos ambientalistas antagónicos a la Reforma Energética podrían demandar, de manera inmediata, el cierre total o parcial de varios campos o la restauración inmediata de estos sitios contaminados con hidrocarburos, generando un costo exorbitante a los responsables.

9. CONCLUSIONES.

- **Infraestructura existente.** Durante identificación de la infraestructura existente en el CCP, se consideró tanto aquella relacionada con la actividad petrolera (pozos, instalaciones de producción, ductos e instalaciones de apoyo y/o servicios), así como la referente a otras actividades industriales y de servicios, no asociadas a la industria petrolera, que se localizaron tanto en el ámbito regional como local de la poligonal.

  Como resultado de los recorridos de campo realizados en el CCP, del total de 263 pozos considerados por la CNH en el Anexo 5. Inventario de Activos, se visitaron un total de 258 localizaciones, debido a que 6 pozos fueron excluidos por encontrarse duplicados en la relación de pozos (Anexo 5 CNH) y durante los recorridos de campo se localizó el pozo Cuichapa 131, el cual no se encontraba enlistado en dicho anexo y se incluyó dentro del listado de pozos, de los cuales 121 correspondieron a pozos taponados, 100 a pozos cerrados, 18 a pozos en operación y 19 a pozos no localizados, de los cuales la mayoría no se encuentran delimitados por cercado perimetral, presentan crecimiento de maleza y el 65% cuenta con presa de terracería.

  En el área territorial del CCP se encuentran 6 instalaciones de producción:

  Tres en operación:

  - Batería de Separación Cuichapa 2
  - Estación Compresoras Cuichapa
  - Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa

  Tres fuera de operación:

  - Batería de Separación Cuichapa 1
  - Batería de Separación Cuichapa 3
  - Batería Acalapa

  Siendo esta ultima la que presenta mayores problemas de contaminación. Las tres instalaciones en operación cuentan con cercado perimetral y caminos de acceso en buenas condiciones, pero carecen de sistema contra incendios en buen estado y cono de vientos.

  Dentro del área territorial del CCP se contemplaron 533 registros de ductos (inventario_ac7_103), de los cuales se descartaron 4 (3 identificados fuera del CCP y sin interacción con éste, además de 1 ducto sin evidencia en campo de su existencia en el CCP), quedando un total de 529 ductos. De acuerdo al estatus operativo establecido en la información de referencia, del total de 529 registros se tienen 28 ductos operativos, 8 fuera de operación temporal, 488 fuera de operación definitiva y 5 sin información.

Asimismo, con la finalidad de corroborar la existencia, localización y estatus de los ductos a nivel local, identificados en gabinete, se llevaron a cabo recorridos de campo por parte de GBN-AS, durante los meses de agosto a noviembre de 2016.

De acuerdo con la información documental de referencia y la obtenida durante los recorridos de campo, se tiene que, del total de 529 ductos registrados por la CNH, se visitaron los 28 ductos con estatus de operación y los 8 en estatus de fuera de operación, así también se hizo recorrido con los operadores de la empresa Lifting de México por las diferentes instalaciones de producción para verificar los ductos que salen y llegan a las diversas estaciones; esto con el fin de recorrer los ductos existentes en el CCP, determinando 73 ductos, de los cuales 10 corresponden a gasoductos, 2 a oleoductos, 16 a salinoductos, 22 a líneas de bombeo neumático y 23 líneas de descarga. Durante los recorridos se observó que 17 ductos ya se encuentran desmantelados, quedando 56 ductos existentes en el CCP, 17 de los cuales, la CNH no tiene registro. Cabe mencionar que en el año 2011 PEMEX contrató a una compañía para retirar la tubería de los ductos fuera de operación definitiva, es por ello la diferencia de los ductos registrados por la CNH y los recorridos por GBN-AS.

En los recorridos de campo se determinó la existencia de un gasoducto extra, el cual va de la Estación de Compresoras Cuichapa a las Estaciones de Bombeo Neumático 8 y 11, pero en dichos recorridos no se logró ubicar su trayecto, debido a que no se encuentra señalado su Derecho de Vía (DDV) y el personal operador de las instalaciones argumentó desconocer su trayectoria, lo cual no nos permitió ubicarlo y recorrerlo. Cabe señalar que dicho ducto no se encuentra en las bases de datos, kmz o archivos dwg proporcionados por la CNH.

Se identificaron 20 instalaciones de infraestructura asociada a instalaciones petroleras, mismas que fueron verificadas durante los recorridos de campo realizados por GBN-AS; dentro de estas estructuras se tiene las siguientes: 8 trampas de diablos, 2 estaciones de bombeo neumático, 2 estaciones de inyección de agua, 4 pozos de captación de agua, 1 ex patio de tuberías y bodega de productos químicos, 1 Quemador de la estación compresoras Cuichapa, 1 Válvula de seccionamiento y una sub estación eléctrica.

Dentro de esta infraestructura, también se ubicó la unidad administrativa denominada “La Factoría Cuichapa” de Petróleos Mexicanos.

La identificación de actividades e infraestructura no asociada a la industria petrolera Como resultado del análisis y consulta de información de fuentes oficiales y registros de actividades económicas, se observó que dentro de la región se encuentran instaladas 40 industrias, cuyos ramos varían entre los de la industria química, petróleo y petroquímica, alimenticia y/o de consumo humano, metalúrgica (incluyendo la siderúrgica), servicios de salud y asistencia y otros.

De las 40 industrias identificadas, 22 se encuentran ubicadas en la ciudad de Coatzacoalcos, 5 en Minatitlán, 2 en Agua Dulce, 5 en Cosoleacaque, 3 en Ixhuatlán del Sureste, 1 en Jaltipan, 1 en Moloacán y 1 en Nanchital.

Dentro de la infraestructura no asociada a la industria petrolera en el ámbito local,

se reportan 43 instalaciones que fueron categorizadas de acuerdo a la naturaleza de las funciones, uso o servicio que proporcionan a la comunidad, tales como: administrativas, de servicios públicos, de servicios médicos, comerciales, instituciones educativas y áreas recreativas, entre otras.

De acuerdo con la relación presentada, del total de 43 instalaciones no asociadas a la industria petrolera se encuentran las siguientes: 10 instituciones educativas, 6 instalaciones administrativas, 6 instalaciones para suministro de agua, 3 instalaciones de servicios públicos, 3 instalaciones de usos diversos, 2 instalaciones de servicios médicos, 1 mercado municipal, 1 cuartel militar, 2 de suministro de combustible, 1 de comunicación, 1 suministro de energía eléctrica, 1 de transporte, 1 religiosa, 2 recreativas, 2 deportivas y 1 banco de materiales, aunque este último pertenece al Ejido San Martín y sólo una pequeña porción se encuentra en la parte SW del CCP.

- **Geología y geomorfología.** El sitio de estudio está ubicado dentro de la Llanura Costera Aluvial de la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, Provincia Llanura Costera del Golfo Sur; como parte de la llanura aluvial costera inundable, bien caracterizada por ser áreas adyacentes a corrientes de agua, en las cuales se deposita material no consolidado de sedimentos transportados por dichas corrientes; y como parte de los sistemas de Lomeríos del Oeste que se expresan morfológicamente en pequeños montículos y planicies en el CCP.

  El sitio en estudio pertenece a la Cuenca Salina del Istmo, donde se reconoce la presencia de 7 formaciones geológicas, siendo las subyacentes la de Paraje Solo y Cedral, que dan evidencia de su presencia con conglomerados, areniscas y lutitas, todas estas rocas son de tipo sedimentario. La parte norte del CCP se encuentra distribuida sobre la formación Paraje Solo (areniscas – lutitas) y la sur por la formación Cedral (areniscas – conglomerados).

  Nuestra área de estudio se localiza dentro la provincia Salina del Istmo perteneciente a las Cuencas del Sureste, por su origen asociado a la carga de sedimentos y evacuación de sal. Esta provincia petrolera que incluye una porción terrestre y otra marina, es la más prolífica en aceite y gas en el país.

  El riesgo por sismo en la zona es de probabilidad media, siendo el evento más cercano a Cuichapa un sismo registrado el 13 de mayo de 2001 dentro del municipio de Moloacán con una magnitud de 1.3 en la escala Richter. La presencia de fallas o fracturamientos, así como de zona de vulcanismo se localiza alejada del CCP, concentrándose hacia el noroeste en la zona de los Tuxtlas y hacia el sur dentro del estado de Chiapas.

  Por otro lado, se deben tener en consideración riesgos por deslizamientos, ya que, aunque la mayor parte del CCP tiene riesgo bajo, las abundantes lluvias que caen en temporada, causan deterioro en la composición de lomeríos de formación sedimentaria (areniscas, lutitas y conglomerados), provocando inestabilidad en laderas, sobre todo en la parte norte y central de nuestra área de estudio, clasificados como riesgo alto.

La abundante lluvia provoca, además, riesgo por inundación pluvial y fluvial en el área de estudio, generando encharcamientos de agua e inundaciones, sobre todo, en terrenos aledaños a los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata.

- **Edafología.** El CCP está dominado por suelos arcillosos y de textura media, a excepción de las zonas inundables que poseen una textura fina.

  En más de la mitad de su superficie se presentan Cambisoles, en cuyas arcillas se intercalan acumulaciones de carbonato de calcio, fierro o manganeso. Abarca gran parte del área central del campo.

  El 27.81% de la superficie presenta suelos de tipo Luvisol, cuyas arcillas tienen coloración roja o amarillenta e incluso tonalidades pardas, tienen buen rendimiento para la actividad ganadera y están localizados en la parte norte y sur del CCP.

  Los Gleysoles se presentan en las áreas contiguas a los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, son pantanosos debido a los serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación, acumulan salitre y se les puede observar en coloraciones grises, azulosos o verdosos.

  El suelo de tipo Acrisol se presenta en una mínima parte del CCP en su esquina sureste, son suelos ácidos típicos de las zonas tropicales o lluviosas, de coloración roja o amarilla, buen rendimiento en la actividad agropecuaria

- **Clima y meteorología.** Siendo que el CCP se caracteriza por un clima cálido húmedo, el análisis de las estaciones más cercanas, permitió conocer que las condiciones climáticas que presenta la región han permanecido constantes, en donde se observa que los meses más calurosos son mayo y junio, mientras que el más notorio en cuanto a su descenso en temperaturas es enero. Los vientos que favorecen a la zona provienen del noreste con variaciones del noroeste. Asimismo, el área es influenciada por tormentas tropicales y huracanes que afectan, principalmente, el lugar por las precipitaciones que acaecen en la zona, en septiembre y octubre. Prever las condiciones y eventos climáticos del sitio permite una mejor planeación y programación de las actividades diarias dentro del campo.

- **Hidrología superficial y subterránea.** Con respecto a la hidrología superficial el CCP se ubica dentro de la región Hidrológica RH29 Coatzacoalcos, y pertenece a la cuenca Río Coatzacoalcos, subcuenca Río Uxpanapa. Dentro del área de estudio se localizaron el río Francia, y los arroyos Tacalaxmacayas, Nexmegata y Mosta, estos dos últimos identificados como cuerpos receptores de aguas residuales generadas en la localidad de Villa Cuichapa.

  Un problema constante se presenta en la temporada de lluvias con la formación de encharcamientos e inundaciones generadas por saturación pluvial en las zonas bajas, además, el desbordamiento de los arroyos provoca problemas en algunos caminos de acceso a las principales localidades y zonas cercanas a infraestructura petrolera. Las zonas detectadas con problemas de encharcamiento y/o inundación se localizan en las márgenes de los arroyos Tacalaxmacayas, Nexmegata y Mosta.

  Los resultados de calidad del agua en el CCP, mostraron un gran problema de contaminación por coliformes fecales y coliformes totales, los cuales excedieron el

límite máximo permisible en 8 de los 9 puntos muestreados. Todas las muestras presentaron además cierta característica de turbiedad la cual resta transparencia y genera opacidad al agua. La presencia de detergentes y el bajo contenido de oxígeno disuelto en los arroyos Mosta y Nexmegata confirman el grado de contaminación causado por las descargas de aguas residuales en estas corrientes de agua. Por el contrario, en el CCP no se presentaron problemas de contaminación generada por el uso de plaguicidas o herbicidas, ya que la principal actividad realizada en la zona es de tipo ganadera.

En cuanto a la hidrología subterránea, el CCP se localiza dentro del acuífero costera de Coatzacoalcos, cuyo uso principal es el abastecimiento de agua potable en la zona. Las concentraciones de los pozos de extracción de agua en el CCP se localizan principalmente en la localidad de Villa Cuichapa. La profundidad del nivel estático varía dependiendo de las características del terreno y, aunque, de acuerdo a los registros de CONAGUA, esta puede ir desde 1 m hasta 80 m, durante los recorridos de campo se pudo observar la poca profundidad en la que se encuentra el nivel estático. Pese a que actualmente el acuífero no se encuentra sobre explotado, este problema se ha presentado con anterioridad en la región, por lo que no se descarta la posibilidad de reincidir en un futuro.

Los resultados de los análisis para determinar la calidad del agua subterránea arrojaron un alto grado de contaminación por coliformes fecales y totales, microorganismos que deben estar ausentes en el agua para consumo humano. La presencia de estos microorganismos sugiere una fuente muy importante de contaminación, por lo que, factores identificados como la pendiente del terreno y la cercanía de los pozos de extracción a fosas sépticas y letrinas se consideran como los principales causantes del deterioro en la calidad del agua subterránea.

Es importante hacer notar que el grave problema de contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas se debe, principalmente, a las actividades antropogénicas que se realizan en la región, descartándose por el momento un impacto negativo causado por actividades petroleras realizadas en la zona de estudio.

- **Calidad del aire.** La calidad del aire en el CCP es satisfactoria de acuerdo a los resultados de los monitoreos realizados en los 5 puntos de interés, ya que los parámetros se encontraron dentro de los límites establecidos en las normas de salud aplicables. Los sitios seleccionados correspondieron a instalaciones de infraestructura petrolera como la Batería de Separación, la Estación de Compresoras incluyendo el área del quemador, la Planta de Inyección de Agua Congénita, y como fuente de emisión antropogénica, el basurero municipal. Los parámetros analizados correspondieron a los establecidos en la GLBA, aun y cuando en el caso de las PST la norma en materia de salud se encuentra ya derogada. Con respecto a SO_2, CO, NO_2, y O_3, todos registraron valores muy por debajo de lo establecido en la legislación ambiental mexicana en materia de salud.

  Cabe mencionar que no todos los parámetros analizados cuentan con una norma mexicana que establezca las concentraciones permisibles en el aire para evitar un

daño a la salud; como lo es el caso de los hidrocarburos totales del petróleo, y los hidrocarburos policíclicos aromáticos, por lo que, para contar con una referencia en cuanto a los límites de exposición de estos contaminantes se recurrió a lo establecido en agencias internacionales como la ATSDR y OSHA. Los resultados obtenidos de los 5 puntos de monitoreo no rebasaron los límites de exposición en cuanto a estos contaminantes, por el contrario, los hidrocarburos policíclicos aromáticos registraron el mínimo valor detectable por el equipo de laboratorio, confirmando la escasa presencia de estos contaminantes en el área de estudio.

Las bajas concentraciones de los compuestos analizados indican que en el CCP no se tienen problemas relacionados con una mala calidad del aire que pudiera afectar o poner en peligro la salud de la población, infiriendo que la inmisión de contaminantes en la atmósfera, generada por las instalaciones referidas, es rápidamente dispersada y diluida en la zona, ya que se ve favorecida por la presencia de vientos dominantes procedentes del noreste y noroeste

- **Erosión hídrica.** La pérdida de suelo en el CCP se considera de tipo incipiente y moderado, dado que estas dos clases ocupan el 97.42 % de la superficie total del área de estudio, la perdida de suelo de tipo incipiente representa una superficie del 67.77 % (2,813.14 ha) y el de tipo moderado de 29.65 % (1,230.95 ha) del total.
- **Infiltración.** Dentro del contexto regional el CCP forma parte del acuífero costero de Coatzacoalcos (3012), el cual tiene una superficie aproximada de 12,213.59 km^2 y se ubica en el extremo sureste de Veracruz recibe una recarga media anual de 172.2 millones de metros cúbicos anuales (D.O.F., 2016).

  En este sentido y de acuerdo a los resultados obtenidos la recarga total anual al acuífero en el CCP es de 6,818,149.00 m^3, es decir aproximadamente el 3.95% de la recarga anual a nivel región.
- **Flora.** La flora reportada para las comunidades vegetales primarias y secundarias del CCP está integrado por un total de 158 plantas vasculares, las cuales se encuentran agrupadas en 55 familias, siendo las más representativas las familias Fabaceae (28), Malvaceae (11) y Moraceae (10).

  Las comunidades vegetales primarias y secundarias que se distribuyen en el CCP presentan diferentes grados de perturbación, por lo que es frecuente encontrar especies propias de vegetación secundaria dentro de los relictos de vegetación primaria. Prueba de ello es la presencia de la orquídea terrestre africana (*Oeceoclades maculata*) especie exótica proveniente de áfrica y se encuentra compitiendo con la flora nativa de la región.

  Es evidente la inobjetable transformación, no sólo paisajística sino la reducción acelerada de los fragmentos y relictos de selvas producto de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria principalmente, asentamientos humanos y en general la expansión de nuevos usos del suelo dentro y fuera del CCP. Así, las comunidades vegetales primarias se han reducido a relictos aislados generando una alarmante preocupación para las especies que ahí albergan.

  De manera general los usos de suelo del CCP y, por extrapolación, de la región

en la que se ubica el campo son: pastizal, el cual registro el 72.53% (3,010.80 ha) de la superficie total, las manchas urbanas ocupan una superficie de 199.54 ha (4.81%), las plantaciones forestales de árbol del hule (*Hevea brasiliensis*) 63.34 ha (1.52%), las instalaciones petroleras 53.44 ha (1.129%), las vías de comunicación 38.21 ha (0.92%). De la misma forma se identificaron presas de desechos que en su momento se ocuparon para el desarrollo de las actividades petroleras de la región, ocupando una superficie de 21.23 ha (0.51%). Los cuerpos de agua ocupan 4.01 ha (0.10%), las instalaciones industriales 1.63 ha (0.04%) y las áreas sin vegetación aparente 1.19 ha (0.03%). Por otra parte, en el área de estudio se distribuyen remanentes de selva alta perennifolia y selva alta perennifolia con vegetación secundaria, ocupando una superficie 106.71 ha (2.57%) y 452.49 ha (10.90%), respectivamente. De la misma forma se identificó la presencia de Vegetación Secundaria de Selva con 165.02 ha (3.97%). La vegetación de galería 28.86 ha y el popal 4.85 ha, estos últimos ocupan una superficie que representa un porcentaje de solo 0.81% con respecto del total.

La selva alta perennifolia con vegetación secundaria es la comunidad vegetal con mayor superficie de distribución y de acuerdo al análisis de diversidad, el estrato arbóreo de dicha comunidad vegetal ocupa la mayor riqueza de especies siendo esta de 27 y el mayor índice de diversidad de 3.159 nats.

En el presente estudio se reportan nueve especies con categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como la palmilla (*Zamia loddigesii*), el bari o leche amarilla (*Calophyllum brasiliense*), conacaste (*Enterolobium schomburgkii*), especies con Categoría de Amenazada y el palo de collar (*Ormosia isthmensis*), con categoría de Peligro de Extinción, todas registradas en las unidades o sitios de muestreo. De igual forma, durante los recorridos de campo, se pudieron identificar el urucusillo (*Sloanea terniflora*) y el cedro (*Cedrela odorata*), especies que se encuentran en la categoría de Sujeta a Protección Especial. Por otra parte, mediante la revisión bibliográfica, se identificaron tres especies con categoría de riesgo y su distribución potencial abarca el CCP, tal es el caso del gateado (*Astronium graveolens*) y el palo de zopo (*Guatteria anomala*), ambas con Categoría de Amenazada y el tinco (*Vatairea lundellii*), especie con categoría de Peligro de Extinción.

- **Fauna.** El área de estudio se encuentra dentro de la Provincia del Golfo de México, cuya fauna regional tiene distribución amplia en las selvas perennifolias.

  Según los antecedentes bibliográficos consultados, la región bajo estudio cuenta con 1,016 registros de especies faunísticas representativas, reunidas en 4 grupos de vertebrados: mamíferos, aves, reptiles y anfibios. En orden de representatividad se encuentra el grupo de las aves con 635 especies reconocidas, seguida de los mamíferos con 194, los reptiles con 133 y por último los anfibios con 54.

  A nivel local, conforme a la aplicación de métodos directos e indirectos de observación en campo, dentro del polígono del CCP se identificaron un total de 484 individuos pertenecientes a 77 especies, agrupados en 4 clases; el mejor representado es el grupo de las aves con 413 individuos de 52 especies, seguido

por los mamíferos, con 38 ejemplares pertenecientes a 10 especies; en lo que respecta a los reptiles, se observaron 24 individuos de 10 especies; por último, únicamente con 9 individuos avistados, de 5 especies, se encuentra el grupo de los anfibios.

La distribución, abundancia y, por lo tanto, la diversidad de especies en el CCP, se encuentran intrínsecamente asociadas a los componentes agua y vegetación, pues al analizar los "mapas de distribución local de especies faunísticas", resultados de los muestreos en campo, se observó que la distribución de la fauna es relativamente dispersa y uniforme.

El cruce de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata dentro del polígono del área de estudio, crean ambientes propicios para las aves distintivas de zonas bajas inundables y de vegetación de galería. Asimismo, dentro de las comunidades vegetales primarias y secundarias, definidas como selva alta perennifolia, selva alta perennifolia con vegetación secundaria, vegetación de galería, popal y vegetación secundaria de selva se pueden observar especies características de la zona.

Referente a especies bajo alguna categoría de conservación, de las 1,016 especies registradas a nivel regional se tiene que, 324 de ellas se encuentran bajo alguna categoría de conservación, mientras que, de la fauna local identificada, 22 de las 77 especies reportadas se encuentran sujetas bajo alguna categoría de conservación, siendo éstas, 1 anfibio, 5 reptiles, 13 aves y 3 mamíferos.

Entre la fauna local se distinguen 14 especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2 en Peligro de extinción, 5 Amenazadas y 7 bajo Protección Especial); 2 catalogadas como casi amenazadas por la UICN que a su vez se encuentran normadas en México; y, por último, 14 incluidas en los Apéndices de CITES (1 en el Apéndice I, 11 en el Apéndice II y 2 en el Apéndice III) de las cuales 8 no son reguladas en México.

- **Socioeconómico.** Aun cuando la cabecera municipal de Moloacán sea otra localidad, Cuichapa (o Villa Cuichapa) es la que cuenta con la mayor concentración de población en el municipio. Esta localidad está integrada en nuestra área de estudio, junto con otras 25, de las que sobresalen además de Cuichapa: San Lorenzo Mezcalapa, Acalapa Tres y Parcela Industrial de las Viudas, sumando un total de 8,113 habitantes.

  Esta concentración de personas obliga a la satisfacción de las necesidades básicas de salud y bienestar de la población, por lo que se ha convertido en centro proveedor de servicios educativos (cuenta desde preescolar hasta bachillerato), de salud a través de clínicas públicas y privadas, de abastecimiento y servicios como hoteles, restaurantes, comercios y mercados, además de los servicios públicos municipales (agua, luz, drenaje).

  Estos esfuerzos no han sido suficientes pues existe un amplio margen de la población que no cuenta con electricidad (12.2% de las viviendas), o que no poseen agua en su vivienda (11.4%). El equipamiento también es insuficiente pues

muy pocas viviendas tienen computadora, internet, radio, teléfono, televisor, refrigerador, lavadora o automóvil propio.

El progreso de Cuichapa se relaciona a la actividad petrolera desarrollada en la zona, misma que ha crecido junto con la actividad agropecuaria, que ha generado en la zona una tasa de desempleo del 1.4%.

- **Áreas sensibles.** En el área de estudio del CCP no existen áreas de conservación como ANP, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, Áreas Privadas de Conservación en el estado de Veracruz, Regiones Prioritarias, AICAS, Humedales, Manglares ni Corredores biológicos.

  Dentro del campo se presentan áreas sensibles definidas por cuatro componentes ambientales. El componente geomorfológico permitió observar que dentro del bloque ocurren deslizamientos de laderas, siendo que las zonas con mayor susceptibilidad a deslizamientos se encuentran cercanas hacia el área más urbanizada donde es evidente el severo desprendimiento del suelo y otras donde no son perceptibles dentro de la misma ya que se encuentran asentamientos humanos. El componente edafológico del campo brindó información relevante en cuanto a que algunos tipos de suelo son desfavorables para la realización de actividades como lo es el Gleysol por su pobre drenaje, y algunos otros son mejores para la construcción de ductos como lo son el Acrisol y Luvisol. El componente hidrológico presenta una alta sensibilidad ocasionada por inundaciones que se concentra en los márgenes de los arroyos, así como las zonas bajas dentro del CCP, siendo la principal causa el drenaje deficiente que se presenta por el tipo de suelo. La sensibilidad en la vegetación es alta en especies primarias que no han sido perturbadas; sin embargo, la mayor parte del campo es un área considerada de baja sensibilidad por concentrar grandes espacios agropecuarios.

- **Paisaje.** Una visión integral del CCP, permite observar un área de estudio que está asentada en llanura aluviales y lomeríos menores, de la época del mioceno, con suelos de areniscas y conglomerados. La topografía irregular con elevaciones que no superan los 180 msnm y pocas pendientes mayores de 45°, presenta en estos puntos riesgo por inestabilidad de laderas sobre todo en época de lluvias, lo que puede modificar las condiciones del paisaje de un mes a otro.

  De clima cálido húmedo y una precipitación de 2000 mm, enmarcan tonalidades de verdes intensos, sobre todo, en los meses más lluviosos de septiembre y octubre.

  Con árboles de gran altura y de hoja perennifolia, reductos de Selva alta perennifolia, dentro del CCP se encuentra una especie catalogada como amenazada y se halla con frecuencia dentro del área de estudio y se conoce como palmilla tipo zamia. Los suelos de gleysol en las zonas pantanosas son cubiertos por herbáceas, popal, platanillos y algunos pastos. Las zonas inundables corresponden a los lechos de los arroyos Tacalaxmacayas y Nexmegata, cuyas márgenes crean ambientes propicios para las aves que se alimentan de la vegetación de galería. La subdivisión en 5 cuencas paisajísticas para su mejor

análisis, ha arrojado las siguientes valoraciones.

La UP1 obtuvo una valoración de 26, es decir "BAJO" estéticamente no posee rasgos que denoten belleza singular notoria, aun cuando a las márgenes del arroyo Tacalaxmacayas se presente vegetación de galería y se conserve en sus zonas altas vegetación de selva alta perennifolia (en donde se puede encontrar zamia), ambientalmente se trata de una zona impactada (17.8% de instalaciones petroleras), socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes (residen aquí 69 personas) y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

La UP2 obtuvo una valoración "MEDIA", ya que posee rasgos que expresan belleza como el lugar donde nace el arroyo Nexmegata, esta impactada por el 28.8% de las instalaciones petroleras, es una zona con variedad de vegetación que aun cuando posee cierto grado de impacto, se puede encontrar fauna y flora (zamia) con categoría de protección, no posee elementos sobresalientes para sus 77 habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

La UP3 obtuvo una calificación "BAJA", ya que no posee rasgos atractivos, pues aun cuando le atraviesa el arroyo Nexmegata, sus aguas ya están deterioradas. Se trata de una zona impactada (36.8% de las instalaciones se encuentran asentadas en esta unidad), pues a pesar de la existencia de una plantación forestal, los pastizales han ido desplazando la selva alta perennifolia y el popal. El hecho de que en la localidad de La Hulera se localice un matrimonio que habla una lengua autóctona de otro estado, no genera cambios sustantivos en la calificación pues para sus 262 habitantes no existen rasgos que sean notorios. Territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

La UP4 obtuvo una valoración de "BAJO", siendo la más impactada por la actividad humana, ya que corresponde al asentamiento de Villa Cuichapa, localidad que se ha formado por las necesidades de la actividad petrolera desarrollada en la zona, concentrando aquí los servicios públicos y privados de educación, médicos y de consumo para sus 7,697 habitantes, por lo que ambientalmente se trata de una zona muy impactada por la actividad antropogénica, socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

De las 5 unidades paisajísticas, la UP5 es la de mayor puntaje, aun cuando se ha valorado como "MEDIA". Presenta algunos rasgos que revelan atractivo visual en su topografía, ofrece variedad de vegetación, aunque con cierto grado de impacto, en su área hay espacios dedicados al cultivo forestal. Socialmente no posee rasgos sobresalientes para sus escasos 8 habitantes y territorialmente no se encuentra planificado su suelo.

En conclusión, las zonas mejor conservadas se localizan al sureste del CCP, presentando una topografía de suaves lomeríos, por lo que no es muy atractiva para los asentamientos poblacionales, para las actividades agropecuarias y permitiendo una mejor conservación de su vegetación nativa, por tanto, es hábitat para un mayor número de especies de fauna.

- **Patrimonio arqueológico.** Dentro del área de estudio no se presentan sitios arqueológicos catalogados por el INAH; sin embargo, en años recientes en el municipio de Moloacán y municipios aledaños a este, se han descubierto vestigios arqueológicos que se encuentran siendo investigados por el INAH; no se descartan hallazgos de objetos prehispánicos dentro del CCP.
- **Daños ambientales.** Al valorar los daños ambientales en términos de incidencia y magnitud, se identificaron 73 interacciones negativas entre acciones de 10 obras/actividades y 07 componentes que caracterizan al entorno del CCP; 31 correspondieron a impactos Relevantes, 19 a Moderadamente relevantes y 23 a No relevantes.

  Los relevantes, generalmente definidos por sus efectos directos, acumulables, de manifestación a corto plazo, permanentes, irreversibles, irrecuperables y/o con modo de acción continuo sobre los componentes (al incluir el factor tiempo), se encontraron en el suelo, el agua, y, en mayor concentración, sobre la flora y la fauna. Las acciones derivan sobre todo de la ganadería, de las obras petroleras (destacando las instalaciones de producción), de la mina de arena sílica, de los asentamientos humanos, manejo de residuos y manejo de aguas residuales.

  Entre los impactos relevantes se puede mencionar la erosión del suelo provocada por la mina de arena sílica al removerlo del sitio y al determinarse la pérdida de suelo en su polígono de grado "severa"; la actividad potencialmente impactante en la calidad del suelo es la petrolera al detectarse *contaminación por hidrocarburo* producto de fugas y derrames en algunos pozos, instalaciones de producción y ductos; la calidad del agua superficial y subterránea es afectada por la ganadería, asentamientos humanos, manejo de residuos y manejo de aguas residuales, esto con base en los análisis realizados en los que se encontraron altas concentraciones de coliformes fecales, coliformes totales, detergentes y baja cantidad de oxígeno disuelto; por último, al afectar algunos de los factores del componente flora se impacta también, de forma indirecta, a la fauna en un grado relevante.

  Por su persistencia temporal, con posibilidad de que el factor retorne a sus condiciones iniciales en un corto o mediano plazo, de recuperación fácil o media, pudiendo ser de acción discontinua e irregular, fueron identificados los impactos moderadamente relevantes en la *cantidad de suelos* y en los componentes flora y fauna), provocados principalmente por la agricultura y los pozos con su infraestructura de apoyo.

  Los impactos no relevantes con efectos temporales, reversibles, de fácil o media recuperabilidad y de modo de acción continua o discontinua, de periodicidad regular o intermitente en el tiempo, provienen mayormente de la plantación de *Hevea brasiliensis* y de los ductos, ubicados sobre todo en la flora y la fauna.

  De la valoración cualitativa y cuantitativa de los daños, así como de la frecuencia en que son afectados los factores, es posible determinar que las actividades generadoras del mayor número de impactos relevantes en el área de estudio derivan sobre todo de la ganadería, de la mina de arena sílica y de los

asentamientos humanos, destacando también las instalaciones de producción del sector petrolero; concentrados principalmente sobre la flora y la fauna.

- **Daños preexistentes.** La metodología aplicada en el CCP nos permitió identificar una serie de sitios potencialmente contaminados, los cuales se describen, en número y condición, a continuación:

163	Sitios considerados dentro de un plan de caracterización, de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
3	2 sitios con residuos peligrosos NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (lixiviados de basurero; y ex almacén de Pemex) y 1 sitio NORMA Oficial Mexicana NOM-133-SEMARNAT-2015, Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo, en sitios de Comisión Federal de Electricidad. (CFE).
60	Presas usadas actualmente como abrevadero cercanas a pozos petroleros que presumiblemente puedan contener enterrado hidrocarburo y sujetos a análisis conforme a la NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

El total de sitios identificados con presencia de hidrocarburo u otro contaminante en suelo dentro del CCP, como se señala en la tabla anterior es de 226.

Es importante enfatizar que no existen métodos infalibles para la detección de daños preexistentes de origen petrolero o no petrolero, el uso de imágenes satelitales de última generación, recorridos de campo, encuestas, información científica o la publicada en medios masivos de comunicación, análisis PetroFlag, incluso la utilización de un GeoRadar de última generación, así como, los trabajos de caracterización de tres sitios, que incluyeron los análisis por laboratorios acreditados ante la EMA, aunado a la carencia de información histórica oficial de derrames en la zona de estudio, no garantizan una confiabilidad total para identificar todos y cada uno de los daños pre existentes en la zona. Las metodologías más actualizadas solo señalaran los sitios que pudieron ser detectados físicamente y que por lo reducido de los tiempos de realización del estudio, no permiten una revisión más exhaustiva.

Sin embargo, bajo ninguna circunstancia se podrían..detectar derrames ocurridos en el pasado de cualquier material sea o no contaminante, que por el paso del tiempo o por prácticas antiguas pudieran estar enterrados o localizados en sitios a los que no se tuvo acceso, ya sea por limitaciones de los propietarios,

exceso de vegetación o la imposibilidad humana de recorrer los más de 41.513 km^2 del CCP.

En este sentido, el presente estudio no puede ser considerado como una verdad absoluta, los resultados finales no son concluyentes más allá de los sitios que si fueron caracterizados, pues existe la posibilidad de que, en el futuro, con el ingreso de maquinaria y equipos para nuevas obras petroleras o no petroleras o el avance de la frontera agrícola o ganadera, puedan encontrarse otros sitios que en su momento fueron imposibles de verificar. Sin embargo, mediante un análisis minucioso caso por caso de causa raíz, pueda definirse el responsable de haber generado dicho evento. Es decir, siempre existirá la posibilidad de que los derrames de hidrocarburos, generados en el pasado, se encuentren totalmente cubiertos por suelo alóctono, vegetación, asentamientos humanos u otros factores similares que pueden estar en este momento ocultos y que hacen materialmente imposible su identificación o localización bajo cualquier método que no sea netamente el invasivo o el conocimiento de su existencia en un punto dado. Resulta entonces obvio señalar que, realizar la tarea de revisar palmo a palmo la totalidad del CCP mediante métodos invasivos no solo es absurdamente costoso sino ambientalmente inviable.

10. REFERENCIAS.

- Academia Veracruzana de las lenguas indígenas (2010). "*Catálogo de las lenguas indígenas y sus variantes lingüísticas del estado de Veracruz*". Gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la llave, 197 pp.
- Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (2016). *Guía para definir la Línea Base Ambiental previo al inicio de las actividades petroleras terrestres* [pdf] p. 24.
- Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (2016) "*Observaciones a propuesta de línea base ambiental Campo Cuichapa Poniente*" N° de oficio ASEA-UGI-DGGEERC-0558-2016, Cuidad de México.
- Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (2016), "*Aceptación de la propuesta de realización de la línea base ambiental para el contrato N° CNH-R01-L03-A07/2015 Campo Cuichapa Poniente*", Ciudad de México.
- Agraz-Hernández, C. M., Noriega-Trejo R., et al. (2006). *Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México*. Universidad Autónoma de Campeche, centro EPOMEX, Instituto de Ecología, CEDESU, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología -UNAM, CFE, CONAFOR, 45 pp.
- Aguilar Rodríguez, Gallardo Del Ángel (s.f.). *APÉNDICE VIII.44 Lista de especies de aves del estado de Veracruz*. Aves: Diversidad, Distribución y Conservación, 58 pp.
- Aguilar S., Martín & Méndez Leopoldo A. (s.f.). *El istmo veracruzano: notas para una historia de la construcción de una región*. Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales de la UV, 67-86 pp.
- Aguilar Sánchez, M. & Ortiz Escamilla J. (2011). Historia General de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, 725 pp.
- Aguilera Peña, A. (2007-2008*). Módulo: Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas*. Escuela de Negocios (EOI), 52 pp.
- Aguilera & Elvin Geovany (2009). "*Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos*", Universidad de San Calos de Guatemala Facultad de Ingeniería, 11 pp.
- Aguilo Alonso, Miguel (1984*). Identificación de tramos de carretera con interés paisajístico*. Revista de Obras Públicas, págs. 329-344.
- Álvarez de la Borda, J. (2005). *Los orígenes de la industria petrolera en México 1900-1925*. PEMEX, México, D.F.
- Álvarez de la Borda, J. (2006*). Crónica del petróleo en México de 1863 a nuestros días*. PEMEX, México, D.F.
- Álvarez, Ticul, Álvarez-Castañeda, Sergio T. & López-Vidal Juan C. (1994). *Claves para murciélagos mexicanos*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N, 69 pp.
- Américo D. Días, Pedro, Rangel Negrín Ariadna & Canales Espinosa, Domingo (2011). *La conservación de los primates en México*. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, 199 pp.
- Aranda Marcelo (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Instituto de Ecología (México).
- Aranda, Jaime A. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO, México, D.F., 258 pp.
- Aranda, M. (2012). Huellas *y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México. 212 p.p.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez & E. Loa (2008). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html
- Arroyo Cabrales, J. (2011). *Los murciélagos de Calakmul: guía ilustrada*. México, Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.
- Arteaga Vega, E. V. & Galindo Martínez, E. A. (2016). *Programa Especial de Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz*. Gaceta Oficial, tomo CXCIII, 68 pp., Xalapa-Enríquez, Ver.
- Avendaño Reyes, Sergio & Flores Gudiño, José S. (1999). Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. Veterinaria México, vol. 30, núm. 1, pp. 79-94, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42330111

- Báez, A. (1986). *Volumen II. Calidad del aire*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 84 pp.
- Barbosa Briones, E. (2011). "*Desarrollo de herramientas de ArcGIS para el cálculo de indicadores físicos y socioeconómicos de cuencas hidrográficas*", Universidad autónoma de QUERÉTARO, Santiago de Querétaro, 135 pp.
- Benitez, Griselda, Pulido Salas, Ma. T., Equihua Z. M. (2004), *Árboles multiusos nativos de Veracruz, para reforestación, restauración y plantaciones*, México, Instituto de Ecología, A.C.
- Berlanga, H., Rodríguez, V. (s.f.). *Las aves migratorias: a prueba de muros*. Iniciativa para la conservación de aves, CONABIO, 16-23 pp.
- Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V.M. Vargas-Canales, et al. (2015), *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*, CONABIO, México, D.F.
- Biodiversidad Mexicana, *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (s.f.). Especies en riesgo. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_enriesgo/buscador_especies/espRiesgo.php
- BLM Manual Handbook 8431-1 (s.f.). *Visual Resource Contrast Rating*, 42 pp.
- Boege Schmindt, E. (2008). "*El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*", Instituto Nacional de Antropología e Historio, CDI, México D.F. 342 pp.
- Boletín Oficial de la Ciudad de Buenos Aires (2013). *Agencia de Protección Ambiental,* 78-94 pp.
- Bollo Manent, M., Hernández Santana, J. & Méndez Linares, Ana P. (2009). *Propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Política Ambiental*. SEMARNAT.
- Bosque Sendra, J., et al. (1997). *Valoración de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un SIG*. Documents d'Anàlisi Geogràfica, nº 30, p. 19-38.
- Bozada, Lorenzo & Páez, Margarito (1986). *Volumen VII. Fauna Acuática del Río Tonalá*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., Universidad Veracruzana, serie medio ambiente Coatzacoalcos, 162 pp.
- Bozada, Lorenzo & Páez, Margarito (1986). *Volumen VIII. Fauna Acuática del Río Coatzacoalcos*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., Universidad Veracruzana, serie medio ambiente Coatzacoalcos, 131 pp.
- Bozada, Lorenzo & Páez, Margarito (1987). *Volumen XI. Otros recursos alimenticios*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., Universidad Veracruzana, serie medio ambiente Coatzacoalcos, 259 pp.
- Bozada, Lorenzo & Páez, Margarito (1987). *Volumen XIV. Fauna Acuática del Litoral*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., Universidad Veracruzana, serie medio ambiente Coatzacoalcos.
- Bridget RS, Healy RW, Cook PG (2002). *Choosing appropiate techniques for quantifying groundwater recharge*. Hydrologeology Journal 10: 18-39.
- Bushnell (2015), "*TROPHY CAM HD AGGRESSOR MANUAL DE INSTRUCCIONES*", Bushnell Germany GmbH, European Service Centre, Mathias-Brüggen-Str. 80, D-50827 Köln, GERMANY.
- Carreras González, E. & De la Fuente de León, G. (1991). *Inventario y Clasificación De Humedales en México*, Parte 1., DUMAC.
- Casado I., José M., et al. (2008). *Validación en campo de variables e índices de vulnerabilidad en sitios ambientalmente sensibles a derrame de hidrocarburos en la región de Coatzacoalcos*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, 130 pp.
- Casado, J. M., et al. (s.f.). *Guía metodológica para la identificación de sitios ambientalmente sensibles a los efectos de derrames de hidrocarburos*. SEMARNAT, INECC, UNAM, Instituto de Geografía, 142 pp.
- Castillo C., G. y Medina A., M. E. (2002). Árboles y *Arbustos de la Reserva Natural de La Mancha*, Veracruz, México, Instituto de Ecología, A.C.
- Castillo C., G., et al. (2005). Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. Acta Botánica Mexicana, núm. 73, pp. 19 - 57, Instituto de Ecología, A.C. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57407302
- Castillo-Campos, G., S. Avendaño R., M. E. Medina A. (2001). *Diversidad de Ambientes. Sección IV*. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México, págs. *: 162-283.*
- Castro Mendoza, I. (2013), "*Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín*", México, Ingeniería hidráulica y ambiental, vol. 34, N° 2, pp. 3-16.
- Castro V., G. (2007*). Informe Final Diseño Monitoreo Frente Derrames de Hidrocarburos*. Gobierno de Chile

Ministerio de Agricultura (SAG), Proyectos y Asesorías Ambientales (Prasa).

- Ceballos G., & Arroyo C. J. (2012). *Lista actualizada de los mamíferos de México 2012*. Revista Mexicana de mastozoología Nueva época, 2012, Año 2 Núm. 1, 27-80 pp. ISSN: 2007 – 4484.
- Ceballos, G. y G. Oliva (2005). *Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, Fondo de Cultura Económica-CONABIO, México. 986 pp.
- Ceballos, G. y J. Arroyo-Cabrales (2012). *Lista actualizada de los mamíferos de México*. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año 2, Núm. 1, 27-80 pp. ISSN: 2007 – 4484.
- Cervantes Pérez, J. (2014). *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en la Cuenca del río Coatzacoalcos*. Programa Nacional Contra la Sequía, Consejo de Cuenca del Río Coatzacoalcos, 114 pp.
- Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso*. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cházaro, Miguel (1986). *Volumen VI. La vegetación*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 96 pp.
- Chiappy-Jhones, C. J., Gama, L., et al. (2002), "*Regionalización paisajística del estado de Veracruz México*", Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa Tabasco, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México, 87-113 pp.
- CITES (1983). *Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*.
- CITES (2016). *Apéndices I, II y III en vigor a partir del 10 de marzo de 2016. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. UNEP. 47 p. Disponible en: https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2016/S-Appendices-2016-03-10.pdf
- CITES (s.f.). *Listas de especies CITES*, Disponible en: https://cites.org/esp/disc/what.php
- CITVER (s.f.). *Ofidios*, 138 pp.
- CNA, Organismo de Cuenca Golfo Centro (2016). *Datos mensuales de climatología (Estación La Cangrejera, Minatitlán y Tancochapa)*.
- CNA, Organismo de Cuenca Golfo Centro (2016). *Estructura de las bases de datos y códigos utilizados en el sistema CLICOM para datos mensuales*.
- CNH (2014). *Cuencas del sureste. Aguas someras. Síntesis geológica petrolera*. Golfo de México - Síntesis Geológico Petrolera de las Cuencas del Sureste – Aguas Someras, 64 pp. Disponible en: http://rondasmexico.gob.mx/wp-content/uploads/2015/09/AguasSomeras.pdf
- Coates-Estrada, Rosamond & Estrada, Alejadro (1986). *Manual de Identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "Los Tuxtlas"*.
- Comisión Federal de Eléctricidad (s.f.). *Capítulo 1 Datos generales del proyecto y del promovente*. División Golfo Centro. Subgerencia de Distribución, 969 pp.
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (2016). *Base de datos de licencias de establecimientos que fabrican sustancias tóxicas o peligrosas para la salud*. Comisión de Autorización Sanitaria, 11 pp.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (2011). *Dictamen del Proyecto de Exploración Cuichapa*. Gobierno Federal, 53 pp.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (2013). *Dictamen Técnico del Proyecto de Exploración Cuichapa (modificación sustantiva)*. Secretaría de Energía, 49 pp.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (2013). *Dictamen Técnico del Proyecto de Explotación Ogarrio - Sánchez Magallanes (Nuevo)*. Secretaría de Energía, 83 pp.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (s.f.). *Resumen Ejecutivo AR-0437-Campo Cuichapa Poniente*, 17 pp.
- Comisión Nacional del Agua (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Costera de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, 22 pp.
- Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (s.f.). *Acuífero Costera de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz (Clave: 3012)*, 20 pp.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas (2015). "*Base de datos Población Indígena 2015*".

- Castany, G. (1971). *Tratado práctico de las aguas subterráneas*. Ed. Omega, Bar., España. 671 pp.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (2016). *"Fichas de información básica de la población indígena 2015"*, México Gobierno de la república, 217 pp.
- CONABIO (1997). *Provincias Biogeográficas de México*. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/rbiog4mgw.png
- CONABIO (2002). *Áreas de importancia para la Conservación de Aves*. Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html
- CONABIO (2002). *Mapa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, Región Noreste*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasne.html
- CONABIO (2009). *Manglares de México: Extensión y Distribución*. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.
- CONABIO (2011). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México, vol. I, 541 pp.
- CONABIO (2011). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México, vol. II, 645 pp.
- CONABIO (2012). *Portal de Geoinformación*. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- CONABIO (2013). *Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 140 pp.
- CONABIO (2013). *Manglares de México; extensión, distribución y monitoreo*. México D.F. 128 pp. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/manglares_de_mexico_1.pdf
- CONABIO (s.f.) *Delta del Río Coatzacoalcos*, Veracruz. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_052.html
- CONABIO (s.f.), *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/
- CONABIO (s.f.). *Pantanos de Centla – Laguna de Términos*. Tabasco-Campeche. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_053.html
- CONABIO (s.f.). *Sierra de Los Tuxtlas – Laguna del Ostión*, Veracruz, pág. 509-513. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_131.pdf
- CONABIO (s.f.). *Sierra de Tabasco*. Clave de la AICA SE-09. Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-09.html
- CONABIO (s.f.). *Sitios prioritarios de Manglar en Veracruz*. Disponible en: http://speck.conabio.gob.mx/manglarfotos/VER/sitipri/index.html
- CONABIO (s.f.). *Uxpanapa*. Clave de la AICA SE-48. Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-48.html
- CONABIO, Casas-Andreu G., T. Reyna-Trujillo (1990). *Provincias y Regiones Herpetofaunísticas de México*. Atlas Geográfico de México, Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/pherpe8mgw.png
- CONABIO, Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo (1990). *Provincias y Regiones Mastogeográficas de México*. Atlas Geográfico de México, Instituto de Geografía, UNAM, México. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/rmast4mgw.png
- CONAGUA (2001). *Anexo Técnico del Informe Final 1. Contingencia ambiental por derrame de hidrocarburos en la batería de separación Cuichapa n°1, propiedad de PEMEX exploración y producción una fosa natural conectada a un arroyo innominado en el municipio de Moloacán Veracruz*.
- CONAGUA (2001). *Anexo Técnico del Informe Final 2. Contingencia ambiental por derrame de hidrocarburos en la batería de separación Cuichapa n°1, propiedad de PEMEX exploración y producción una fosa natural conectada a un arroyo innominado en el municipio de Moloacán Veracruz*.
- CONAGUA (2001). *Resumen. Contingencia ambiental por derrame de hidrocarburos en la batería de separación Cuichapa n°1, propiedad de PEMEX exploración y producción una fosa natural conectada a un arroyo innominado en el municipio de Moloacán Veracruz*.

- CONAGUA (2007). *Índice de archivos KMZ*, Cuenca hidrográficas. Disponible en http://siga.conagua.gob.mx/REPDA/Menu/MenuKMZ.html
- CONAGUA (2008). "*Constancia de registro de obra de alumbramiento*", México, D.F.
- CONAGUA (2010). "*Permisos de descarga de aguas residuales Batería de separación Cuichapa n° 2*".
- CONAGUA (2010). "*Permisos de descarga de aguas residuales Batería de separación Cuichapa n° 2*".
- CONAGUA (2010). "*Permisos de descarga de aguas residuales Estación de compresión Cuichapa*".
- CONAGUA (2010). "*Permisos de descarga de aguas residuales Estación de compresión Cuichapa*".
- CONAGUA (2012). *Análisis de las temporadas de huracanes de los años 2009, 2010 y 2011 en México*. Recuperado de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/CGSMN-2-12.pdf
- CONAGUA (2012). *SMN. Base de datos de ciclones tropicales que afectaron a México durante el periodo de 1970 a 2011*. Recuperado de http://smn1.conagua.gob.mx/ciclones/historia/ciclones1970-2011.pdf
- CONAGUA (2014). *Atlas del agua en México 2014*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/archivohistoricodelagua13/NotaP/Atlas_del_Agua_Mexico_2014.pdf
- CONAGUA (2014). *Estadísticas del agua en México*. Edición 2014. Coyoacán, México, D.F. p. 45.
- CONAGUA (2014). *Indicadores de calidad del agua*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=98&n4=98
- CONAGUA (2015). *Aprobación en muestreo, mediciones directas, espectrofotometría uv-vis, microbiología, volumetría, gravimetría y metales. No. Aprobación CNA-GCA-1207*. 3 pp.
- CONAGUA (2015). Infraestructura hidráulica. Principales acueductos de México. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), Estadísticas del Agua en México. Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=86&n4=396
- CONAGUA (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Diario Oficial de la Federación (DOF), 27 de marzo de 2015.
- CONAGUA (2016). *Información climatológica de la estación La Cangrejera*. Enviado por CNA.
- CONAGUA (2016). *Información climatológica de la estación Minatitlán*. Enviado por CNA.
- CONAGUA (2016). *Información climatológica de la estación Tancochapa*. Enviado por CNA.
- CONAGUA (s.f.). *Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACU)*. Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA), México. Disponible en: http://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/
- CONANP (2006). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas*. México, D.F., 294 pp. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/tuxtla_final.pdf
- CONANP (2011). *Mapa de Humedales de México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php
- CONANP (2012). *Listado de áreas destinadas voluntariamente a la conservación*. Actualización agosto 2016. Disponible en http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/listado_areas.php
- CONANP (2014). *Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales de México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DES/PNANP2014-2018.pdf
- CONANP (2016). *Áreas destinadas voluntariamente a la conservación*. Disponible en: http://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion
- CONANP (2016). *Áreas Naturales Protegidas Decretadas*. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/
- Conant, Roger, Collins, Joseph T. & Field Peterson A. (1998) *Guide to Reptiles and Amphibians: Eastern and Central North America*, EEUU.
- CONAPO (2010). *Índice de Marginación por entidad federativa y Municipio*. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/AnexosMapas/Anexos/06AnexoBase.xlsx
- CONAPO (2010). *Índice de Marginación por Localidad*. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/2010/basededatos/basecompleta.zip
- CONAPO (2012). *Índices de Marginación en México*. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indices_de_Marginacion
- CONEVAL (2010). *Índice de Rezago Social a nivel municipal y por localidad*. Disponible en: http://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Rezago_Social/Rezago_Social_2010/Rezago_Social_Localidades_2000_2005_2010.zip

- CONEVAL (2010). *Pobreza a nivel de municipio. Porcentaje de la población en situación de pobreza por municipio México*. Disponible en: http://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Informacion-por-Municipio.aspx
- Consejo Veracruzano de la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (2012). *La restauración ecológica como estrategia para la reducción del riesgo de desastre ante inundaciones: estudio de caso de la Cuenca del Río Coatzacoalcos*. Gobierno del Estado de Veracruz, México, 217-259 pp.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011), "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0B-P CUI 182 3"X0.693 Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0C-P CUI 197 3"X0.276*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0C-P CUI 224 3"X0.945*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0C-P CUI 333 3"X1.254 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0B-P CUI 339 3"X0.864 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0B-P CUI 397 3"X0.250 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E08-P CUI 0128 2"X0.465 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E08-P CUI 0505 2"X0.665 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0187 2"X0.485 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0346 2"X0.277 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2), LBN E11-P CUI 0373 2"X0.300 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LBN E11-P CUI 0213 2"X1.237 KM*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LBN COMP CUI-P CUI 0323 6"X1.600 Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LDD P CUICH 0101-BAT CUICH 3"X2.991 Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LDD P CUICH 0128-BAT CUICH 3"X0.708 Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LDD P CUICH 0187-BAT CUICH 2 3"X0.824 Km*, Contrato SAP N° 425031806.

- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LDD P CUICH 0346-BAT CUICH 2 3"X0.314 Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. DE C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (Paquete 2)", LDD P CUICH 0352-BAT CUICH 2 3"X0.691 Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. de C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vías de los activos de la región sur (Paquete 2), LDD P CUICH 0513-BAT CUICH 2 3"X1.485Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. de C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vías de los activos de la región sur (Paquete 2), SDO EST 0B-P CUI 397 3"X0.250Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. de C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vías de los activos de la región sur (Paquete 2), LDD P CUICH 0101-BAT CUICH 2 3"X2.991Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Constructora ELVIC S.A. de C.V. (2011). "*Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vías de los activos de la región sur (Paquete 2), LDD P CUICH 0187-BAT CUICH 2 3"X0.824Km*, Contrato SAP N° 425031806.
- Cornejo S., A. (2015). *Un análisis de la diversidad y abundancia de mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas*. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 61 pp.
- Cortés Montaño, C., Vargas Jaramillo, S., & Jardel Peláez E. (2014). *Guía para identificar altos valores de conservación en ecosistemas forestales de México*.
- Cortés-Becerra, J., Torres-Cedillo, L (2012), "*Evaluación cartográfica de la erosión hídrica en la república mexicana*", escala 1:250 000. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, AC., Texcoco, edo. México, 11 pp.
- Cram Heydrich S., et al. (2012). *Comparación estacional del comportamiento de derrames de hidrocarburos en sitios ambientalmente sensibles. Anexo III. Informe del Taller*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, 29 pp.
- Cram Heydrich Silke, Mendoza Cantú Ania (2012). *Comparación estacional del comportamiento de derrames de hidrocarburos en sitios ambientalmente sensibles. Anexo IV. Aplicación de la metodología en la región de Poza Rica, Veracruz*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, UNAM, 31 pp.
- Cram Heydrich Silke, Mendoza Cantú Ania (2012). *Comparación estacional del comportamiento de derrames de hidrocarburos en sitios ambientalmente sensibles. Informe final INE/A1-011/2010*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, UNAM, 15 pp.
- Cram Heydrich, Silke (2011). *Comparación estacional del comportamiento de derrames de hidrocarburos en sitios ambientalmente sensibles INE / A1-011/2010*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, 32 pp.
- Cram, H. Silke, et al. (2007). *Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz*. Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Geografía, UNAM, 24 pp.
- Cruz Bazán, E. J. (2015). *Diversidad de mamíferos en el Área Privada de Conservación Talhpan, municipio de Papantla de Olarte, Veracruz*. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, 68 pp.
- Cruz-Falcón A, R. (2007). *Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de La Paz B.C.S. Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos*. Tesis de Doctorado, IPN-CICIMAR, Diciembre de 2007. 139 pp.
- Cruz-Falcón A, R. Vázquez-González, J. Ramírez-Hernández, E. H. Nava-Sánchez, E. Troyo-Diéguez, J. Rivera-Rosas y J. E. Vega-Mayagoitia (2011). *Precipitación y recarga en la Cuenca de La Paz, BCS, México*. Univ. Cien. 27: 251-263.
- D.O.F. (1936). *Declaración de la propiedad nacional del arroyo Tacalasmacayas y sus afluentes, en el Estado de Veracruz. Declaración de propiedad nacional de la barranca del Naranjo y de los manantiales Chinacamosto, El Secreto y El Escondido, en el Estado de Puebla*. Secretaría de Agricultura y Fomento, 1 pp.
- D.O.F. (1989). *Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua CE-CCA-001/89*. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989
- D.O.F. (2008). *NOM-005-SCT/200, Información de emergencia para el transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos*. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5056547&fecha=14/08/2008
- D.O.F. (2009). *NOM-010-SCT2/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos*. Disponible en:

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5107654&fecha=01/09/2009

- D.O.F. (2012). *Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf
- D.O.F. (2012). *Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.* SEMARNAT.
- D.O.F. (2012). *Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.* SEMARNAT, Tomo DCCX No. 17.
- D.O.F. (2013). *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental,* 17 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf
- D.O.F. (2013). *NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.* Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5313544&fecha=10/09/2013
- D.O.F. (2014). *Ley de Hidrocarburos,* 71 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_110814.pdf
- D.O.F. (2014). *Ley de la Agencia Nacional Industrial y de Protección al Medio ambiente del Sector de Hidrocarburos,* 19 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI_110814.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.* [última reforma publicada DOF 25-08-2014], 69 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones,* 22 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGCC_MRNE_281014.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley de Hidrocarburos,* 25 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LHidro.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de áreas naturales protegidas,* [última reforma publicada DOF 21-05-2014]., 53 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera,* [última reforma publicada DOF 31-10-2014], 23 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.* [última reforma publicada DOF 09-05-2014], 52 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico,* [última reforma publicada DOF 31-10-2014], 26 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf
- D.O.F. (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. [última reforma publicada DOF 31-10-2014], 29 pp. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Trasferencia de Contaminantes.* [última reforma publicada DOF 31-10-2014], 11 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf
- D.O.F. (2014). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.* [última reforma publicada DOF 31-10-2014], 63 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- D.O.F. (2015). *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismo que forma parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican.* Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5389380
- D.O.F. (2015). *Acuerdo por el que se dan a conocer las zonas de disponibilidad que corresponden a las cuencas y acuíferos del país para el ejercicio fiscal 2015, en términos del último párrafo del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos vigente.* Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387688&fecha=02/04/2015
- D.O.F. (2015). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.* [última reforma publicada DOF 22-05-2015], 52 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf

- D.O.F. (2016). *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 38-112 pp.
- D.O.F. (2016). *Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Costera de Coatzacoalcos, clave 3012, en el Estado de Veracruz, Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 5 pp.
- D.O.F. (2016). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. [última reforma publicada DOF 29 de enero de 2016], 236 pp. Disponible en: http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/cn16.pdf
- D.O.F. (2016). *Ley de Aguas Nacionales*. [última reforma publicada DOF 24-03-2016], 110 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf
- D.O.F. (2016). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. [última reforma publicada DOF 10-05-2016], 81 pp. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259_100516.pdf
- D.O.F. (2016). *Ley General de Vida Silvestre*. [últimas reformas publicadas DOF 13-05-2016], 70 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_130516.pdf
- D.O.F. (2016). *Ley General del Cambio Climático*. [última reforma publicada DOF 01-06-2016], 52 pp. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_010616.pdf
- D.O.F. (2016). *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. [última reforma publicada DOF 13-05-2016], 128 pp. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf
- De la Lanza, G., Fuentes, Patricia, et al. (2011). *Propuesta metodológica para la evaluación del daño ambiental en ecosistemas costeros de México*. Instituto de Biología, UNAM, INEC, 37 pp.
- De la Torre, Miguel A., Aguirre, G., & López, Marco A. (2006). *Coralillos verdaderos (Serpentes: Elapidae) y coralillos falsos (Serpentes: Colubridae) de Veracruz, México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), vol. 22, núm. 3, pp. 11-22, Instituto de Ecología, A.C. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57522302
- Del Olmo L., G. (2014). *Las aves del Parque Ecológico Jaguaroundi*. PEMEX Petroquímica, UNAM, 268 pp.
- DINAMA (2006). *Guía para la identificación y Evaluación Preliminar de Sitios Potencialmente Contaminados*. Dirección Nacional del Medio Ambiente, 2da. Edición, Uruguay, 27 pp.
- Eduardo Iñigo Elías (s.f.). *Las Aves Migratorias Recurso Compartido en el Continente Americano y su Relación con el Istmo de Tehuantepec*. Cornell Lab of Ornithology, Cornell University, 38 pp.
- Elliot, John E., et al. (2007). *Satellite Telemetry and prey sampling reveal contaminant sources to pacific northwest ospreys*. Ecological Applications, pp. 1223–1233 by the Ecological Society of America.
- Ellis, E. A. y Martínez, B. M. (2010). *Vegetación y Uso de Suelo de Veracruz*. En Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural del Estado de Veracruz (Tomo 1, Patrimonio Natural). Comisión para la Conmemoración del Biecentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana. Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz. pp. 203-226.
- EMA (2011). *Acreditación como laboratorio de ensayos de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006*. No. Acreditación. R-0255-021/11. pp. 1.
- EMA (2011). *Acreditación como laboratorio de ensayos de acuerdo a los requisitos de la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006*. No. Acreditación. R-0044-003/11, pp16.
- EMA (2012). *Acreditación como laboratorio de ensayo de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006 No. Acreditación R-0254-020/11*, 1 pp.
- EMA (2015). *Ampliación de signatarios y actualización por baja de signatarios de la acreditación como laboratorio de ensayo*. No. R-0255-021/11, México, D.F. pp. 16.
- Enríquez, G. (2012), "*Encuentran vasija olmeca en Moloacán*", Solución Política (SP.com), Disponible en: http://www.solucionpolitica.net/encuentran-vasija-olmeca-en-Moloacán/
- Environmental Protection Agency (2014). *ASTM E1527-13 Updated Phase I ESA Standard*. Certified Professional Coffee
- Escalante, T., Rodríguez, G. & Morrone, J. J. (2005), *Las provincias biogeográficas del Componente Mexicano de Montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales*. Revista Mexicana Biodiversidad. Vol.76, n.2 [citado 2016-02-12], pp. 199-205.
- Espinosa O., D., Ocegueda C., S. (2008). *La perspectiva biogeográfica y ecosistémica. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México*. Vol. I: *Conocimiento*

actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pág. 61, pp. 33-65.

- Espinosa, J. L. (1986). *Volumen X. El Langostino: Un alimento en peligro*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 98 pp.
- F.A.O. (1991). *Mapa mundial de suelos; Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. 73 pp*. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=IKwS2b81UlQC&pg=PA73&lpg=PA73&dq=fase+r%C3%BAdica+del+suelo&source=bl&ots=hnJymLLoJn&sig=Cey4nJcZhL-tprDGCWAakzzSq4Y&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjzivfonsXKAhXFND4KHRF_BT4Q6AEIHDAA#v=onepage&q=fase%20r%C3%BAdica%20del%20suelo&f=false
- F.A.O. (2007). *Base referencial mundial del recurso suelo; un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional*. Informes sobre recursos mundiales de suelos, 103 pp. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0510s/a0510s00.pdf
- Felicísimo, A. M. (s.f.). "*Descripción y análisis del relieve*", Disponible en: http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/
- Fernández, Luis C., et al. (2009). *Guía para el manejo de anfibios en cautiverio*. Edición 1.1, una publicación del Grupo Consultivo de Anfibios (ATAG) de la AZA, 132 pp.
- Fernández-Vitora, Vicente C. (2000). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 3 ed., España: Mundi-Prensa, Madrid, 412 p.
- Flores, D. & Arce, J. M. (2006). *Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados*. SEMARNAT, IMP, INE, 184 pp.
- *Florescano, E. & Ortiz E., J.* (2010)." *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz*" EDIMPLAS, S.A. de C.V; Estado de México, 280 pp.
- Fonseca Leal, Tania L. (2015). *Comparación de presencia de mamíferos silvestres medianos y grandes en dos sistemas de pastoreo diferentes*. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan, Universidad Veracruzana, 67 pp.
- Franco Matamala, Marta (s.f.). *Caracterización y recuperación de suelos en los aeropuertos de la red de Aena*. CONAMA, Cumbre del desarrollo sostenible.
- Frugone F. (s.f.). *Informe de Paisaje y Recursos Escénicos*. Universidad de Chile, 19 pp.
- Gaceta Oficial del Estado de Veracruz (s.f.). *Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal en el estado de Veracruz*. Obtenido de SINACVER
- Gaceta Oficial del Estado de Veracruz (s.f.). *Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal en el estado de Veracruz*. Obtenido de SINACVER.
- Gallegos, Margarita (1986). *Volumen III. Petróleo y Manglar*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 102 pp.
- Gallina-Tessaro, Sonia & López-González, Carlos (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Vol. 1, Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología A.C, Querétaro, México, pág. 92, 377 pp.
- Gallina-Tessaro, Sonia & López-González, Carlos (2014*). Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. SEMARNAT, INECC, Instituto de Ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro, México, D.F. 377 pp.
- Gallina-Tessaro, Sonia (2015). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México, 212 pp.
- Gálvez González, Luis A. (s.f.). "*El patrimonio cultural, Las zonas de monumentos históricos*", 261 pp.
- García Hernández, Felipe. (2013). *Pemex sin responder por daño y perjuicios*. 60 Minutos.info. 3 pp.
- García López, Tania (2007). *El principio de la reparación del daño ambiental en el derecho internacional público. Una aproximación a su recepción por parte del derecho mexicano*. Anuario mexicano de Derecho Internacional, vol. VII, pp. 481-512.
- García Sepúlveda, J. E. (2014). México, D.F. *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Residuos*. Oficio No. PFPA/3.1/2S.1/383/2014, 6 pp.
- García, C. I., A. Martínez O y G. Vidriales C. (2003). (Documento técnico). *Balance hídrico de la cuenca del río Pixquiac. Proyecto: NCMA3-08-03. Proyecto: "Delimitación de zonas prioritarias y evaluación de los mecanismos existentes para pago de servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Pixquiac, Veracruz, México*. Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo Sustentable, A.C.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 6.
- García-López, Eustolia Zavala-Cruz, Joel Palma-López, David J. (2006). *Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de Hidrocarburos*. TERRA Latinoamericana, Vol. 24, Núm. 1, pp.

17-26, Redalyc. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311494003

- Garmendia Corona, A. (2012). *Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la diversidad de mamíferos terrestres en la Selva Lacandona, Chiapas: Una aproximación paisajística*. Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, 52 pp.
- Geissert Kientz, D. (1999). "*Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz, Investigaciones geográficas*", boletín 40, 23-47 pp.
- Gobierno del Estado de Veracruz (2005). *Aves de Veracruz*.
- Gómez M., E. (2005). *Diagnóstico Regional del Istmo de Tehuantepec*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 98 pp.
- Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental. Un Instrumento preventivo para la gestión ambiental*. España: Agrícola Española, 701 p.
- Gómez Orea, D., (s.f.*). Evaluación Ambiental Estratégica. Un instrumento para integrar el medio ambiente en la formulación de políticas, planes y programas*, 2 ed., España: Mundi-Prensa, 377 p.
- Gómez Orea, D., Gómez Villarino, T. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental*, 3 ed., España: Mundi-Prensa, 747 p.
- Gómez-Pompa, A., Krömer Thorsten & Castro-Cortés, R. (2010). *Atlas de la flora veracruzana: un patrimonio natural en peligro*. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, 530 pp.
- Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, M. T. & Ferrari L. (2005). *Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen Conmemorativo del Centenario. Temas selectos de la Geología Mexicana. Tomo LVII, N°3, pág. 227-283. Disponible en: http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5703/(2)Gomez.pdf
- Gonzáles Martínez, J., et. al. (s.f.). *Ecuación universal de pérdida del suelo (EUPS)*, 22 pp.
- González Alonso, Santiago (2000). *Propuesta de una metodología de análisis del paisaje para la integración visual de actuaciones forestales: de la planificación al diseño*. Universidad Politécnica de Madrid, tesis doctoral, 613 pp.
- González Chirsten, A. (2010), *Los mamíferos de Veracruz: guía ilustrada*., Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.
- González García, F., Celis Murillo, A. (2008). *Cantos de las aves de México. Veracruz*, Volumen 1.
- González R., A. M. (2008). *Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- González Rivera, G. (s.f.*). Medidas de mitigación de impactos en aves silvestres y murciélagos*, 983 pp.
- González, C. (s.f.*). APÉNDICE VIII.45.1 Relación nomenclatural de los mamíferos registrados para el estado de Veracruz, distribución regional y estatus*. Mamíferos: Distribución, Endemismo y Estado de Conservación, 10 pp.
- González, C. (s.f.). *APÉNDICE VIII.45.2 Listado de los mamíferos endémicos de Veracruz*. Mamíferos: Distribución, Endemismo y Estado de Conservación, 2 pp.
- GreenLabUC, Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A., (2012). *Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado. Informe final,* 314 pp.
- GreenLabUC, Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A., CORFO (2014). *Metodología para la Elaboración de Planes de Reparación del Daño Ambiental. Informe final*, 99 pp.
- Greenpeace (2012). Derrame petrolero en Coatzacoalcos, Veracruz. Un año sin sanciones. 7 pp.
- Grosselet, Manuel (2013). *Aves migratorias en el Istmo*. Revista, sección: General Tipo Nota: Primera Plana, México, 1, 56-60 pp.
- Gutiérrez Genaro, Ricker Martin (2012). *Estudios técnicos para definir el desarrollo y funcionamiento del Parque Ecológico Tuzandepetl*. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Petróleos Mexicanos (PEMEX). Convenio PEP-UNAM No. 420401868.
- Gutiérrez Martínez, C. (2000). *Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica*. Disponible en: http://www.cenapred.unam.mx/es/Transparencia/FAQ/SISI/Anexo7.2/00_07_CI_RG_30052000.pdf
- Guzmán G., Salvador (2011). *Anfibios y reptiles de Veracruz: guía ilustrada. Gobierno del Estado de Veracruz*, Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología.
- Guzmán-Guzmán, Morales-Mávil, Pineda Arredondo (s.f.). *APÉNDICE VIII.42 Listado de especies de anfibios*

de Veracruz. SEMARNAT (2002), IUCN (2004). 5 pp.
- H. Dunn, E., T. Hussell, D. J. & Ruelas Inzunza E. (s.f.). *Recommended Methods for Population Monitoring at Raptor-migration Watchsites*. Carleton University, Ontario Ministry of Natural Resources, Cornell Lab of Ornithology, 447-459 pp.
- Henestroza Orozco, Ricardo (2008). *Desarrollo del proyecto eólico en la región del Istmo de Tehuantepec*. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Número 42, (18-21pp).
- Hernández Baz, F. (2005). *Índice Bibliográfico de la Fauna del Estado de Veracruz, México (siglos XVI al XX). Volumen I*. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Sociedad Veracruzana de Zoología, A. C., 155 pp.
- Hernández, E., Reyna, R., Castillo, G., et al. 2015). *Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. THERYA, Vol. 6 (3): 559-574,* ISSN 2007-3364.
- Hernández-Baz, F. y D. U. Rodríguez-Vargas (2014). *Libro Rojo de la Fauna del Estado de Veracruz*. Gobierno del Estado de Veracruz, Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente, Universidad Veracruzana 220 p.
- Herzing Mónica (1986). *Volumen IV. Aves*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 230 pp.
- Herzing Mónica (1987). *Volumen XIII. El niño y el medio ambiente*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 183 pp.
- Hietz, Peter & Hietz-Seifert Úrsula (1994). *Epífitas de Veracruz, Guía ilustrada para las regiones de Xalapa y los Tuxtlas, Veracruz, México*, Instituto de ecología, A.C.
- ICEMA (2015). *Informe de calibración de equipos, Tecnología Ambiental Integral*. Entidad Mexicana de Acreditación A. C., 2 pp.
- INAH (2016). *Catálogo de la Red de zonas arqueológicas del INAH*. México D.F. Disponible en: http://inah.gob.mx/es/2015-06-12-00-10-09/catalogo
- INAH (2016). *Mapa interactivo de la Red de Zonas Arqueológicas*. Disponible en: http://inah.gob.mx/images/zonas/lista/pagina.html
- INE (2007). *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. México, D.F. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/gaceta39/pma22.html
- INECC (s.f.). Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México. Disponible en http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/ruiz.html
- INECC, SEMARNAT (2013). *Contaminantes criterio*. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/calaire-indicadores/523-calaire-cont-criterio#1
- INECC, SEMARNAT (2014). *Fuentes de contaminación del aire*. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/calaire-informacion-basica/537-calaire-fuentes
- INECC, SEMARNAT (2014). *Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, México*, 242 pp.
- INECC, SEMARNAT (2015). *Primer informe bienal de actualización ante las naciones unidas sobre el cambio climático*. México, 287 pp.
- INEGI (1984). *Efectos climáticos regionales mayo - octubre*. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Efec_nov_abr_hist/702825678753.pdf
- INEGI (1984). *Efectos climáticos regionales noviembre - abril*. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Efec_may_oct_hist/702825680237.pdf
- INEGI (1984). *Geología*. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Geologia_hist/1_250_000/702825674731_s.zip
- INEGI (1984). *Hidrología superficial*. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Hidro_super_hist/1_250_000/702825237202_s.zip
- INEGI (1988). *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*, pág. 11-23.

Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825221034-2/702825221034-2_2.pdf

- INEGI (1988). *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*, pág. 37-69. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825221034-2/702825221034-2_4.pdf
- INEGI (1988). *Hidrología subterránea*. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Hidro_sub_hist/1_250_000/702825681470_s.zip
- INEGI (1988). *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*, 10 pp. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825221034-2/702825221034-2_1.pdf
- INEGI (1988). *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*, pág. 25-36. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825221034-2/702825221034-2_3.pdf
- INEGI (2000). *Diccionario de datos climáticos, base de datos geográficos*. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000 (vectorial).
- INEGI (2000). *Diccionario de datos de hidrología superficial, base de datos geográficos*. Escala 1:250 000 y 1:1 000 000 (alfanumérico).
- INEGI (2000). *Diccionario de datos hidrológicos de aguas superficiales*. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000 (vectorial).
- INEGI (2000). *Modelos Digitales de Elevación*. Clave carta: E15C16 (Las Choapas). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:50,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_50_000/mde/702825735265_b.zip
- INEGI (2001). *Carta G14D11 de topografía*, escala 1:50 000. Nuevo León. Proyección UTM, DATUM ITRF92. Formato electrónico.
- INEGI (2001). *Carta Nacional de fisiografía*, Escala 1:1 000. Estados Unidos Mexicanos. Proyección Cónica Conforme de Lambert, DATUM ITRF92.Formato electrónico.
- INEGI (2001). *Diccionario de datos edafológicos (alfanumérico)*, base de datos geográficos.
- INEGI (2001). *Provincias Fisiográficas*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267575_s.zip
- INEGI (2001). *Sistema de Topoformas*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267582_s.zip
- INEGI (2001). *Subprovincias Fisiográficas*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825267599_s.zip
- INEGI (2004). *Evapotranspiración*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/CLIMAS/702825267520_s.zip
- INEGI (2005). *Guía para la interpretación de cartografía*, Geológica.
- INEGI (2006). *Guía para la interpretación cartográfica*, Edafología.
- INEGI (2006). *Precipitación media anual*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en:

http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/CLIMAS/702825267544_s.zip

- INEGI (2007). Edafología S-II. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Tamaulipas. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Edafologia_hist/1_250_000/serie%20II/702825235383_s.zip
- INEGI (2007). *Temperatura media anual*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/CLIMAS/702825267551_s.zip
- INEGI (2008). *Climas*, Escala 1:1 000 000. Estados Unidos Mexicanos, proyección Cónica Conforme de Lambert, DATUM ITRF92, formato electrónico.
- INEGI (2008). *Unidades climáticas*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:1'000,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/CLIMAS/702825267568_s.zip
- INEGI (2009). *Diccionario de datos edafológicos. Escala 1:250 000*. 43 pp. Disponible en: http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/normatividad/diccio/DDEdafologicos_250K.pdf?s=geo&c=1260
- INEGI (2009). *Diccionario de datos edafológicos. Escala 1:250 000, Versión 2*. 49 pp. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/doc/dd_edafologicos_v2_250k.pdf
- INEGI (2009). *Red Hidrográfica edición 2.0. Subcuenca RH29Bl*. Clave carta: RH29Bl. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:50,000, Veracruz. Disponible en: http://geoweb.inegi.org.mx/DescargaRedHidro/descargaZip.do
- INEGI (2010). *Principales resultados por localidad (ITER), CPyV*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/zip/iter2010/iter_30xls10.zip
- INEGI (2010). *Resultados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes, CPyV*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/zip/RES_LOC/RESLOC_30xls10.zip
- INEGI (2010). *Tabulados Básicos del Censo de Población y Vivienda 2010. Información en archivos de Excel*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx
- INEGI (2010). *Tabulados básicos del Cuestionario Básico del CPyV*. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=27302&s=est
- INEGI (2011). *Diccionario de datos de erosión del suelo*. Escala 1:250 000.
- INEGI (2012). *Guía para la interpretación de cartografía hidrológica*, serie II.
- INEGI (2012). *MDE LIDAR, Terreno, Grid*. Clave carta: E15C16A1. Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:10,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_10_000/lidar/Terreno_GRID/702825841614_gr.zip
- INEGI (2012). *MDE LIDAR, Terreno, Grid*. Clave carta: E15C16A2 Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:10,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_10_000/lidar/Terreno_GRID/702825841652_gr.zip
- INEGI (2012). *MDE LIDAR, Terreno, Grid*. Clave carta: E15C16A3. Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:10,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_10_000/lidar/Terreno_GRID/702825841690_gr.zip
- INEGI (2012). *MDE LIDAR, Terreno, Grid*. Clave carta: E15C16A4. Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:10,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_10_000/lidar/Terreno_GRID/702825841737_gr.zip
- INEGI (2012). *Resultados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI*. Información en archivos Excel. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx
- INEGI (2013). *Diccionario de Datos Topográficos*. Escala 1:50 000, Versión 2. P. 140.

- INEGI (2014). *Conjunto de datos de Erosión del Suelo*, Serie I, Escala 1:250 000. Estados Unidos Mexicanos. Proyección Cónica Conforme de Lambert, DATUM ITRF92. Formato electrónico.
- INEGI (2014). *Diccionario de Datos Edafológicos*. Escala 1:250 000, Versión 3.
- INEGI (2014). *Diccionario de Datos Edafológicos. Escala 1:250 000, Versión 3*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/doc/dd_edafologicos_v3_250k.pdf
- INEGI (2014). *Erosión, Serie I*. Clave carta: Nacional. Proyección cónica conforme de Lambert. Escala 1:250,000. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/erosion/702825004223_s.zip
- INEGI (2014). *Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo*, serie I. Escala 1:250 000, serie I.
- INEGI (2015). *Carta Geológica Minera*. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:250,000, Veracruz. Disponible en: https://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/103_E15-7_GM.pdf
- INEGI (2015). *Guía para la interpretación de cartografía, Uso del suelo y vegetación*, Escala 1:250 000, Serie V.
- INEGI (2015). *Topografía, Serie III*. Clave carta: E15C16 (Las Choapas). Proyección Universal Transversa de Mercator. Escala 1:50,000, Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_50_000/702825270025_s.zip
- INEGI (2015). *Uso del Suelo y Vegetación*, Escala 1:250 000 - Serie V. Clave carta: E15-7 (Minatitlán). Proyección Universal Transversa de Mercator. Veracruz. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/uso_suelo/702825569259_s.zip
- INEGI (2016). *Espacio y Datos de México – Zonas arqueológicas*. Disponible en: http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/
- INEGI (s.f.). *Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México*. 32 pp. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf
- INEGI (s.f.). *Mapa Digital de México*, Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/mapadigital/
- INEGI (s.f.). *Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)*. Disponible en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#
- INEGI (s.f.). *Vehículos de motor registrados en circulación*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=8
- INEGI-INE-CONAGUA (2007). *Documento técnico del mapa de Cuencas hidrográficas de México; Delimitación de las Cuencas Hidrográficas de México a escala 1:250 000*. 35 pp. Disponible en: http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/seif_chihuahua/component/phocadownload/category/1-cartografia?download=47:documento-tecnico-descriptivo
- Instituto de Ecología (2009). *Rutas de aves migratorias y los conflictos potenciales en el desarrollo eólico en el Istmo de Tehuantepec*. Disponible en: http://planeolico.iie.org.mx/simposio/04%20rvillegas%20IE.pps#1
- Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial-UNMSM (2004). *Gestión de la calidad del aire: causas, efectos y soluciones*, 1ra. Edición, Perú, 118 pp.
- Instituto Mexicano del Petróleo, Dirección de Seguridad y Medio Ambiente, Dirección Regional Zona Centro (2012). *Determinación de factores de emisión para emisiones fugitivas de la industria petrolera en México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012). *Guía para la interpretación de cartografía hidrológica: Serie II*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, 33 p.
- ITIS (s.f.). (Quick search) *Integrated Taxonomic Information System*. Disponible en: http://www.itis.gov/
- Jiménez de León, Juan Ramón (2005). *El Megaproyecto del Istmo de Tehuantepec: Globalización y deterioro socioambiental*. FCA-UNAM, 80 pp.
- Kostoglodov, Vladimir & Pacheco, Javier Francisco (1999). *Cien años de sismicidad en México*. Instituto de Geofísica, UNAM. México. Disponible en: http://usuarios.geofisica.unam.mx/vladimir/sismos/100a%F1os.html
- Kostoglodov, Vladimir & Pacheco, Javier Francisco (1999). *Placa norteamericana. Placa Cocos*. Instituto de

Geofísica, UNAM. México. Disponible en: http://usuarios.geofisica.unam.mx/vladimir/images/EQ_map_2013_es_clear.jpg

- La Secretaría de Finanzas y Planeación (2013). *Programas Regionales Veracruzanos. Programa Región Olmeca 2013 – 2016*. Gobierno del Estado de Veracruz. 84 pp. Disponible en: http://www.orfis.gob.mx/JornadaFISMDF2014/ProgEstatales/PROlmecaeditado2013.pdf
- Lara V., A. et al. (2014). *Atlas de Peligro al Cambio Climático como instrumento de adaptación del Sector Petrolero*. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C., 72 pp.
- Lara-Domínguez, A.L.; J. López-Portillo, J.; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule (2009). *Caracterización del sitio de manglar Laguna Ostión. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México, D.F., 18 pp. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM45_Laguna_Ostion_caracterizacion.pdf
- Lascurain, M., S. Avendaño, S. del Amo y A. Niembro (2010). *Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz*. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor-Conacyt, México.
- Lemos-Espinal, Julio A. & Dixon, James Ray (2013). *Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí*. Eagle Mountain Publishing.
- Lira Torres, I., Galindo Leal, C. & Briones Salas, M. (2011). *Mamíferos de la Selva Zoque, México: riqueza, uso y conservación*. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 60 (2): 781-797pp.
- Londoño Arango (2001). *Cuencas hidrográficas, bases conceptuales-caracterización-planificación-administración*. Universidad de Tolima, Facultad de ingeniería forestal, departamento de ingeniería. Disponible en: http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/cuencas%20hidrograficas%20bases%20conceptuales%20%20caracterizacion%20%20planificacion%20yorganizacion%20-%20CARLOS%20LONDOO.pdf
- López Blanco, Jorge (s.f.). *Unidades Biofísicas Ambientales*. SEMARNAT, INE, IG.
- López Martínez, María I. (2012). *Acreditación como laboratorio de ensayos de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006. No. Acreditación. R-0103-005/12*. Entidad Mexicana de Acreditación A. C., 8 pp.
- López Martínez, María I. (2012). *Actualización por cambio de representante autorizado y baja de signatarios*. Acreditación No. AG-254-020/11. EMA a.c., 1 pp.
- López Martínez, María I. (2015). México, D.F. *Actualización por cambio de representante autorizado y baja de signatarios de la acreditación No. AG-256-020/11*. EMA, a.c. 7 pp.
- López Martínez, María I. (2016). *Acreditación como laboratorio de ensayos/calibración de acuerdo a la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006. No. Acreditación. FF-050-010/10*. Entidad Mexicana de Acreditación A. C., 6 pp.
- López-Portillo, J.; V. Vásquez-Reyes; A. L. Lara-Domínguez; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule (2009). *Caracterización del sitio de manglar Coatzacoalcos. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológic*a. CONABIO, México, D.F., 18 pp. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM36_Coatzacoalcos_caracterizacion.pdf
- Lot, A., Medina L., R. & Chiang F. (2013). *Plantas acuáticas mexicanas una contribución a la Flora de México Volumen I Monocotiledóneas*, México, Instituto de biología, UNAM.
- Lot, A., Olvera, M., Flores, C. & Díaz, A. (2015). *GUIA ILUSTRADA DE CAMPO. Plantas Indicadoras de Humedales*. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, CONAGUA, CONACYT. México, D.F., 238 pp.
- Lot, Antonio. (2015). *Catálogo de la flora y la vegetación de los humedales mexicanos*. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, 172 pp.
- Lugo-Hubp, J. (1990), "*El relieve de la república mexicana, Universidad Nacional Autónoma México*", Instituto geología, Revista, Vol. 9, N°1, 1990, pp. 82-111.
- Luis Carlos Fernández, Norma Gabriela Rojas, Teresa Guadalupe Roldán Martha Elena Ramírez, Héctor Gustavo Zegarra, Raúl Uribe, Romeo Jesús Reyes,
- Mallén Rivera C. (2006). *Criterios e Indicadores para Evaluar la Sostenibilidad del Manejo de Bosques Tropicales de México Planicie Costera Sur Oriental Golfo de México y Península de Yucatán*. Diagnóstico

ambiental y forestal del estado de Veracruz, CONAFOR, 96 pp.

- Manual H-8410-1 (s.f.). *Visual Resource Inventory*, Rel. 8-28, 1/17/86, 28 p.
- Manuell Nava, A. I. (2013). *Distribución y diversidad de los mamíferos medianos y grandes en el municipio de Rayón, San Luis Potosí*. Tesis para título de biólogo. UNAM, Facultad de Ciencias.
- March Mifsut, I. & Paniagua Ruiz, I. 2016). *Prontuario Estadístico y Geográfico de las Áreas Naturales Protegidas de México*. SEMARNAT, CONANP, México, D.F.
- Márquez Ramírez, Wilfrido & Márquez Ramírez, Juan (2009). *Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz*. Foresta Veracruzana, vol. 11, núm. 2, 43-50 pp., Recursos Genéticos Forestales, Xalapa, México.
- Martínez G., Juan E. (s.f.). *Ornitofauna veracruzana: una revisión bibliográfica,* 19-48 pp.
- Martínez Ménez, M. (2005). "*Estimación de la erosión del suelo*", 30 pp.
- Martínez, E., *et. al.* (s.f.). *Dynamics of passerine migration in Veracruz, México*. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference: Tundra to Tropics 62–70.
- Martner Peyrelongue, C. (2012). *El sur también existe: el corredor multimodal del istmo de Tehuantepec en la era de la globalización*. Derechos reservados de El Colegio de Sonora, issn 1870-3925, Región y sociedad, año xxiv, no. 54, 97-134 pp.
- Medellín, Rodrigo A. (2009). *Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas*. Capital natural de México vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 459-515.
- Mendoza Cantú, A. (2007). *Elaboración de una metodología para la identificación de sitios ambientalmente sensibles a los efectos por derrames de hidrocarburos*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, 106 pp.
- Mendoza Cantú, A. (2010). *Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz*. SEMARNAT, INE, UNAM, México, D.F., 122 pp.
- Mendoza Cantú, Ania (2007). *Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz*. Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Geografía, UNAM, 24 pp
- Ministerio de Medio Ambiente (2003). *Procedimiento para la investigación, análisis y diagnóstico de la presencia de fuel en la arena de las playas del litoral afectado*. Secretaría de Estado de Aguas y Costas, 11 pp.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y Medio Ambiente, serie monografías, 38 pp.
- Ministerio de Trabajos Públicos y Servicios del Gobierno de Canadá (1998). *Viajeros Silvestres. Vida Silvestre Migratoria compartida por Canadá, Estados Unidos y México*. La autoridad del Medio Ambiente Servicio Canadiense de Vida Silvestre, 43 pp.
- Ministerio del Ambiente (2014). *Guía para muestro de suelos*. En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, 38 pp.
- Miranda, F., Hernández, E. (1963-2013). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación,* CONABIO, Sociedad botánica de México.
- Mojica, F.J. (s.f.). *La ecuación universal de la erosión 1ra parte*. Escuela de ciencias agrarias, Universidad Nacional, 35-45 pp.
- Montejo Díaz, J., McAndrews A. (2006). *Listado de las Aves de Veracruz, México*. Boletín de Divulgación No.1/Outreach Bulletin, No. 1, Endémicos Insulares A.C.
- Montoya Ayala, R., Padilla Ramírez, J. & Stanford Camargo, S. (2003). "*Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el valle de Zapotitlán de las salinas*", Puebla (México), Boletín de la A.G.E. N°. 35-2003, pp. 123-136.
- Morales-Mávil (s.f.). *APÉNDICE VIII.43 Listado de reptiles*. NOM-059-SEMARNAT-2001, IUCN, 7 pp.
- Moreno Patricia, et al. (2015). *Plantas y animales de las costas de Veracruz. Una guía ilustrada*. Secretaria de Educación-Gobierno del Estado de Veracruz, 559 pp.
- Moreno-Cáliz, E.; J. Zavala-Cruz; R. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule (2009). *Caracterización del sitio de manglar Estero del río Tonalá – Laguna El Yucateco. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México, D.F., 17 pp. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM38_Estero_Rio_Tonala_y_Laguna_El_Yucateco_caracterizacion.pdf
- Morrone, J.J. (2005). *Hacia una síntesis biogeográfica de México*. Revista Mexicana Biodiversidad. 2005, vol.76, n.2. pp. 207-252. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1870-34532005000200006&lng=es&tlng=es

- Morrone, Juan J. (2005). *Biogeografía. Hacia una síntesis biogeográfica de México*. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532005000200006
- Muñoz, María D. & Azócar Gerardo (2014). *Incorporación del Paisaje en la Gestión del Territorio de la Patagonia Chilena*. Revista Urbano N°30, ISSN 0717 - 3997 / O718-3607, pág. 34-59.
- Nava, Yolanda & Rosas Irma (2008). *El Parque Ecológico Jaguaroundi. Conservación de la selva tropical veracruzana en una zona industrializada*. Programa Universitario del Medio Ambiente, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Petróleos Mexicanos-Petroquímica, México, D.F.
- Olvera Salgado, María D., et al (2007), "*Programa regional hidrológico forestal para la región 1- península de baja california*", Proyecto contratado entre CONACYT/CONAFOR-IMTA, 202 pp.
- Ortega, I., González, V. & Araya, J. (2012). *Evaluación Ambiental de Sitio. Buscando Indicios de Pasivos Ambientales-Fase I*. New better, N°31, 5 pp.
- Ortiz-Pulido, Raúl & Díaz Román (2001). *Distribución de colibríes en la zona baja del centro de Veracruz, México*. Departamento de Ecología Vegetal, Instituto de Ecología, Ornitología Neotropical 12: 297–317 pp.
- Padilla, Ricardo José & Sánchez (2007). *Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del golfo de México*. Boletín de la sociedad geológica mexicana, Tomo 59, N° 1, pp. 19-42.
- Pantoja Irys, Jerjes (2013). *Orientaciones exitosas para realizar el cierre de operaciones, la problemática de la contaminación durante la compraventa de predios desde el punto de vista técnico, casos actuales de acciones de remediación durante la compraventa de predios industriales*. Corporación Ambiental de México, S.A de C. V, 14 pp.
- Parrot, Jean François & Hernández Juárez Mayelli (2012). *Comparación estacional del comportamiento de derrames de hidrocarburos en sitios ambientalmente sensibles. Anexo. I Modelo de dispersión*. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, 22 pp.
- Payán Porras, Teresita C. & García Sierra, Rosalinda (2003). *El Megaproyecto del Istmo de Tehuantepec y su vinculación con el Plan Puebla Panamá*. Anuario 2002, UAM-X, MÉXICO, PP. 99-111.
- PEMEX (2011). *NRF-128-PEMEX-2011. Redes de agua contra incendio en instalaciones industriales terrestres. Construcción y pruebas. (Esta Norma de Referencia cancela y sustituye a la NRF-128-PEMEX-2007 del 5 de enero de 2008)*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Paginas/normas-ref-vigentes.aspx
- PEMEX (2011). *NRF-251-PEMEX.2011. Equipo de protección contra sustancias químicas*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Paginas/normas-ref-vigentes.aspx
- PEMEX (2012). NRF-015-PEMEX-2012. Protección de áreas y tanques de almacenamiento de productos inflamables y combustibles. (Esta norma de referencia cancela y sustituye a la NRF-015-PEMEX-2008 del 25 de agosto de 2008). Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-015-PEMEX-2012.pdf
- PEMEX (2012). *NRF-058-PEMEX-2012. Casco de protección para la cabeza*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-058-PEMEX-2012.pdf
- PEMEX (2012). *NRF-088-PEMEX-2011. Equipo de Protección Facial*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-088-PEMEX-2011.pdf
- PEMEX (2012). *NRF-140-PEMEX-2011. Sistemas de Drenajes*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-140-PEMEX-2011.pdf
- PEMEX (2012). *NRF-284-PEMEX-2012. Lavado químico de plantas de proceso*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-284-PEMEX-2012.pdf
- PEMEX (2013). *NRF-009-PEMEX-2012. Identificación de Instalaciones Fijas*. Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-009-PEMEX-2012.pdf
- PEMEX (2013). NRF-038-PEMEX-2013. Caminos de acceso a instalaciones industriales. (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-038-PEMEX-2005 del 18 de marzo de 2006). Disponible en

http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-038-PEMEX-2013.pdf

- PEMEX (2013). *NRF-072-PEMEX-2013. Muros contra incendio.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-072-PEMEX-2013.pdf
- PEMEX (2013). *NRF-115-PEMEX-2013. Mangueras para servicio contra incendio. (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-115-PEMEX-2006 del 11 de febrero de 2007).* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-115-PEMEX-2013.pdf
- PEMEX (2013). *NRF-210-PEMEX-2013. Sistemas de Gas y Fuego: Detección y Alarma (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-210-PEMEX-2011 del 17 de abril de 2011).* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-210-PEMEX-2013.pdf
- PEMEX (2013). *NRF-252-PEMEX-2012. Materiales absorbentes y adsorbentes de hidrocarburos y aceites.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-252-PEMEX-2012.pdf
- PEMEX (2013). *NRF-252-PEMEX-2012-Aviso 1. Aviso de aclaraciones de la norma de referencia NRF-252-PEMEX-2012.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-252-PEMEX-2012-Aviso%201.pdf
- PEMEX (2013). *NRF-304-PEMEX-2014. Barreras impermeables para proteger y prevenir la contaminación del subsuelo.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-304-PEMEX-2013.pdf
- PEMEX (2014). *NRF-012-PEMEX-2014. Espaciamientos mínimos y criterios para la distribución de instalaciones industriales. (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-010-PEMEX-2004).* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-010-PEMEX-2014.pdf
- PEMEX (2014). *NRF-104-PEMEX-2014. Sistemas de tratamiento de aguas residuales en instalaciones de PEMEX-Exploración y Producción.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Paginas/normas-ref-vigentes.aspx
- PEMEX (2014). *NRF-116-PEMEX-2014. Materias primas contra incendio: Polvos químicos y líquidos espumantes. (Esta norma de referencia cancela y sustituye a la NRF-116-PEMEX-2007, del 23 de junio de 2007).* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-116-PEMEX-2014.pdf
- PEMEX (2014). *NRF-205-PEMEX-2014. Sistema de gas y fuego tableros de seguridad.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-205-PEMEX-2014.pdf
- PEMEX (2014). *NRF-309-PEMEX-2014. Ropa de protección personal tipo desechable contra polvos.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-309-PEMEX-2014.pdf
- PEMEX (2014). *NRF-311-PEMEX-2013. Limpieza interior de los sistemas de transporte y recolección de hidrocarburos por ducto por medio de corridas de diablos.* Disponible en http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-311-PEMEX-2013.pdf
- PEMEX (2014). *Resultado de la encuesta sobre las necesidades de desarrollo social, económico y de protección al medio ambiente, en las zonas de influencia de PEMEX.* Moloacán, Veracruz de Ignacio de la Llave.
- PEMEX (2016). *Datos históricos de meteorología, búsqueda en condiciones generales.* Disponible en: http://www3.pemex.com:6015/Logistica/v4/meteorologia/
- PEMEX Exploración y Producción (2007). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, ACD PIA CUI-PTA AGATA 3"X8.365KM.* Contrato número: 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2007). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, ACD PIA CUI-PTA AGATA 3"X8.355KM.* Contrato número: 425031809.

- PEMEX Exploración y Producción (2007). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur (PAQUETE 2), OLD BAT CUICH-PTA AGATA 8"X8.135KM.* Contrato número: 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2007). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0B-P CUI 181 3"X1.021KM.* Contrato SAP N° 425031806.
- PEMEX Exploración y Producción (2009). *Asunto: Preventivo a ductos del activo integral cinco presidentes, región sur. OLD BAT CUICH 2-PTA AGATA CUICH 8"x8.072 KM.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0213-BAT CUICH 2 3"x3.067Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0373-BAT CUICH 2 3"x0.024Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0505-BAT CUICH 2 3"x1.200Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0213-BAT CUICH 2 3"x3.067Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto:* Estudios *de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región ur, LDD P CUICH 0213-BAT CUICH 2 3"x0.028Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0213-BAT CUICH 2 3"x3.067Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2010). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0213-BAT CUICH 2 3"x0.028Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2011). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0213 2"x1.230 Km.* Contrato N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2011). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LDD P CUICH 0101-BAT CUICH 2 3"X2.773 Km.* Contrato N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2011). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, SDO EST 0B-P CUI 3"X1.021KM.* Contrato SAP n° 425031806.
- PEMEX Exploración y Producción (2011). *Asunto: Estudios de geoposicionamiento satelital de ductos en los activos integrales de la región sur, LDD P CUICH 0505-BAT CUICH 2 3"x1.200Km.*
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0346 2"x0.277.* Contrato N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0373 2"x1.897 Km.* Contrato N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN COMP CUI-P CUI 0323 6"x1.490 Km.* Contrato N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN P CUI 323-P CUI 345 6"x1.232 Km.* Contrato N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, GDO ENTRON CPM-PLANTA AGATA 4x0.335 KM.* Contrato numero: 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, GDO BAT CUICH 1-COMP CUICH 16x1.362 KM.* Contrato numero: 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, GDO BAT CUICH 2-COMP CUICH 16x1.551 KM.* Contrato numero: 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E08-P CUI 0128 2"x0.466 KM.* Contrato numero: 425031809.

- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E08-P CUI 0505 2"x0.669 KM*, Contrato numero: 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0187 2"x0.485 KM*. Contrato SAP N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2012). *Asunto: Aseguramiento de la confiabilidad exterior de ductos y de los derechos de vía de los activos de la región sur, LBN E11-P CUI 0187 2"x0.485 KM*. Contrato SAP N° 425031809.
- PEMEX Exploración y Producción (2013). *Provincia Petrolera Sureste (Salina del Istmo, Reforma-Akal y Macuspana)*, Versión 2.0, 57 pp. Disponible en: http://docplayer.es/12714590-Provincia-petrolera-sureste-salina-del-istmo-reforma-akal-y-macuspana.html
- PEMEX Exploración y Producción (2013). *Provincia Petrolera Veracruz*. 38 pp.
- PEMEX Exploración y Producción (2014). "*Entrega de la COA 2013 Batería de separación N° 2*" Huimanguillo, Tabasco.
- PEMEX Exploración y Producción (2014). "*Entrega de la COA 2013 Estación de compresión Cuichapa*" Huimanguillo, Tabasco.
- PEMEX Exploración y Producción (s.f.). *Manifiesto de impacto ambiental-regional* "*Desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes*". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- PEMEX Exploración y Producción (s.f.). *Manifiesto de impacto ambiental-Modalidad regional "Escenario de los riesgos ambientales relacionados con los proyectos*". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- PEMEX Exploración y Producción (s.f.). *Manifiesto de impacto ambiental-Modalidad regional "Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones*". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- PEMEX Exploración y Producción (s.f.). Manifiesto de impacto ambiental-Modalidad regional "*Señalamiento de las medidas preventivas y de seguridad en materia ambiental*". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- PEMEX, INAP (2014). *Diagnósticos Municipales PACMA*.
- Pennington, Terence D. y Sarukhán, José (2005). *Árboles tropicales de México*, *Manual para la identificación de las principales especies*. México, UNAM, FCE.
- Pereyra Díaz, D., et al (s.f.). *Hidrología*. Patrimonio Natural, 85-122 pp.
- Pérez H., Gonzalo., López L., Marco. A. & Smith, Hobart. M. (2007), *Serpientes de la Región de los Tuxtlas, Veracruz, México. Guía de identificación ilustrada*.
- Pérez Rodríguez, Patricia Margarita 2000). Claves de determinación botánica (con énfasis en familias de árboles), México, UAC.
- Pérez, L. A., M. Sousa S., A. M. Hanan, F. Chiang y P. Tenorio (2005). *Vegetación terrestre*. Cap. 4:65-110. En: Bueno, J., F. Alvarez y S. Santiago (Eds.) *Biodiversidad del Estado de Tabasco*, 386 p. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México. ISBN 970-9000-26-8.
- Perez-Higareda, Gonzalo (1991). *Ofidiofauna de Veracruz: Análisis taxonómico y zoogeografico = Ophidiofauna of Veracruz: taxonomical and zoogeographical analysis*. Instituto de Biología (Spanish Edition), UNAM.
- Pineda Rodríguez, Omar E. (2011). *Muestreo De Suelos Para Análisis De Hidrocarburos, Metales, Metaloides Y Manejo De Muestras*. Curso de Capacitación sobre Remediación de Sitios Contaminados, Environmental Resources Management de México S.A. de C.V.
- Poceros Luna, Rossana (2008). *Gaceta Oficial del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*. Tomo CLXXVIII, Xalapa-Enríquez, Ver., Núm. Ext. 241.
- Proceso (2005). *Silencio, la respuesta de Pemex a los derrames*. 6 pp.
- PROFEPA (2014). *México protege sus Manglares*. Disponible en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/5117/1/mx/mexico_protege_sus_manglares.html
- PRONATURA (2009). *Recomendaciones para los proyectos de eólicas del Istmo de Tehuantepec basadas en 15 años de monitoreo en el corredor migratorio del centro de Veracruz*. Disponible en: http://planeolico.iie.org.mx/simposio/11%20nferriz%20pronatura.pps
- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009). *Clave geoestadística 30111, Moloacán, Veracruz de Ignacio de la llave*.
- Ramírez Vargas E. (2013). *La Grilla es la Grilla*. 60 Minutos.info. 4 pp.

- Ramírez Vargas, E. (2007). *Askareles en Cuichapa, municipio de Moloacán. El cementerio de transformadores en Villa Cuichapa, al sur del estado*. 2 pp.
- RANP (s.f.). *Decretos de ANP´s, Veracruz*. Disponible en: http://www.anpsestatales.mx/anps.php?tema=3&estado=32
- RANP (s.f.). *Polígonos de ANP´s, Veracruz*. Disponible en: http://www.anpsestatales.mx/anps.php?tema=13&estado=32
- Reyes, Sergio A. & Rosado Israel A. (2000). *Plantas utilizadas como cercas vivas en el Estado de Veracruz*. Madera y Bosques, vol. 6, número 001, Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México, pp. 55-71.
- Rich, T. D., et al. (2004). *Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan*. Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY, 37 pp.
- Rich, T. D., et al. (2004). *Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan*. Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY, 38-67 pp.
- Rocas, A. N., Torres, M. V. & Sánchez S, O. (2010). *Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica*. Comisión Organizadora del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana, Secretaría de Educación-Gobierno del Estado de Veracruz.
- Rodrígues R., Sintia A. (2013). *Estimación de Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos Mediante Fototrampeo en el Área de Reforestación Zapalinamé, Saltillo, Coahuila*. Departamento Forestal, UNAM, 55 pp.
- Rodríguez Castañeda, B. (2000), *Gramíneas características y claves, México*, Universidad Autónoma Chapingo.
- Rodríguez L., E., et al. (2011). *Atlas de los espacios naturales protegidos de Veracruz*. Secretaría de Educación-Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz.
- Roldán P., G. & Ramírez R., J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Segunda edición, 80 pp. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=FA5Jr7pXF1UC&pg=PA80&lpg=PA80&dq=patrones+de+drenaje+tipos&source=bl&ots=h-Uq1mY_2X&sig=XJPH51ycUH7CNebCtswhq-1gdPI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjc19qrmp3KAhXDOyYKHXR_CZAQ6AEIUzAM#v=onepage&q=patrones%20de%20drenaje%20tipos&f=false
- Romero-Almaraz, M. de L., et al. (2007). *Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio*. UNAM, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, Circuito exterior, Ciudad Universitaria, México, D. F., 204 pp.
- Rosengaus M., Michel, Jiménez E., Martín, Vázquez C., María T. (2002). *Atlas climatológico de ciclones tropicales en México*. CENAPRED, IMTA, México, 108 pp.
- Rosete Vergés, F. A., et al. (2012). *El componente del riesgo en el Ordenamiento Ecológico del Territorio: el caso del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611, Núm. 80, 2013, pp. 7-20.
- Ruelas Inzunza (2010). *Aves rapaces migratorias*. CONABIO. Biodiversitas, 2:11-15 pp.
- Ruelas Inzunza, E., et al. (2005). *Stopover Ecology of Neotropical Migrants in Central Veracruz, México*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191, pp. 657-672.
- Ruelas Inzunza, E., et al. (2009). *North American population estimates of waterbirds, vultures and hawks from migration counts in Veracruz, México*. BirdLife International, pp 124-133.
- Ruelas Inzunza, E., et al. (2010). *Cambios en las poblaciones de aves rapaces migratorias en Veracruz, México, 1995-2005*. Acta Zoológica Mexicana (n.s), 495-525 pp. ISSN 0065-1737.
- Ruelas, E., et al. (s.f.). *Long-Term conservation of migratory birds in México the Veracruz River of raptors Project*. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference: Tundra to Tropics 577–589.
- Ruíz Saucedo, Ulises (2006). *Guía Técnica para Orientar la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgo Ambiental de Sitios Contaminados*. SEMARNAT, SGPA, DGGIMAR, 66 pp.
- Ruíz Saucedo, Ulises (2006). *Guía Técnica para Orientar la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgo Ambiental de Sitios Contaminados*. SEMARNAT, SGPA, DGGIMAR, 407 pp.
- Rzedowski, J. (1972). *Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III*. Algunas tendencias en la distribución geográfica de las Compositae mexicanas. Ciencia, Mex. 27: 123-132.
- Rzedowski, J. (1973). *Geographical relationships of the flora of Mexican dry regions. In: Vegetation and*

vegetational history of northern Latin America. Elsevier Scientific Company. Amsterdam. pp. 61.62.

- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México. 1ra. Edición digital*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- SAGARPA, INFAP (2015). *Datos climáticos del año 2015, Coatzacoalcos*. Disponible en: http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=40159&edo=29&m=1&an=2015
- SAGARPA, INIFAP (2016). *Datos climáticos del año 2016, Agua Dulce*. Disponible en: http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=860151&edo=29&d=14&m=9&an=2016
- SAGARPA, INIFAP (2016). *Datos climáticos del año 2016, Coatzacoalcos*. Disponible en: http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=40159&edo=29&m=1&an=2016
- Sáizar, Consuelo (2010). "*Atlas de infraestructura y patrimonio cultural de México 2010*", Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 217 pp.
- Salazar, C., Vázquez Díaz, R. (s.f.). *Veracruz. Golfo de México*. Editorial Raíces, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.
- Saldaña-Munive, J. A., Ruiz-Suárez, Luis G. & Ticante-Rodán, J. A. (2014). *Emisiones de óxido nitroso en suelos con diferente cobertura vegetal en Coatzacoalcos, Ver., México*. Revista Iberoamericana de Ciencias, Vol. 1, No.3. ISSN 2334-2501.
- Salomón Rodríguez, G., Sousa Júnior Manoel de Araújo (2013). *Identificación de emanaciones naturales de hidrocarburos líquidos mediante imágenes HYPERION – Estado Falcón, Venezuela*. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE, 8901-8907.
- Sánchez, C., Romero, M., Colín, H., García, C. (2001). *Mamíferos de cuatro áreas con diferente grado de alteración en el sureste de México*. Acta Zool. Mex. (n.s.) 84: 35-48 pp.
- Sánchez-Hernández, Rufo, et al. (2013). "*Mapa de erosión potencial en la cuenca hidrológica Grijalva-Usumacinta México mediante el uso de SIG*", Universidad y ciencia trópico húmedo, 29(2):153-161.
- Sandia Rondón, L.A, Henao de Vásquez, A. *(s.f.). Sensibilidad ambiental y sistemas de información geográfica*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), 12 pp.
- Saraiba Russell, A. (1999). *Desarrollo económico del Istmo Veracruzano: la construcción de una región (1830-1910)*. Clío, vol. 6, núm. 25, 89 pp.
- SCFI (1980). *NMX-AA-014-1980, Cuerpos receptores – Muestreo*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-014-1980.pdf
- SCFI (1980). *NMX-AA-017-SCFI-1980, Aguas-Determinación de color*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-017-1980.pdf
- SCFI (1987). *NMX-AA-042-SCFI-1987, Calidad del agua determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y Escherichia coli presuntiva*. Disponible en http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/44%20NMX-AA-042-1987_Coliformes_fecales.pdf
- SCFI (2000). *NMX-AA-093-SCFI-2000, Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica - Método de prueba*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-093-SCFI-2000.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-012-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-012-1980)*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-012-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-028-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y Residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-028-1981)*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-028-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-029-SCFI-2001, Análisis de aguas - Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (Cancela a la NMX-AA-029-1981)*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-029-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-034-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a las NMX-AA-020-1980 Y NMX-AA-034-1981)*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-034-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-038-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-038-1981)*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-038-SCFI-2001.pdf

- SCFI (2001). *NMX-AA-039-SCFI-2001, Análisis de aguas - Determinación de sustancias activas al azul de metileno (SAAM) en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (CANCELA A LA NMX-AA-039-1980).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-039-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-072-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-072-1981).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-072-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-073-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (Cancela a la NMX-AA-073-1981).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-073-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-079-SCFI-2001, Análisis de aguas - Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-079-1986).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-079-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2001). *NMX-AA-117-SCFI-2001, Análisis de agua - Determinación de hidrocarburos totales del petróleo (HTP's) en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba.* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-117-SCFI-2001.pdf
- SCFI (2006). *NMX-AA-099-SCFI-2006, Análisis de agua – Determinación de nitrógeno de nitritos en aguas naturales y residuales – Métodos de prueba (Cancela a la NMX-AA-099-1987).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-099-SCFI-2006.pdf
- SCFI (2006). *NMX-AA-134-SCFI-2006, Suelos - Hidrocarburos fracción ligera pesada por extracción y gravimetría - Método de prueba.* Disponible en http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2006/nmx-aa-134-scfi-2006.pdf
- SCFI (2008). *NMX-AA-145-SCFI-2008, Suelos - Hidrocarburos fracción media por cromatografía de gases con detector de ionización de flama - método de prueba.* Disponible en http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2009/nmx-aa-145-scfi-2008.pdf
- SCFI (2008). *NMX-AA-146-2008, Suelos - Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por cromatografía de gases, espectrometría de masas (CG/EM) o cromatografía de líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (UV-VIS) - método de prueba.* Disponible en http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2009/nmx-aa-146-scfi-2008.pdf
- SCFI (2011). *NMX-AA-008-SCF-2011, Análisis de agua - Determinación del pH - Método de prueba- (Cancela a la NMX-AA-008- SCFI-2000).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-008-SCFI11.pdf
- SCFI (2013). *NMX-AA-005-SCFI-2013, Análisis de agua – Medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (CANCELA A LA NMX-AA-005-SCFI-2000).* Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/nmx-aa-005-scfi-2013.pdf
- SCFI (2014). *NMX-AA-105-SCFI-2014, Suelos - Hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas (Cancela a la NMX-AA-105-SCFI-2008).* Disponible en http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-105-scfi-2014a.pdf
- SCFI (2014). *NMX-AA-141-SCFI-2014, Suelos - Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización - método de prueba (Cancela la NMX-AA-141-SCFI-2007).* Disponible en http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-141-scfi-2014a.pdf
- Schosinsky N., Gunter (2006), "*Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos*", Revista Geológica de América Central, 34-35:13-30, San José, Costa Rica.
- SCT (2008). *NOM-004-SCT/2008, Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos.* Disponible en http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/nom-004-sct-2008.pdf
- SCT (2010). NOM-007-SCT2/2010, Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de substancias y residuos peligrosos. Disponible en http://www.sct.gob.mx/fileadmin/ migrated/content uploads/61 NOM-007-SCT-2-2010.pdf
- SCT (2012). *NOM-002-SCT/2011, Listado de las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.* Disponible en http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/Normatividad/Materiales y residuos peligrosos/NOM-002-SCT-2011.pdf

- SCT (2012). *NOM-011-SCT2/2012, Condiciones para el transporte de las substancias y materiales peligrosos envasadas y/o embaladas en cantidades limitadas*. Disponible en http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/NOM-011-SCT-2_2012_Condiciones_para_el_transporte_de_las_substancias_y_materiales_peligrosos_5_jul_12.pdf
- Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente (s.f.). *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos*. Coordinación General de Medio Ambiente.
- Secretaría de Economía (2014). *Sismología de México*. Servicio Geológico Mexicano. Disponible en: http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico
- Secretaría de Energía, Comisión Federal de Electricidad (2012). *Atlas de Almacenamiento Geológico de CO2, México*.
- Secretaría de Energía, Dirección General de Impacto Social y Ocupación Superficial (2015). *Estudio de Impacto Social. Tercera Convocatoria, Ronda 1 CNH–-R01–-C03/2015,* 171 pp.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales*. (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Gland, Suiza.
- Secretaría de Protección Civil (2011). *Atlas municipal de riesgos nivel básico Moloacán*. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Secretaría de Protección Civil (2014). *La gestión del riesgo por deslizamientos de laderas en el Estado de Veracruz, durante el 2013*. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Geológico: Epicentros*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 47-48 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Geológico: Erosividad potencial*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 57-60 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Geológico: Hundimientos, Agrietamientos y deslaves*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 61-64 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Geológico: Mapa de peligros del volcán Pico de Orizaba*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 65-68 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Geológico: Riesgo Sísmico*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 49-51 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Hidrometeorológico: Granizo*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 75-80 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Hidrometeorológico: Heladas*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 81-84 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Hidrometeorológico: Probabilidad de impacto por trayectoria de huracanes*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 117-119 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Hidrometeorológico: Sequía*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 69-72 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Químico-Tecnológico: Central Nucleoeléctrica Laguna Verde*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 183-186 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Químico-Tecnológico: Ductos*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 187-190 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Químico-Tecnológico: Estaciones de Servicio*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 195-196 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Químico-Tecnológico: Gaseras*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 197-200 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Químico-Tecnológico: Incendios Forestales*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 177-182 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Sanitario-Ecológico: Abeja Africana*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 201-204 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Sanitario-Ecológico: Derrame de Hidrocarburos y otras sustancias en el mar*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 205-206 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Sanitario-Ecológico: Epidemias*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 215-219 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Sanitario-Ecológico: Índice de la Calidad del Agua 1999-2000*. Atlas

Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 209-214 pp.

- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Sanitario-Ecológico: Ingenios Azucareros*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 207-208 pp.
- Secretaría de Seguridad Pública (s.f.). *Socio-Organizativo: Festividades*. Atlas Estatal de Riesgos, Gobierno del Estado de Veracruz, 225-226 pp.
- SEDEMA (s.f.). *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos municipio de Moloacán, Ver*.
- SEFIPLAN (2013-2016), "*Programas regionales veracruzanos, Programa región olmeca 2013-2016*", Gobierno del Estado de Veracruz, 84 pp.
- SEFIPLAN (2015). "*Sistema de información municipal, cuadernillos municipales, 2015, Moloacán*", Veracruz, 10 pp.
- SEGOB (2013). *Zonas Sísmicas en México*. Disponible en: http://sismos.gob.mx/en/sismos/Zonas_Sismicas_en_Mexico
- SEGOB (2014). *Ley Estatal de Protección Ambiental*, Número 62. Disponible en: http://www.segobver.gob.mx/juridico/pdf/115.pdf
- SEMAR (s.f.). *Coatzacoalcos, Veracruz*. Disponible en: http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioCoatza.pdf
- SEMAR (s.f.). *Minatitlán, Veracruz*. Disponible en: http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioMinatitlan.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-034SEMARNAT-1993, *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*. Disponible en http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NOM-034-SEMARNAT-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-035-SEMARNAT-1993, *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para a calibración de equipos de medición*. Disponible en http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NOM-035-SEMARNAT-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-036-SEMARNAT-1993, *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*. Disponible en http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NOM-036-SEMARNAT-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-037-SEMARNAT-1993, *Que establece los métodos para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*. Disponible en http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NOM-037-SEMARNAT-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-038-SEMARNAT-1993, *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos*. Disponible en http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NOM-038-SEMARNAT-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-043-SEMARNAT-1993, *Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1193/1/nom-043-semarnat-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). 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*. Disponible en http://itculiacan.edu.mx/wp-content/uploads/2013/08/NOM-053-SEMARNAT-1993.pdf
- SEMARNAT (1993). NOM-054-SEMARNART-1993, *Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993*. Disponible en http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/054.pdf
- SEMARNAT (1996). NOM-127-SSA1-1994, *Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites máximos permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Disponible en http://salud.edomex.gob.mx/html/doctos/docestoma/normas/127_ssa.pdf
- SEMARNAT (1997). NOM-001-SEMARNAT-1996, *Que establece los límites máximos permisibles de*

contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. [pdf], 63 p., pp. 6-34. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NormasOficialesMexicanas.pdf

- SEMARNAT (1997). NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Disponible en http://isademexico.com/filesdownload/semarnat/noms/NOM-003-CONAGUA-1996/NOM-003-CONAGUA-1996.pdf
- SEMARNAT (1997). NOM-004-CONAGUA-1996, *Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general*. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/NOM-004-CONAGUA-1996.pdf
- SEMARNAT (1998). NOM-002-SEMARNAT-1996, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal*. [pdf], 63 p., pp. 35-49. Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NormasOficialesMexicanas.pdf
- SEMARNAT (1998). NOM-003-SEMARNAT-1997, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público*. [pdf], 63 p., pp. 50-63, Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NormasOficialesMexicanas.pdf
- SEMARNAT (2001). NOM-023-SEMARNAT-2001, *Que establece las especificaciones técnicas que deberán contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de suelos*. Disponible en http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Leyes_y_Normas_SEMARNAT/NOM/suelos/4.%202001.pdf
- SEMARNAT (2002). NOM-021-SEMARNAT-2000, *Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de los suelos, estudio, muestreo y análisis*. Disponible en http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf
- SEMARNAT (2003). "*Licencia ambiental única N° LAU-09/00526-2003 Estación de compresión Cuichapa*", Ciudad de México.
- SEMARNAT (2003). "*Licencia ambiental única N° LAU-09/00547-2003 Batería de separación Cuichapa*", Ciudad de México.
- SEMARNAT (2003). NOM-087-SEMARNATSSA1-2002, *Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo*. Disponible en: http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Leyes_y_Normas_SEMARNAT/NOM/Residuos%20Peligrosos/8.2003.pdf
- SEMARNAT (2003). NOM-126-SEMARNAT-2000, *Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3358/1/NOM-126-SEMARNAT-2000.pdf
- SEMARNAT (2004). NOM-083-SEMARNAT-2003, *Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf
- SEMARNAT (2004). 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*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1326/1/NOM-115-SEMARNAT-2003.pdf.
- SEMARNAT (2005). NOM-052-SEMARNAT-2005, *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1291/1/nom-052-semarnat-2005.pdf
- SEMARNAT (2005). NOM-116-SEMARNAT-2005, *Que establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sismológicas terrestres que se realizan en zonas agrícolas, ganaderas y eriales*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1327/1/NOM-116-SEMARNAT-2005.pdf
- SEMARNAT (2005). NOM-143-SEMARNAT-2003, *Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1337/1/NOM-143-SEMARNAT-2003.pdf
- SEMARNAT (2005). NOM-230-SSA1-2002, *Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos*

sanitarios que se deben cumplir en los sistemas abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua procedimientos sanitarios para el muestreo. Disponible en http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/230ssa102.html

- SEMARNAT (2006). *Atlas Geográfico de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/atlas_geografico.pdf
- SEMARNAT (2006). *Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Ed. 2006. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Dirección General de Estadística e Información Ambiental, Directorio de Geomática. México. 75 p.p.
- SEMARNAT (2007). "*Resolutivo del proyecto desarrollo de actividades petroleras del proyecto ogarrio-magallanes*, N° de oficio S.D.P.A./DGIRA.DG.2288.07, México, D.F.
- SEMARNAT (2007). NOM-147-SEMARNAT-/SSA1-2004, *Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.* Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1392/1/NOM-147-SEMARNAT_SSA1-2004.pdf
- SEMARNAT (2007). NOM-150-SEMARNAT-2006, *Que establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de concentración y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas, ganaderas eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales.* Disponible en http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO2752.pdf
- SEMARNAT (2009). "*Resolutivo del proyecto desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio Magallanes*", N° de oficio S.G.P.A./DGIRA.DG/0151/09, México D.F.
- SEMARNAT (2009). *Anexo 1. Mapas, POEGT.*
- SEMARNAT (2009). *Áreas de Atención Prioritaria, POEGT.*
- SEMARNAT (2009). *Escenario Tendencial. Corto plazo (2012), POEGT.*
- SEMARNAT (2009). *Escenario Tendencial. Largo plazo (2033), POEGT.*
- SEMARNAT (2009). *Escenario Tendencial. Mediano plazo (2023), POEGT.*
- SEMARNAT (2009). *Estado actual del medio ambiente (2008), POEGT.*
- SEMARNAT (2009). NOM-014-CONAGUA-2003, *Requisitos para la descarga artificial de acuíferos con agua residual tratada*. Disponible en http://www.dina-mar.es/file.axd?file=2009%2f10%2fNOM-014-CONAGUA-2003.pdf
- SEMARNAT (2009). NOM-015-CONAGUA-2004, *Infiltración artificial de agua a los acuíferos -Características y especificaciones de las obras y del agua*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3330/1/NOM-015-CONAGUA-2007.pdf
- SEMARNAT (2009). 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.*
- SEMARNAT (2010). *Atlas del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SDIG*. Recuperado de http://ideinfoteca.semarnat.gob.mx/esdig/atlascontenido.html
- SEMARNAT (2010). *Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Ed. 2010. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Dir. Gral. de Estadística e Información Ambiental. México. 108 p.p.
- SEMARNAT (2010). *Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales.*
- SEMARNAT (2010). *Guía Técnica para orientar en la elaboración de estudios de caracterización de sitios contaminados*. México, 167 pp.
- SEMARNAT (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.* Disponible en http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf
- SEMARNAT (2010). *Subtemas de Información sobre el Ordenamiento Ecológico*. Recuperado de http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/index.html#app=63dc&42b1-selectedIndex=0&9543-selectedIndex=0&6989-selectedIndex=0&4b45-selectedIndex=0&c740-selectedIndex=0&a18c-selectedIndex=0
- SEMARNAT (2011). Ecosistemas mexicanos, fundamentales para el paso de aves migratorias. México, D.F.

- SEMARNAT (2012). NOM-085-SEMARNAT-2011, *Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6661/1/nom-085-semarnat-2011.pdf
- SEMARNAT (2012). NOM-156-SEMARNAT-2012, *Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire*. Disponible en http://www.aire.df.gob.mx/descargas/monitoreo/normatividad/NOM-156-SEMARNAT-2012.pdf
- SEMARNAT (2013). Acreditación por cumplimiento de normativa SEMARNAT. No. Acreditación. R-0044-003/11, México, D.F. pp. 8.
- SEMARNAT (2013). Calidad del aire: Una práctica de vida. México, D.F. 23 pp.
- SEMARNAT (2013). NOM-161-SEMARNAT-2011, *Que establece los criterios para clasificar los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, el listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo*. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/161semarnat2013.pdf
- SEMARNAT (2014). NOM-137-SEMARNAT-2013, *Contaminación atmosférica. - Complejos procesadores de gas. - Control de emisiones de compuestos de azufre*. Disponible en http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO3239.pdf
- SEMARNAT (2014). NOM-165-SEMARNAT-2013, *Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6640/1/nom-165-semarnat-2013.pdf
- SEMARNAT (2015). *Ciclones que han impactado en México*. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_DESASTRE00_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce
- SEMARNAT (2015). NOM-042- SEMARNAT-2015, *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7251/1/nom-041-semarnat-2015.pdf
- SEMARNAT (2015). *Ordenamientos Ecológicos Expedidos*. Disponible en http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos
- SEMARNAT (2016). NOM-133-SEMARNAT-2015, *Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo*. Disponible en http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/8283/1/nom-133-semarnat-2015.pdf
- SEMARNAT (2016). *Trámites SEMARNAT*. Disponible en http://tramites.semarnat.gob.mx/
- SEMARNAT (s.f.) *Registro de Emisiones y transferencia de contaminantes RETC*. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/retc/index.html
- SEMARNAT (s.f.). Pasivos Ambientales.
- SEMARNAT (s.f.). *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe*.
- SEMARNAT, CONANP. (s.f.). *Establecer un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, es muy fácil y sencillo*.
- SEMARNAT, DGSPRNR, DGVS, ZOFEMATAC, CONAGUA, CONANP, Coordinación de Asesores de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, INE, CONABIO, INEGI (2008). *Inventario Nacional de Humedales. Documento Estratégico Rector (DER)*. México, D.F., 57 pp.
- SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología (2012). *Comparación estacional del comportamiento de derrames de hidrocarburos en sitios ambientalmente sensibles. Apéndice del Anexo II*, 85 pp.
- SEMARNAT, PROFEPA (2013). *Oficio de aprobación como laboratorio de pruebas. No. Acreditación. R-0103-005/12*.
- SEMARNAT, PROFEPA (2015). *Aprobación del laboratorio del grupo microanálisis en muestreo de suelos. PFPA-APR-LP-RS-011MS/2015*, 4 pp.
- SEMARNAT, SNIARN (2010). *Compendio de estadísticas 2010, diversidad de ecosistemas*. Disponible en: http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet1b7d.html
- SEMARNAT, SNIARN (s.f.). *Consulta temática: Áreas destinadas voluntariamente a la conservación*. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_BIODIV04_09&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

- SENER (2007). *NOM-026-SESH-2007. Lineamientos para los trabajos de prospección sismológica petrolera y especificaciones de los niveles máximos de energía*. Publicado en D.O.F en 29-agosto-2007. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2007/026sesh.pdf
- SENER (2010). *NOM-027-SESH-2010, Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos*. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/027sesh010.pdf
- SENER (2013). *NOM-003-SECRE-2011. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos*. Publicado en D.O.F el 13-mayo-2013. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/003secre2013.pdf
- SENER (2013). *NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCF-2013, Emisiones de bióxido de carbono (CO2) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos*. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/163semense2013.pdf
- Serrano C., E. (2006). "*Regiones indígenas de México*", Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México, D.F. 146 pp.
- Servicio Geológico Mexicano (2014). *Columna estratigráfica*. Disponible en: http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/columna-estratig
- Servicio Geológico Mexicano (s.f.). *Léxico Estratigráfico de México (Formación Paraje Solo)*, 3 pp. Disponible en: http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/ParajeSolo.pdf
- Servicio Geológico Mexicano (s.f.). *Léxico Estratigráfico de México (Formación Cedral),* 3 pp. Disponible en: http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/Cedral.pdf
- Servicio Sismológico Nacional (2014). *Sismicidad del mes de marzo de 2014*. Disponible en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/
- Servicio Sismológico Nacional (2014). *Sismicidad del mes de mayo de 2014*. Disponible en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/
- Servicio Sismológico Nacional (s.f.). *Regiones sísmicas en México*. Disponible en: http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico
- Servicios de Extracción Petrolera LIFTING de México S.A. de C.V. (2012-2015). *Base de datos "Afectaciones recibidas del 2012-2015"*
- Servicios de Extracción Petrolera LIFTING de México S.A. de C.V. (2012-2015). *Base de datos "Base reclamaciones 2012-2015"*
- Silva R., G., Mendoza R., C.C. (2009). Evaluación geológica de los modelos para el truncamiento cenozoico del sur de México: Erosión por subducción y detachment del bloque Chortís. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas v. 26, núm. 1, p.165-176. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v26n1/v26n1a14.pdf
- Sin autor (2015). *Alcance de Trabajo Declaración de Impacto Ambiental*. 47 pp.
- Sin autor (s.f). *Anexo 1. Listado de Humedales de Importancia Institucional, 17 pp.*
- Sin autor (s.f.). *Áreas Privadas de Conservación en el estado de Veracruz. 4 pp.*
- Sin autor (s.f.). *Fichas indígenas parte II,* 193 pp.
- Sin autor (s.f.). *Anexo 2. Fichas Técnicas*. 236 pp.
- Sin autor (s.f.). *Anexo 3. Unidades Ambientales Biofísicas* (s.f.). 12 pp.
- Sin autor (s.f.). *Anexo 4. Glosario* (s.f.). 4 pp.
- Sin autor (s.f.). *Anexo 5. Siglas* (s.f.). 2 pp.
- Sin autor (s.f.). Base de datos. PopContinental
- Sin autor (s.f.). *Censo de ductos en Cuichapa*. 91 pp.
- Sin autor *(s.f.). Diversidad de aves en México.*
- Sin autor (s.f.). *En Cardel y Chichicaxtle, Veracruz, dos observatorios*
- Sin autor (s.f.). *Estudio Regional Forestal de la UMAFOR 3001 Las Choapas,* 122 pp.
- Sin autor (s.f.). *Resultados del Área Contractual 7. 1 pp.*
- SMN (2016). Información histórica de ciclones tropicales. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica
- SMN (2016). *Mapa de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS)*. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/es/emas
- SOKKIA, *GRX1* (s.f.). *Manual de usuario,* 57 pp.
- STPS (1996). *NOM-100-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con*

presión contenida-Especificaciones. Publicado en D.O.F el 01-08-96. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1996/100-stps.pdf

- STPS (1996). *NOM-101-STPS-1994, Seguridad-Extintores a base de espuma química*. Publicado en D.O.F el 01-08-96. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1996/101-stps.pdf
- STPS (1996). *NOM-102-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono. Parte 1. Recipientes*. Publicado en el D.O.F el 01-10-96. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1996/102-stps.pdf
- STPS (1996). *NOM-103-STPS-1994, Seguridad-Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida*. Publicado en D.O.F el 01-10-96. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1996/103-stps.pdf
- STPS (1996). *NOM-106-STPS-1994, Seguridad-Agentes extinguidores-Polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio*. Publicado en D.O.F el 01-11-96. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1996/106-stps.pdf
- STPS (1999). *NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para en manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas*. Publicado en D.O.F el 02-02-99. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1999/005stps.pdf
- STPS (2000). *NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. (Cancela a la NOM-114-STPS-1994)*. Publicado en D.O.F el 27-10-2000. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2000/018stps.pdf
- STPS (2002). *NOM-104-STPS-2001, Agentes extinguidores-Polvo químico seco tipo ABC a base de fosfato mono amónico*. Publicado en D.O.F el 17-abril-2002. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2002/104stps.pdf
- STPS (2008). *NOM-017-DTPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. Publicado en D.O.F el 9-12-2008. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2008/017stps2008.pdf
- STPS (2008). *NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías*. Publicado en D.O.F el 25-nov-2008. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2008/026stps2008.pdf
- STPS (2009). NOM-113-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-Calzado de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba. (Contiene una aclaración a la modificación de la NOM). Publicado en D.O.F. el 22-diciembre-2009. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/113stps2009a.pdf
- STPS (2009). NOM-115-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-Cascos de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba. (Contiene dos modifiaciones). Publicado en D.O.F el 22-12-2009. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2009/115stps2009.pdf
- STPS (2009). NOM-116-STPS.2009, Seguridad-Equipo de protección personal-Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas-Especificaciones y métodos de prueba. Publicado en D.O.F el 22-12-2009. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2009/116stps2009.pdf
- STPS (2011). *NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene*. Publicado en D.O.F el 13-abril-2011. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/019stps11.pdf
- STPS (2012). *NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas*. Publicado en D.O.F el 6-sep-2012. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/028stps2012.pdf
- STPS (2015). *NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo*. Publicado en D.O.F el 9-10-2015. Disponible en http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/2010/018stps2015.pdf
- Sulvarán, Ilse (2013). *Campesinos de Moloacán demandan a Pemex*. AGENCIA IMAGEN DEL GOLFO, 5 pp.
- Sulvarán, Ilse (2014). *Se derrama crudo en parcelas de Villa Cuichapa*. AGENCIA IMAGEN DEL GOLFO, 4 pp.
- Tecnología Ambiental Integral S.A de C.V. (2016). *Informe de calibración de equipos, Tecnología Ambiental Integral. Calidad del aire*. INFRA, 6 pp.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de condiciones de riesgos físicos laborales Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.

- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de evaluación ergonómica Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de factores psicosociales Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial del agente físico ruido Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial del agente físico vibraciones Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial del agente físico vibraciones Plantan de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial del agente físico iluminación planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial del agente físico condiciones térmicas elevadas Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial de agentes químicos Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Estudio de higiene industrial de agentes biológicos de agua y hielo Planta de inyección de agua Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2012). "*Introducción a los estudios de salud en el trabajo y atlas de riesgo a la salud Planta de inyección de agua Cuichapa*", Contrato de servicios N° 425041866, Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de condiciones de riesgos físicos laborales batería de separación Cuichapa 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de evaluación ergonómica batería de separación Cuichapa 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de evaluación ergonómica Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de factores psicosociales batería de separación 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de factores psicosociales Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial del agente físico ruido batería de separación Cuichapa 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial del agente físico iluminación batería de separación Cuichapa 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial de agentes químicos batería de separación Cuichapa 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial de agentes biológicos en agua batería de separación Cuichapa 2*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial del agente físico ruido Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial del agente físico vibraciones Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial del agente físico iluminación Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial del agente físico condiciones térmicas elevadas Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene de agentes químicos Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de higiene industrial de agentes biológicos en agua y hielo Estación de compresión Cuichapa*", Villahermosa, Tabasco.
- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudio de salud en el trabajo y atlas de riesgo a la salud Estación de compresión Cuichapa*", Contrato de servicios N° 425041866, Villahermosa, Tabasco.

- Tecnología del Ambiente S.A. de C.V. (2013). "*Estudios de la salud en el trabajo y atlas de riesgo a la salud batería de separación Cuichapa 2*" contrato de servicios N° 425041866, Villahermosa, Tabasco.
- Tévar Sanz, Gonzalo (1996). *La Cuenca Visual en el Análisis del Paisaje*. Serie Geográfica, vol.6, pp. 99-113.
- The UICN (2016). *Red List of Threatened Species 2016-1*. Disponible en: http://www.iucnredlist.org/
- Toledo, A. (1988). *Volumen XV. Energía, ambiente y desarrollo*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 282 pp.
- Toledo, A. (1998). *Medio Ambiente en Coatzacoalcos*. Centro de Ecodesarrollo, H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos, Patronato de la Universidad Veracruzana, Universidad Veracruzana.
- Toledo, A., Botell'o, A. & Herzing M. 1987). *Volumen XII. El pantano: una riqueza que se destruye*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 140 pp.
- Torres Luría, Jairo (2015). *Retira PEMEX viejo transformador*. 60 Minutos.info. 2 pp.
- Torres Rivera, J. A. & Martínez Pérez, D. (1993). *Descripción de gramíneas en plantaciones citrícolas de Martínez de la Torre, Veracruz, México*, Universidad Autónoma Chapingo.
- Torres, Mario V. et al. (2012), *Los helechos de Xalapa y sus alrededores*, México, Universidad Veracruzana.
- Tory Peterson, Roger., Chalief Edward L. (2008), *Aves de México Guía de Campo*, DIANA.
- Trani García, G. (2006). *Parámetros fisiográficos de las regiones hidrológicas de México*. (Proyecto terminal, Lic. en Ingeniería Hidrológica). México D.F. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica. 392 pp. Disponible en: http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI13360.pdf
- Turc (1954). *Water balance of soils: relationship between precipitation, evapotranspiration and runoff (in French)*. Ann Agron 5:49-595 and 6:5-131.
- UICN (2012). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1, Segunda edición*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. UICN. VI + 34 pp. Disponible en: https://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/Categories_and_Criteria_es_web%2Bcover%2Bbckcover.pdf
- UNAM (2016). *Memorias del Tercer Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Morelia, Michoacán*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/2013_Mem_IIIcongreso_cuencas.pdf
- Universidad Popular de la Chontalpa (2011). "*Monitoreo de las condiciones ambientales y seguimiento, evaluación y validación del cumplimiento de términos y condicionantes del proyecto Ogarrio-Magallanes*" Programa aplicables al sistema ambiental regional (SAR).
- Universidad Popular de la Chontalpa (2011). "*Programa de monitoreo de fauna indicadora de la calidad del hábitat desarrollo de las actividades petroleras del proyecto Ogarrio Magallanes*"
- Universidad Popular de la Chontalpa (2011). "*Programa de monitoreo y vigilancia ambiental 2011 para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DG.2288.07 desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallares*", N° de convenio PEP-UPCH 425101811.
- Universidad Popular de la Chontalpa (2011-2012). "*Obras evaluadas y ejecutadas en el periodo octubre 2011-septiembre 2012*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (2011-2012). "*Programa de monitoreo y vigilancia ambiental 2011-2012 para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07* para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (2012). "*Monitoreo de las condiciones ambientales y seguimiento, evaluación y validación del cumplimiento de términos y condiciones del proyecto Ogarrio-Magallanes*", programa aplicable al sistema ambiental regional (SAR).
- Universidad Popular de la Chontalpa (2012). "*Monitoreo de vegetación, fragmentación del habitad y cambio de uso del suelo en el SAR*", Informe semestral correspondiente al periodo secas 2012.
- Universidad Popular de la Chontalpa (2012). "*Programa de monitoreo de fauna indicadora de la calidad del habitad*", secas 2011, Convenio PEP-UPCH 425101811.
- Universidad Popular de la Chontalpa (2015). "*Programa de monitoreo y vigilancia ambiental 2015*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".

- Universidad Popular de la Chontalpa (2015). Anexo A "*Programa de monitoreo de vegetación, fragmentación del habitad y cambio de uso del suelo para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo s.g.p.a./dgir/dg/2288/07 para el proyecto* "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes N° Convenio PEP-UPCH 425104806.
- Universidad Popular de la Chontalpa (2015). Anexo B "*Programa de monitoreo de fauna indicadora de la calidad del hábitat para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo s.g.p.a./dgir/dg/2288/07 para el proyecto* "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes" N° Convenio PEP-UPCH 425104806.
- Universidad Popular de la Chontalpa (2015). Anexo C "*Programa de monitoreo de calidad del agua y monitoreo hidrológico para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto* "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes" N° Convenio PEP-UPCH 425104806.
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*B. Indicadores de éxito para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07*" para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*C. medidas aplicadas a impactos no previstos y de posterior aparición a la ejecución de cada una de las obras tipo*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Suelo, Indicador Cambio de uso de suelo, Medición Superficie de cambio/ Tipo de comunidad vegetal/ año*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Biotopo, Indicador Muestreos de fauna, Medición Número y tipo de individuos avistados en las zonas afectadas*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Paisaje, Indicador Visibilidad y calidad del paisaje, Medición Características paisajísticas de los fragmentos de vegetación*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Suelo, Indicador Tasa de erosión, Medición Peso/Superficie/Tiempo para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07*" para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental suelo, Indicador Disminución de la capa orgánica, Medición Concentración de materia orgánica en zonas afectadas*" para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Suelo, Indicador Contaminación, Medición Concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), Medición Nivel de pH y concentración de vanadio, Níquel, Sulfatos, extractables y cationes de calcio y aluminio para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07*" para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Agua, Indicador Contaminación, Medición Parámetros fisicoquímicos de los cuerpos superficiales (Lóticos y Lénticos) para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07*" para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). "*Componente ambiental Agua, Indicador Comportamiento hidráulico, Medición Piezómetro de las zonas afectadas para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07*" para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). Anexo I "*Programa de fragmentación del habitad, cambio de uso de suelo, flora y fauna para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo*

S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".

- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). Anexo II. "*Caracterización de la variabilidad ambiental de los cuerpos de agua del sistema ambiental regional para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07* para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). Anexo III. "*Programa de monitoreo hidrológico y calidad del agua* para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07 para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad Popular de la Chontalpa (s.f.). Anexo IV. "*Programa de calidad de suelo para el cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIR/dg/2288/07* para el proyecto "desarrollo de actividades petroleras del proyecto Ogarrio-Magallanes".
- Universidad veracruzana (2016). *Museo de Antropología de Xalapa – Paseo Cultural, Región Olmeca*. Disponible en http://www.uv.mx/max/paseo-cultural/
- Vázquez Botello, A. & Páez Federico (1987). *Volumen I. El problema crucial: contaminación*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., serie medio ambiente Coatzacoalcos, 180 pp.
- Vázquez Campa, Violeta & Winter, Marcus (s.f.), "*Mixes, zoques y arqueología del istmo sur de Tehuantepec*", Centro INAH, Oaxaca, México, 219-234 pp.
- Vázquez Torres, S.M., Carvajal Hernández, C.I., Aquino Zapata, A.M. (s.f.). *Áreas Naturales Protegidas*, 252-274 pp.
- Vela Martínez, Rafael. (2009). *Contraloría social de protección al ambiente: una propuesta a partir de las afectaciones de PEMEX en Veracruz*. Colegio de Veracruz. México, 362 pp.
- Velázquez H., E. (s.f.). "*La población indígena del sur de Veracruz: entre la permanencia y la movilidad*" pp. 93-104.
- Vidal Z. R. (2005). *Las regiones climáticas de México: Región 7. Golfo de México*. Universidad Autónoma de México. México D.F. Disponible en: http://132.248.9.34/libroe_2007/1048280/Index.html
- Vidal, Rosa M., Berlanga, Humberto & Arizmendi María del Coro (2009). *Important Bird Areas Americas. México*. BirdLife International, México, 269-280 pp.
- Villareal, J. A y J. Encina (2005). *Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México*. Acta Botánica Mexicana, pp. 1-46.
- Villaseñor Ríos, J. L. & Espinosa García, F. J. 1998). *Catálago de Malezas de México*, México, Instituto de ecología, A.C., UNAM.
- Windfinder (s.f.). *Estadísticas del viento y del tiempo, Coatzacoalcos / Minatitlán*. Disponible en: https://es.windfinder.com/windstatistics/coatzacoalcos
- Zavaleta, Noé (2015). *Los ecocidios de Pemex en Veracruz*. El Reflejo de su Gente Crónicas de Xalapa.

11. APÉNDICES.

Apéndice 1. Definiciones y cláusulas del Contrato No. L03-A7/2015 para el Área Contractual 7 Campo Cuichapa Poniente.

Definiciones:

"Área Contractual", significa la superficie descrita en el Anexo 1, incluyendo las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical de dicha superficie hasta la profundidad establecida en dicho Anexo 1, en la cual el Contratista está autotrizado y obligado en virtud del presente contrato a llevar a cabo las Actividades Petroleras, en el entendido que: (i) este Contrato no le concede al Contratista ningún derecho real sobre el Área Contractual ni sobre los recursos naturales en el subsuelo y (ii) el Área Contractual será reducida de conformidad con los términos de este contrato.

Agencia, significa la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

"Contratista", significa "Lifting de México".

"Campo", significa el área dentro del Área Contractual debajo de la cual están localizados uno o más yacimientos de hidrocarburos en una o más formaciones en la misma estructura, entidad geológica o condición estratigráfica.

"Daño Ambiental", significa el daño que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

"Daños Preexistentes", significa los pasivos ambientales presentes en el Área Contractual identificados en la Línea Base Ambiental de conformidad con lo establecido en las Cláusulas 3.3. y 13.4.

"Etapa de Transición de Arranque", significa la etapa que se llevará a cabo de conformidad con lo establecido en la Cláusula 3.3 y la Normatividad Aplicable.

"Fecha efectiva", significa la fecha de firma del Contrato en mención.

"Línea Base Ambiental", significa las condiciones ambientales en las que se encuentran los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, así como las relaciones de interacción y los servicios ambientales, existentes en el Área Contractual al momento en que se elabora el estudio para su determinación.

Cláusulas:

3.3 Etapa de transición de arranque. A partir de la Fecha Efectiva, iniciará una etapa que tendrá una duración de hasta noventa (90) días en la cual se llevará a cabo la entrega del Área Contractual al Contratista por parte de CNH o de un tercero designado para tal efecto y que se conducirá conforme a lo siguiente:

(a) La CNH proporcionará al Contratista la información que tenga disponible a la Fecha Efectiva respecto de los Pozos y Materiales, incluyendo el Inventario de Activos, las autorizaciones ambientales, así como la información relativa a los impactos sociales en el Área Contractual:

(b) El Contratista estará obligado a documentar la existencia y estado de integridad de los Pozos y Materiales. El Estado vigilará que el contratista o asignatario que estuviera a cargo del Área Contractual con anterioridad a la Fecha Efectiva lleve a cabo las actividades de Abandono de Pozos y Materiales que no sean útiles para las Actividades Petroleras.

(d) El Contratista deberá iniciar los estudios que permitan establecer la Línea Base Ambiental de acuerdo con los requerimientos que proporcione la Agencia al Contratista previo al inicio de las Actividades Petroleras, con la finalidad de identificar los Daños Ambientales y Daños Preexistentes. El Estado vigilará que el contratista o asignatario que estuviera a cargo de Área Contractual con anterioridad a la Fecha efectiva asuma la responsabilidad y los gastos relacionados con la restauración y compensación de los Daños Ambientales y la caracterización y remediación de los Daños Preexistentes.

(f) El Contratista asumirá total responsabilidad sobre el Área Contractual sobre los pozos y materiales que en ella se encuentren, los pasivos sociales y daños preexisententes, de conformidad con los plazos previstos en este Contrato y en la Normatividad Aplicable.

(g) Una vez asumida la responsabilidad del Área Contractual solamente procederán los Daños Ambientales y Daños Preexistentes si estos fueron determinados en la Línea Base Ambiental de conformidad con lo establecido en la Cláusula 13.4. Sin perjuicio de lo anterior el contratista será responsable de cualquier Daño ambiental ocasionado durante la realización de las Actividades Petroleras.

13.3 Responsabilidad en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, Protección al Ambiente y Salud en el Trabajo.

Último párrafo de la cláusula. El contratista será responsable de los Daños Ambientales en el Área Contractual que no hayan sido reportados en el estudio de Línea Base Ambiental conforme a lo establecido en la cláusula 13.4 y la Normatividad Aplicable.

13.4 Daños Preexistentes. El contratista deberá iniciar la conducción de los estudios para la determinación de la Línea Base Ambiental durante la Etapa de Transición de Arranque de conformidad con lo previsto en la cláusula 3.3, la Normatividad Aplicable y las disposiciones normativas establecidas por la Agencia. A más tardar ciento ochenta (180) días después de la Fecha Efectiva, el Contratista deberá presentar a la CNH y a la Agencia un informe detallado de la línea Base Ambiental, incluyendo la existencia de cualquier daño preexistente. Dicho plazo podrá modificarse en una sola ocasión a solicitud del contratista y previa autorización de la CNH hasta por noventa (90) días adicionales. La CNH y la Agencia podrán objetar dentro de los noventa (90) días siguientes a la recepción del estudio, los daños al medio ambiente y/o daños preexistentes oportunamente reportados. El Contratista solamente podrá excusarse de su responsabilidad ambiental respecto a los daños ambientales y Daños preexistentes oportunamente notificados conforme a lo establecido en esta cláusula13.4 y la Normatividad Aplicable. Durante dicho periodo de noventa (90) días, la CNH y el contratista podrán celebrar audiencias o comparecencias para aclarar de buena fe cualquier diferencia técnica que exista al respecto de los Daños Ambientales y Daños preexistentes, de conformidad con las Mejores Prácticas de la Industria, las disposiciones establecidas por la Agencia y la Normatividad Aplicable. Una vez que la CNH y la Agencia aprueben los daños ambientales y Daños Preexistentes, se le entregará al contratista un documento que identifique la aceptación de dichos daños y las actividades de restauración, remediación y abandono que sean necesarias conforme a lo establecido en la cláusula 3.3. En caso que las partes no lleguen a un acuerdo respecto a los daños ambientales y daños preexistentes, las diferencias se resolverán conforme a lo establecido en la cláusula 25.2.

Las cláusulas 3.3 inciso (d) y 13.4 indican que el contratista debe elaborar el estudio de la Línea Base Ambiental de acuerdo a los requerimientos de la Agencia, con la finalidad de establecer las condiciones ambientales existentes en el Área Contractual incluyendo los daños preexistentes previo al inicio de las actividades petroleras.

Apéndice. 2. Estaciones climatológicas adicionales para el cálculo de infiltración.

Tabla 160. Estaciones climatológicas cercanas al Campo Cuichapa Poniente.

Estación	Municipio	Clave	Latitud N	Longitud W	Altura msnm
Tierra Morada	Las Choapas	30327	17°34'18.84"	94° 9'47.88"	10
Coatzacoalcos[3]	Coatzacoalcos	30027	18° 8'25.08"	94°31'19.92"	16

Fuente: CONAGUA (2016).

La CONAGUA a través de su Organismo de Cuenca Golfo Centro, proporcionó datos históricos sobre las temperaturas registradas en la estación Tierra Morada con un periodo comprendido de 1994 a 2015.

Tabla 161. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación Tierra Morada.

Tierra Morada													
Temperaturas medias	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Máxima	22.82	25.57	28.85	32.02	31.84	30.82	29.35	28.57	28.49	27.98	25.29	24.15	27.98
Media	21.37	22.47	24.78	27.32	28.2	27.65	26.93	26.96	26.64	25.27	23.34	21.89	25.24
Mínima	17.95	18.88	21.31	25.63	25.69	26.11	25.89	25.98	25.46	23.4	21.82	19.8	23.16

Fuente: CONAGUA (2016).

La estación Tierra Morada ubicada en el municipio Las Choapas, mostró valores comprendidos de temperatura entre los 17.95 °C y los 32.02 °C, siendo enero el mes más frío y abril el más caluroso, presentó una media anual de 25.24 °C.

Los registros de precipitación mensual, comprendieron los periodos de 1977 a 2015 en la estación Tierra Morada y de 1982 a 2015 para la estación Coatzacoalcos (observatorio).

Tabla 162. Precipitación mensual en mm de las estaciones climatológicas.

Precipitación mensual													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Tierra Morada	146.82	102.65	57.18	41.14	134.3	301.16	291.52	366.16	471.31	367.84	274.53	201.43	2600.11
Coatzacoalcos	102.06	51.19	37.4	33.48	110.77	198.9	198.26	322.32	494.2	359.59	236.52	134.69	2279.37

Fuente: CONAGUA (2016).

En ambas estaciones abril es el mes con menores precipitaciones y septiembre el de mayor aporte pluvial. Para la estación Tierra Morada se registró un promedio anual de 2600.11 mm y en el observatorio Coatzacoalcos 2279.37 mm anuales.

[3] La CNA solamente proporción datos sobre precipitaciones.

Apéndice. 3. Definiciones para la aplicación de la metodología registro de daños preexistentes.

Para la aplicación de la metodología es necesario comprender las siguientes definiciones (Gristo P., Salvarrey A., 2006).

Contaminación. La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante. Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contaminantes del suelo. El suelo es la fina capa superior de la corteza terrestre que se ha ido conformando lentamente como consecuencia de la acción combinada de cinco factores: el material de la roca madre, el clima, los factores bióticos, la topografía y el tiempo. El suelo como sistema, es vulnerable y susceptible de alterarse perdiendo su equilibrio natural.

La calidad de suelo está dada por un conjunto de condiciones de equilibrio, que garantizan que los ciclos naturales biogeoquímicos pueden darse sin restricciones, no existiendo riesgos para los seres humanos, los animales, las plantas y el ambiente. La alteración del equilibrio por la presencia de contaminantes puede alterar negativamente las características químicas, físicas y/o biológicas, representando un riesgo para la salud y el ambiente.

Suelos potencialmente contaminados (SPC). Para el presente estudio y registro de daños preexistentes se consideró un Suelo Potencialmente Contaminado aquel en el que existieran sospechas de que un sitio pudiera presentar algún tipo de contaminante y excediera la concentración establecida en la normativa ambiental.

Suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC). Lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes. Incluye a suelos abandonados y activos o en operación.

Sitios contaminados (SC). Se considera como Sitio Contaminado al predio donde se comprueba después de su caracterización que existen sustancias tóxicas persistentes en suelo o agua subterránea por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la normatividad.

Las principales causas de sitios contaminados, están generalmente asociadas a prácticas inadecuadas en el manejo y disposición final de sustancias químicas o residuos que las contienen, como resultado de actividades industriales, comerciales o agropecuarias, actuales o pasadas.

Actividad potencialmente contaminante. Aquellas actividades que producen, utilizan, manipulan, manejan, almacenan, tratan o disponen sustancias, que, por sus características físicoquímicas, biológicas y toxicológicas, producen o pueden producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal.

Apéndice. 4. Actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo.

Tabla 163. Actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo.

Ramo	Descripción
Cuero	Preparación, curtido y teñido de pieles y peletería
	Preparación, curtido y acabado del cuero
Minerales no metálicos	Fabricación de artículos cerámicos de uso doméstico y ornamental.
	Fabricación de azulejos y baldosas de cerámica.
	Fabricación de productos minerales no metálicos diversos.
	Fabricación de vidrio y productos de vidrio.
	Reciclaje de desechos no metálicos.
Minerales metálicos	Extracción de minerales metálicos no férreos, excepto minerales de uranio y torio.
Energía	Extracción de crudos de petróleo y gas natural.
	Actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección.
	Refinación de petróleo
	Producción y distribución de energía eléctrica
	Producción de gas, distribución de combustibles gaseosos por conductos urbanos, excepto gasoductos
	Coquerías
Textil	Acabado de textiles
	Lavado, limpieza y teñido de prendas textiles y de piel (1).
	Fabricación de tejidos impregnados, endurecidos o recubiertos en materias plásticas
	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.
Residuos	Recolección y tratamiento de aguas residuales.
	Recolección y tratamiento de otros residuos.
	Actividades de saneamiento, descontaminación y similares (3).
	Depósito y almacenamiento de mercancías peligrosas.
Química	Fabricación de productos químicos básicos.
	Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos.
	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tinta de imprenta y masillas.
	Fabricación de productos farmacéuticos.
	Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento.
	Fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene.
	Fabricación de otros productos químicos.
	Laboratorios de revelado, impresión y ampliación fotográfica (1).
	Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.
	Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales).
	Fabricación de productos de caucho.
	Fabricación de fibrocemento.
Industria metal mecánica	Fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones.
	Fabricación de tubos de hierro.
	Fabricación de tubos de acero.
	Otros procesos de primera transformación del hierro y del acero.
	Producción y primera transformación de metales preciosos.
	Producción y primera transformación de aluminio.

Ramo	Descripción
	Producción y primera transformación de plomo, zinc y estaño.
	Producción y primera transformación de cobre.
	Producción y primera transformación de otros metales no férreos.
	Fundición de metales.
	Fabricación de elementos metálicos para la construcción.
	Fabricación de cisternas, grandes depósitos y contenedores de metal.
	Fabricación de radiadores y calderas para calefacción central.
	Fabricación de generadores de vapor.
	Forja, estampación y embutición de metales; metalurgia de polvos
	Tratamiento y revestimiento de metales.
	Ingeniería mecánica general por cuenta de terceros.
	Fabricación de artículos de cuchillería y cubertería, herramientas y ferretería.
	Fabricación de cerraduras y herrajes.
	Fabricación de productos metálicos diversos, excepto muebles.
	Fabricación de máquinas, equipos y material mecánico.
	Fabricación de máquinas, equipo y material mecánico de uso general.
Industria metal mecánica	Fabricación de maquinaria agraria.
	Fabricación de máquinas-herramienta.
	Fabricación de maquinaria diversa para usos específicos.
	Fabricación de armas y municiones.
	Fabricación aparatos electrodomésticos.
	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos.
	Fabricación de motores eléctricos, transformadores y generadores.
	Fabricación de aparatos de distribución y control eléctricos.
	Fabricación de hilos y cables eléctricos aislados.
	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas.
	Fabricación de lámparas eléctricas y aparatos de iluminación.
	Fabricación de otro equipo eléctrico.
	Fabricación de válvulas, tubos y otros componentes electrónicos.
	Fabricación de transistores de radiodifusión y televisión y de aparatos para la radiotelefonía y radiotelegrafía con hilos.
	Fabricación de aparatos de recepción, grabación y reproducción de sonido e imagen.
	Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos y de aparatos ortopédicos.
	Fabricación de instrumentos y aparatos de medida, verificación, control, navegación y otros fines, excepto equipos de control para procesos industriales.
	Fabricación de equipos de control de procesos industriales.
	Fabricación de vehículos de motor.
	Fabricación de carrocerías para vehículos de motor, de remolques y semirremolques.
	Fabricación de partes, piezas y accesorios no eléctricos para vehículos de motor y sus motores.
	Construcción y reparación naval.
	Fabricación de material ferroviario.
	Construcción aeronáutica y espacial.
	Fabricación de motocicletas y bicicletas.
	Fabricación de muebles.
	Fabricación de otros artículos que utilicen sustancias peligrosas.
	Reciclaje de chatarra y desechos de metal.

Ramo	Descripción
	Fabricación de chapas, tableros, contrachapados, alistonados, de partículas aglomeras, de fibras y otros tableros de paneles.
	Mantenimiento y reparación de vehículos de motor.
Papel	Fabricación de papeles pintados
	Artes gráficas y actividades de los servicios relacionados con las mismas (1).
Comercio	Comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y productos similares.
	Comercio al por mayor de metales y minerales metálicos.
	Comercio al por mayor de pinturas y barnices.
	Comercio al por mayor de fertilizantes y productos químicos para la agricultura.
	Comercio al por mayor de productos químicos industriales.
	Comercio al por mayor de chatarra y productos de desecho.
	Comercio al por menor de combustibles.
	Intermediarios del comercio de combustibles, minerales, metales y productos químicos industriales.
	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y ciclomotores y de sus repuestos y accesorios (2).
	Venta al por menor de carburantes para la automoción, cuando posean instalaciones de almacenamiento.
	Aserrado y cepillado de la madera, preparación industrial de la madera
Transporte	Transporte por ferrocarril.
	Otros tipos de transporte terrestre.
	Transporte por tubería.
	Otras actividades anexas de transporte marítimo.
	Otras actividades anexas de transporte aéreo.

Apéndice. 5. Interpretación de imágenes satelitales.

Para el desarrollo de la línea base ambiental se empleó una imagen monoscópica de archivo del 11 de abril de 2016 del satélite WorldView 2.

WorldView 2 es un satélite comercial norteamericano de muy alta resolución operado por la compañía *DigitalGlobe*. Su lanzamiento, el 8 de octubre del 2009, lo definió como el primer satélite comercial capaz de captar 8 bandas espectrales con una resolución de 2 m/pixel. A continuación, se presenta un Pre View de la imagen satelital.

Satélite WorldView 2
Resolución 50 Centímetros

Figura 137. Pre View de la imagen satelital World View 2.

Actualmente, las imágenes de mayor resolución espacial en el mercado son de los satélites QuickBird (.6 metros en pancro y 2.62 metros en espectral) y aquellos de la familia de WorldView.

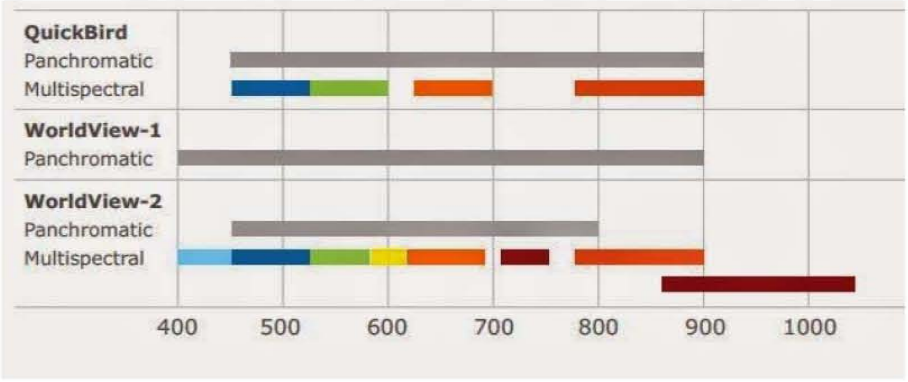


Figura 138. Comparación de la respuesta espectral QuickBird, WV-1 y WV-2

De la imagen anterior sobresale una mayor cobertura multiespectral en WorldView 2, sin embargo, la banda pancromática es más estrecha.

WorldView 2 pose un sensor multiespectral con 8 bandas (Coastal, Blue, Green, Yellow, Red, Red Edge, Near-IR1 y Near-IR2), es el primer satélite comercial en ofrecer 1.84 metros de resolución en imágenes multiespectrales y captura imágenes de 46 centímetros por pixel en el modo pancromático. Sin embargo, en la actualidad su comercialización es de 2 m en el modo multiespectral y 0.50 m en pancromático.

Tabla 164. Características de las bandas espectrales de la imagen adquirida WorldView 2

Opción	Banda	Resolución Espacial (m)	Resolución espectral (nm)
Pancromática	Pancromática	0.5	450-800
Multiespectral	Costera	2.0	400-450
	Azul	2.0	450-510
	Verde	2.0	510-580
	Amarillo	2.0	585-625
	Rojo	2.0	630-690
	Borde rojo	2.0	705-745
	Infrarrojo Cercano 1	2.0	770-895
	Infrarrojo Cercano 2	2.0	860-1040

La alta resolución espacial permite la discriminación de detalles finos, como tipos de vegetación, usos de suelo (zonas agrícolas y zonas destinadas al pastoreo) e incluso árboles individuales en una parcela; y la alta resolución espectral provee de información detallada en las diversas áreas como por ejemplo calidad de la vegetación, áreas incendiadas recientes, plagas en vegetación, entre otras. Las imágenes multiespectrales tienen una precisión mucho mayor en la clasificación de las características captadas por los sensores al tener una mayor cobertura en el espectro electromagnético.

A continuación, se describen los principales usos de las 8 bandas espectrales de WorldView 2.

Coastal (400-450 nm)

- Aplicaciones en la costa, penetración en el agua, capas en aguas profundas, discriminación de materiales, discriminación de tipos de agua.
- Absorbida por la clorofila en plantas saludables por lo tanto ayuda en los análisis de vegetación.

Blue (450-510 nm)

- Aplicaciones en la costa, penetración en los cuerpos de agua, discriminación de suelo y vegetación, cobertura de arrecifes, tipos forestales, bosques, arboles.

Green (510-570 nm)

- Tipos de cultivos, arrecifes, cultivos marinos, batimetría (probada hasta 15m).

Yellow (585-625 nm)

- Coloración de las hojas, stress de las plantas, concentración de CO_2, floración de algas, cultivos marinos y arrecifes, divisibilidad en las formaciones de hierro, "color real.
- Detecta lo 'amarillento' de una vegetación en particular, tanto en tierra como en agua.

Red (650-690 nm)

- Absorción de la clorofila, análisis de la vegetación, especies de plantas y estrés.

Red-Edge (705-745 nm)

- Salud de las plantas, estrés, estado fenológico (tipo y edad), cultivos marinos y arrecifes (en tierra y agua), impermeables de vegetación, turbiedad y camuflaje.
- Útil tanto en la medición de la salud de las plantas como en la clasificación de la vegetación.

NIR1 (870-1030 nm)

- Estudios de biomasa, estrés de las plantas, delineación de cuerpos de agua, discriminación de humedad en el suelo.

NIR2 (860-1040 nm)

- Permite análisis de vegetación más amplios y estudios de biomasas.

Composiciones de color.

Las imágenes satelitales suelen ser multiespectrales, es decir que son registradas simultáneamente en varias regiones del espectro electromagnético. Estas imágenes pueden ser estudiadas individualmente en escalas de grises o en imágenes coloreadas (composición). Para hacer estas composiciones, se seleccionan las bandas espectrales que se utilizan para el análisis y se le aplica a cada una de ellas los colores primarios (rojo, verde y azul). Lo anterior permite visualizar una imagen en distintas regiones del espectro, lo cual facilita la discriminación de todas o algunas cubiertas de interés.

Para poder trabajar con la combinación de bandas WorldView 2, primero es necesario comprender las especificaciones de cada banda.

Imagen en color natural.

Se puede observar una imagen satelital en "color natural", es decir cómo se observaría desde un avión a simple vista, utilizando las bandas de información que contienen la radiación emitida por la superficie terrestre en el rango óptico. Las bandas utilizadas son la 4 - 3 - 2.

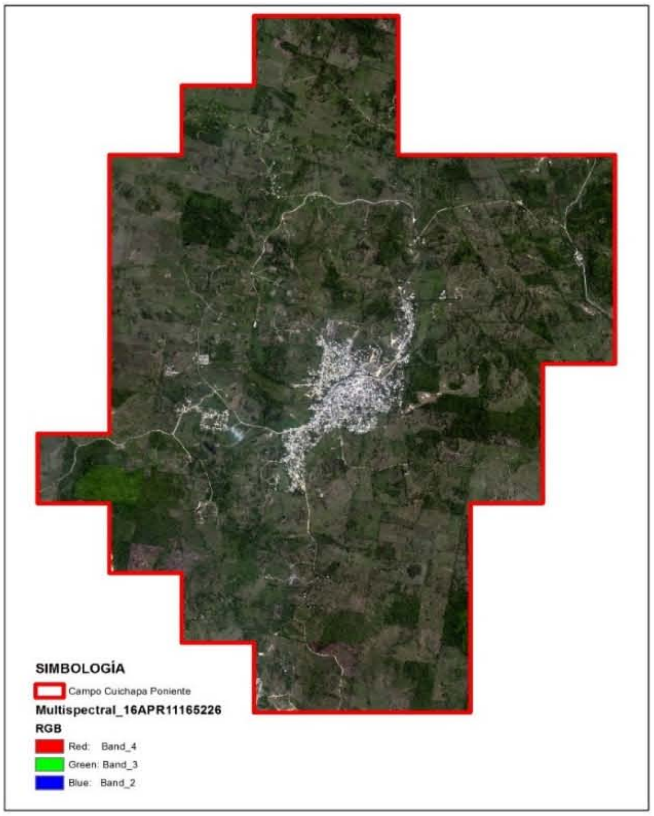


Figura 139. 432 (RGB) Combinación en color natural.

Imagen en falso color.

Utilizamos esta combinación para poder diferenciar las coberturas vegetales presentes. Las radiaciones que captan los sensores del satélite en el espectro infrarrojo cercano son particulares en cada tipo de cobertura vegetal o de suelo, si estas bandas son colocadas en reemplazo de las correspondientes al espectro visual, obtenemos una imagen en falso color. En esta combinación se pueden apreciar claramente las zonas urbanas en tonalidades de verde claro – celeste y las coberturas vegetales en tonalidades rojas. Los cuerpos de agua se aprecian en color negro.

Las bandas utilizadas son (7 - 3 - 2)

La banda 7 corresponde al infrarrojo cercano, la banda 3 corresponde al verde y la banda 2 corresponde al color azul.

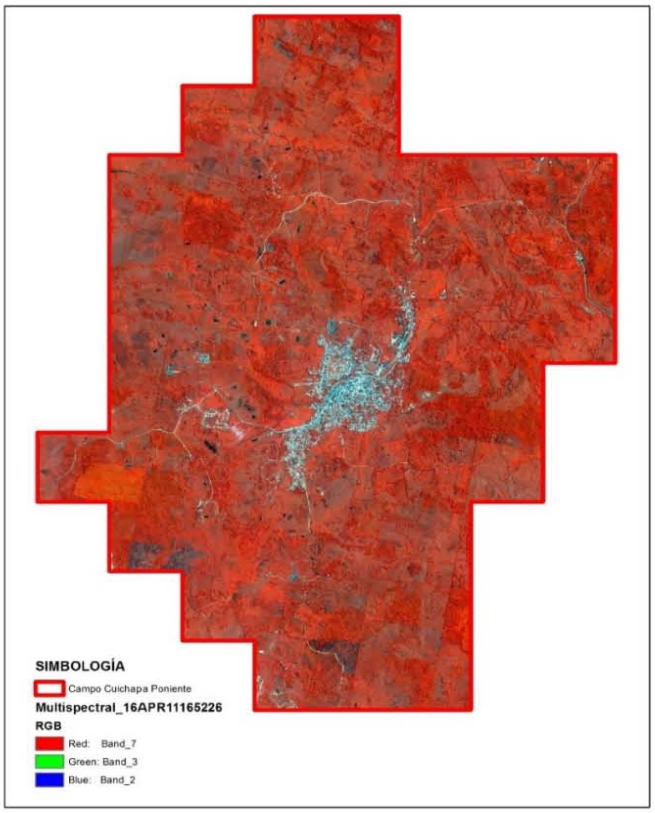


Figura 140. 732 (RGB) Combinación en falso color.

Apéndice 6. Procedimiento de uso del sistema de análisis de HC's Petroflag.

Procedimiento de ajuste y/o calibración.

El equipo se compone de un kit de reactivos para analizar 10 muestras las cuales incluyen reactivos para calibración del equipo, es decir se debe calibrar el equipo después de analizar 10 muestras o diariamente en su caso antes de su uso. El analizador PetroFlag viene calibrado desde fábrica con 50 factores de respuesta. Esta calibración es suficiente para empezar a correr pruebas; para obtener una óptima cuantificación, es recomendable que el medidor PetroFlag se calibre cada 10 análisis o, por lo menos, diario.

El analizador PetroFlag almacena dos ecuaciones de calibración independientes en su memoria. Permite al usuario almacenar una "calibración con reactivos" y una "calibración con suelo". Cada una de las calibraciones tiene una designación distinta, "rC" (calibración con reactivos) o "SC" (calibración con suelo).

El procedimiento de calibración se realiza de acuerdo a lo indicado en el Manual del fabricante y con los reactivos incluidos en el kit del equipo Petroflag.

Procedimiento bajo el cual opera el equipo para obtener datos con el grado de confianza requerido para la prueba que se aplica.

El sistema analítico utilizado es aprobado por la U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental Americana) y corresponde a US. EPA SW- 846 Method 9074 método turbidimetría, consiste básicamente en un fotómetro, es decir, es un analizador óptico que determina el grado de turbidez de la solución preparada. Este es capaz de medir la intensidad que posee la luz que ha sido dispersada a unos 90 grados, cuando pasa por la muestra a analizar un rayo de luz, de tal forma que el hidrocarburo presente en la muestra es extraído del suelo y disuelto en el reactivo del equipo generando un grado de turbidez que será leído por el instrumento para determinar la concentración aproximada del contaminante en el suelo analizado.

Validación de los datos.

La muestra en proceso se coloca en un turbidímetro que ha sido calibrado (Petroflag) usando un blanco y un estándar de calibración. Un haz de luz amarilla a 585 nm se pasa a través de la muestra y la dispersión de la luz a través de la suspensión a 90º midiéndose. La concentración del total de hidrocarburos de petróleo presentes se calcula en relación con la curva estándar. Cualquiera de las dos curvas de calibración identificadas como, "rC" (calibración con reactivos) o "SC" (calibración con suelo), pueden ser seleccionadas del Menú Principal del equipo, utilizando una de las curvas de calibración y el factor de respuesta puede seleccionarse.

Toma de lecturas.

Después de la calibración la pantalla mostrará la curva de calibración y factor de respuesta seleccionados. El equipo está listo para recibir la primera muestra. Insertar el vial de la muestra presionar READ, el equipo analizará la muestra y mostrará el resultado en partes por millón (ppm), el cual se anotará en la bitácora de toma de muestra y resultados.

Alcance del método.

El rango lineal del sistema PetroFlag es de 20 – 1000 ppm para la mayoría de los hidrocarburos. Para concentraciones hasta 1000 ppm la precisión de la cuantificación es de 10% ± 5 ppm. Para hidrocarburos ligeros el rango lineal se extiende hasta 2000 ppm con precisión del 20%. Con el fin de obtener resultados precisos por análisis, con factor de respuesta de 8 o mayor, las muestras con lecturas arriba de 1000 ppm tienen que ser reanalizadas utilizando una muestra de 1 gramo. El resultado es multiplicado por 10 para obtener la concentración real de la muestra.

El instrumento es más sensible a hidrocarburos pesados que a ligeros, aunque permite seleccionar el factor de respuesta en función del tipo de hidrocarburo que por investigación previa se encuentra en la muestra (gasolina, gasóleo, fuel, fluido hidráulico, etc.). El propio analizador compensa el factor de respuesta a cada análisis, corrigiendo la concentración final en ppm. Un factor decisivo del método químico de determinación seleccionada es la eficacia en la extracción de la muestra.

Control de calidad del equipo utilizado, mantenimiento, última fecha de calibración o ajuste y bitácora de equipo.

El equipo se compone de un kit de reactivos para analizar 10 muestras las cuales incluyen reactivos para calibración del equipo, es decir se debe calibrar el equipo después de analizar 10 muestras o diariamente en su caso antes de su uso. El analizador PetroFlag viene calibrado desde fábrica con 50 factores de respuesta. Esta calibración es suficiente para empezar a correr pruebas; para obtener una óptima cuantificación, es recomendable que el medidor PetroFlag se calibre cada 10 análisis o, por lo menos, diario.

El analizador PetroFlag almacena dos ecuaciones de calibración independientes en su memoria. Permite al usuario almacenar un “calibración con reactivos” y una “calibración con suelo”. Cada una de las calibraciones tiene una designación distinta, “rC” (calibración con reactivos) o “SC” (calibración con suelo).

El procedimiento de calibración se realiza de acuerdo a lo indicado en el Manual del fabricante y con los reactivos incluidos en el kit del equipo Petroflag. En la bitácora de mantenimiento de equipo, se registra la fecha de calibración del equipo y en su caso mantenimiento preventivo o correctivo.

Un factor decisivo del método químico de determinación seleccionada es la eficacia en la extracción de la muestra. El sistema utilizado no contiene disolventes clorados ni fluorados y además la eficacia de la extracción no se ve afectada por la presencia de humedad en la muestra analizada hasta en un 15%.

Cuando las muestras presenten humedades > 15 % de acuerdo a las instrucciones contenidas en el Manual del Introducción al Sistema de Análisis de Hidrocarburos PetroFLAG®, en algunos suelos con alto contenido de agua, la respuesta PetroFLAG se reducirá tanto por la pobre eficiencia de la extracción del analito y una dilución simple. En estos suelos, el efecto del contenido de agua sobre la eficiencia de la extracción a veces se puede reducir mediante la adición de sulfato de sodio anhidro.

Para el tratamiento de tales suelos con sulfato de sodio, se pesará la cantidad apropiada de muestra de suelo (10 gramos para un análisis estándar) seguido de la adición de hasta 10 gramos de sulfato de sodio anhidro. Mezclar el sistema a fondo por agitación hasta que se forma una mezcla que fluye libremente. Añadir el disolvente de extracción a partir de una ampoyeta de ruptura superior y luego, seguir el procedimiento de análisis estándar.

Apéndice 7. Formaciones geológicas conforme el Servicio Geológico Minero. Carta Geológico–Minera Minatitlán E15-7.

- Formación Paraje Solo.

Historia nomenclatural de la unidad. Esta unidad fue estudiada por primera vez por Lesniak (1924 *en* López- Ramos, 1979), en la región de Paraje Solo, dentro del municipio de Moloacán, Veracruz. Posteriormente, Gibson (1936) propone el término Paraje Solo para rocas del Mioceno Medio que afloran al norte de Potrerillos en la región de Jaltipan.

Localidad tipo. No establecida por Lesniak (1924) ni por Gibson (1936); sin embargo, López-Ramos (1979) toma como localidad tipo de esta unidad la secuencia que estudió Lesniak (1924); la cual se encuentra a unos 10 km al sureste de Moloacán, Veracruz, sobre el camino que va de Tacuilolapa a Cuixapan en un tramo que está inmediatamente al poniente y suroeste del Cerro de Acalapa. Asimismo, menciona que una de las secciones más completas expuesta a lo largo de la vía, entre los kms 7 y 12, estudiada por Lesser (1943) podrían considerarse una segunda localidad tipo.

Comentarios adicionales. Tomando en cuenta lo establecido en el Código de Nomenclatura Estratigráfica, la primera localidad citada arriba podría ser considerada su localidad tipo, ya que fueron las rocas que el autor (Lesniak, 1924) tomo de referencia, y la segunda localidad podría corresponder a una sección de referencia (lectoestratotipo de ISSC, 1976) ó sección de referencia principal (neoestratotipo de ISSC, 1976) y no como una segunda localidad tipo, lo cual no está establecido como tal en el Código.

Descripción litológica. Según la descripción de Lesniak (1924 *en* López-Ramos, 1979) esta unidad consiste de areniscas masivas, arcillas arenosas y miembros ligniticos intercalados. Por su parte, Gibson (1936) documenta que está compuesta por areniscas de colores grises, verdes-amarillentas y pardas, con intercalaciones de lignito y lentes de grava. Posteriormente, Castillo-Tejero (1955) señala que esta unidad en el sureste de Moloacán, es posible distinguir dos partes, superior e inferior; la superior formada de areniscas de grano grueso a fino, de color gris a gris pardo, interestratificadas con arcillas color gris-azul más o menos carbonáceas, con lechos de lignita con más de 50 cm de espesor en ocasiones y conteniendo hojas fósiles y restos de vegetales carbonizados; a las cuales llamo “Series Ligniticas” de Paraje Solo. En la parte inferior de dichas series existen lechos fosilíferos con gasterópodos y pelecípodos (principalmente ostreas) y gran cantidad de ceniza volcánica. La parte inferior compuesta por areniscas compactas de grano grueso, color gris a gris pardo intercaladas con arcilla, seguida de un lecho fosilífero y después arenisca de grano grueso laminas con arcillas y material lignitico. Pérez-Rincón (1959) menciona que está constituida por una serie de cuerpos de arena color gris claro, de grano fino a

muy grueso, unos angulosos y otros redondeados; hay intercalaciones delgadas de lutitas carbonosas y restos de plantas. Predominan los granos de cuarzo y en cantidad subordinada se encuentra pirita, óxidos de hierro, lignita y fragmentos de conchas. Por su parte Pemex (1988) mencionan que consiste de una alternancia de arenas de cuarzo, de color gris claro, de grano fino a grueso, ligeramente compactas, que alternan con lutitas gris verdoso y gris claro, es común la presencia de lechos de lignito de más de 50 cm de espesor. Además de capas de arenas fosilíferas con gasterópodos y pelecípodos y una gran cantidad de ceniza volcánica.

Espesores. El espesor registrado para la unidad Paraje Solo es variable, dentro de un promedio de 800 m (Castillo-Tejero, 1955). Lo anterior se ve evidenciado en estudios posteriores, donde registran espesores de 500 m (Pérez-Rincón, 1959), 300 a 600 m (Benavides, 1956), 600 m (PEMEX, 1988), y de 1000 a 3000 m (Aguilera-Martínez *et al*., 2003a). En subsuelo, en algunos pozos petroleros de la cuenca Salina se le han encontrado con un desarrollo mucho mayor, alcanzando en el Pozo petrolero Arroyo Prieto 1, hasta 1400 m (Benavides, 1956).

Distribución. Gibson (1936) menciona que las rocas del Mioceno Medio solo se encuentran aflorando al norte de Potrerillos, en la región de Jaltipan. Las rocas de esta unidad se distribuyen en la parte norte de la Cuenca Salina del Istmo, oriente del Río Coatzacoalcos (Benavides, 1956); en la Cuenca de Veracruz, Cuenca del Sureste, aflorando en la porción media desde el oriente del Río Coatzacoalcos hasta la región de Macuspana, Tabasco (PEMEX, 1988). De manera particular se ha registrado en regiones de Paraje Solo, Acalapa, Gavilán, Punta Gorda, Tonalá (Castillo-Tejero, 1955), Moloacán, Ixhuantlán (Castillo-Tejero, 1955; Aguilera-Martínez *et al*., 2003b), La Esperanza, Nuevo Teapa y El Chopo (Aguilera-Martínez *et al*., 2003b). En subsuelo se le ha identificado en los pozos petroleros de la parte sur de la Cuenca de Veracruz, en la parte de la planicie costera del golfo entre el puerto de Veracruz y el Macizo de San Andrés Tuxtla (López-Ramos, 1979).

Relaciones estratigráficas. El contacto inferior es registrado con la Formación Filisola (Castillo-Tejero, 1955; Benavides, 1956; PEMEX, 1988; Aguilera-Martínez *et al*., 2003a, 2003b) o con la Formación Concepción (Castillo-Tejero, 1955; PEMEX, 1988). El contacto superior es concordantemente por la formación Cedral (Aguilera-Martínez *et al*., 2003a, 2003b); y discordante con la Formación Agueguexquite (Castillo-Tejero, 1955; Benavides, 1956; PEMEX, 1988). Localmente en la Cuenca del Sureste, se observa en discordancia bajo los conglomerados de la Formación Acalapa, en la Cuenca de Veracruz, la parte superior de esta formación esta erosionada y cubierta por arenas y gravillas recientes sin nombre formacional.

Contenido paleontológico. Según Gibson (1936) los fósiles consisten de ostreas y gasterópodos, siendo de interés mencionar la presencia de *Scapharca patricia* en los estratos, los cuales se toma como índice o referencia. Los foraminíferos son escasos, y no se conocen ningún fósil característico; se pueden encontrar de manera esporádica a *Elphidium incertum*, *E.* **aff.** *fichtelianum*, *E. poeyanum*, *Eponides antillarum*, *Pyrgo depressa, Sigmoilina tenuis, "Rotalia" becarii* (Castillo-Tejero,

1955). En la parte inferior de la formación aparecen microfósiles como *Amphistegina lessonii* (Pérez-Rincón, 1959). López- Ramos (1979) y personal de PEMEX (1988) argumentan que dentro de la macrofauna encontrada en esta unidad se tiene pelecípodos: *Ostrea*, *Corbula*, *Andara*, *Arca*, *Pecten*, y gasterópodos: *Fulgur*, *Melania*, *Alectryon*, *Turritela*, *Drilla*, *Neritica*, *Anachis*, *Cerithiospis*.

Edad. Gibson (1936) y Castillo-Tejero (1955) la asignan al Mioceno Medio. López-Ramos (1979) menciona que se le considera como la parte superior del Mioceno Medio de la Cuenca Salina del Istmo; por su relación con la Formación Agueguexquite. Posteriormente, PEMEX (1988) explican que la edad de la formación Paraje Solo, se considera Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior, de acuerdo al orden depositacional de las unidades Concepción Superior y Filisola. Por su parte, Aguilera-Martínez *et al*. (2003a) documentan que por posición estratigráfica se considera de edad Plioceno. Tomando en cuenta que hay controversias en la edad asignada a esta unidad, en este análisis se considera la edad más antigua y más joven documentada por los diferentes autores, en espera de estudios más detallados que permitan determinar con mayor precisión su edad.

Ambiente de depósito. De manera general, se ha interpretado un ambiente de depósito de aguas someras y salobres (Lesniak, 1924 *en* López-Ramos, 1979; Gibson, 1936; Castillo-Tejero, 1955; Aguilera-Martínez *et al*., 2003a), debido a la presencia de fósiles de agua salobre, lignita, ramas fósiles y madera carbonizada bien conservada (Lesniak, 1924 *en* López-Ramos, 1979); aunque en la parte oriental del río Coatzacoalcos se presentan facies de agua dulce (Gibson, 1936). Por su parte, personal de PEMEX (1988) menciona que, por su contenido litológico, fosilífero y posición estratigráfica se interpreta como un ambiente de facies deltaicas.

Correlación. Se correlaciona con la Formación Zarzagal del área oriental de la Cuenca del Sureste (López- Ramos, 1979; PEMEX, 1988).

Importancia económica. Benavides (1956) justifica que el horizonte lignitico de esta unidad es productor de petróleo en el campo de El Plan. Por otro lado, personal de PEMEX (1988) señalan que los cuerpos arenosos de la formación Paraje Solo son productores de aceite en la Cuenca del Sureste.

- Formación Cedral.

Historia nomenclatural de la unidad. No se sabe a ciencia cierta quien realiza la propuesta de esta unidad; el primer trabajo publicado que se tiene conocimiento es el de Gibson (1936), quien la menciona utilizando el término serie Cedral para el Mioceno Superior; sin realizar ninguna descripción, ni mención del lugar donde aflora. Posteriormente, Castillo-Tejero (1955) utiliza el término Formación Cedral para una secuencia de arenas, arcillas y conglomerados del Mioceno Superior; sin embargo, no hace ninguna alusión a una propuesta como tal.

Localidad tipo. No establecida por Gibson (1936) ni Castillo-Tejero (1955). De acuerdo a Benavides (1956) y López-Ramos (1979), la localidad tipo se encuentra en la parte central norte de la Cuenca Salina del Istmo, entre los campos petroleros de Acalapa y El Plan, 38 km al SE de Coatzacoalcos, Veracruz; sin embargo, no especifican quien propone dicha localidad tipo.

Descripción litológica. Esta unidad está constituida de manera general por arenas, arcillas y conglomerados (Castillo-Tejero, 1955; López-Ramos, 1979), con colores abigarrados, predominando el color rojo amarillento y a veces gris; con algunos espesores delgados de arcilla plástica gris azuloso (López - Ramos, 1979). En algunas regiones se han podido distinguir dos partes, una superior formada por cuerpos arcillosos alternados con arenas, en ocasiones lechos de gravas de color gris verde- azulado y capas de lignita color café y la inferior, formada por series de arenas con lechos de gravas (Castillo- Tejero, 1955). En otras localidades se ha documentado la presencia de arenas de grano fino a grueso, de color gris claro con fragmentos de pirita y óxidos de hierro, e intercalaciones de material arcilloso lignítico (Pérez-Rincón, 1959); cuerpos arenosos en ocasiones lenticulares, de grano medio a grueso, arcillas de color gris y café, conglomerados rojizos (Aguilera-Martínez *et al*., 2003a); así como, alternancia de arenisca con pequeñas capas de lutita semidura, toba riolítica, arenisca conglomerática y arenas cuarcíferas, en su base se encuentran generalmente clastos gruesos de cuarzo y rocas ígneas (Islas-Tenorio *et al*., 2004).

Espesores. Los espesores registrados para esta unidad varían de 150 m (Castillo-Tejero, 1955), de 300 a 500 m (PEMEX, 1988; López-Ramos, 1979), 500 m (Pérez-Rincón, 1959) y de 500-600 (Benavides, 1956).

Distribución. Esta unidad se encuentra distribuida en la porción media occidental de la Cuenca del Sureste, al oriente y sureste de la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz (PEMEX, 1988); particularmente en el sureste de dicha ciudad, aflora en una superficie de unos 600 km^2 hasta el Río Tonalá (López-Ramos, 1979). De manera particular se ha registrado en las cercanías de Acalapa; Ferrocarril del Sureste, km. 35 al 40 (Castillo-Tejero, 1955), entre los campos petroleros de Acalapa y el plan, al noroeste y sur franco de la Ciudad de las Choapas (Aguilera-Martínez *et al*., 2003a), en los alrededores de los complejos petroquímicos de la Cangrejera y Morelos; asimismo, en los poblados El Colorado, Guillermo Prieto, Agua Dulce, El Corozal y Cedral (Aguilera-Martínez *et al*., 2003b). En el estado de Tabasco se ha reconocido en los alrededores de los poblados de Tamulte y Ocuiltzapotlán, y al oriente de Cunduacan (Aguilera-Martínez *et al*., 2003b), en la parte norte y noroeste de Villahermosa, encontrándose sus mejores afloramientos en Chontalpa y Reforma (Islas-Tenorio *et al*., 2004).

Relaciones estratigráficas. Su contacto inferior es en general normal sobre la formación Agueguexquite (Castillo-Tejero, 1955; López-Ramos, 1979; PEMEX, 1988); en tanto que el contacto superior está erosionado y cubierto por suelos y

gravillas del reciente (PEMEX, 1988), o bien es cubierta ocasionalmente por el Conglomerado Acalapa (López-Ramos, 1979; PEMEX, 1988). Este contacto superior ha sido también registrado concordante con la formación Paraje Solo (Aguilera-Martínez *et al.,* 2003a), y discordante con las formaciones Filisola y Concepción (Islas-Tenorio *et al*., 2004).

Contenido paleontológico. Esta unidad se caracteriza prácticamente por ausencia de fósiles, se registra únicamente y en forma muy esporádica a *Rotalia becarii*, algunas especies de *Elphidium* y muy escasa macrofauna (Castillo-Tejero, 1955), la cual comprende Moluscos (Pérez-Rincón, 1959).

Edad. Gibson (1936), Castillo-Tejero (1955) y López-Ramos (1979) asignan para la formación Cedral una edad de Mioceno Superior; sin embargo, personal de PEMEX (1988) documentan que en función del orden de depósito sobre la formación Agueguexquite, corresponde al Pleistoceno Superior; mientras que Aguilera-Martínez *et al.* (2003a) señalan que por posición estratigráfica esta unidad se considera que probablemente pertenece al Plioceno-Pleistoceno.

Ambiente de depósito. Benavides **(**1956) y Personal de PEMEX (1988) indican que las rocas de la formación Cedral se depositaron en un ambiente de origen deltaico, o de medio ambiente palustre; mientras que Aguilera-Martínez *et al*. (2003a, 2003b) e Islas-Tenorio *et al*. (2004) mencionan que por sus características litológicas se trata de sedimentos depositados en un medio transicional-continental, en un franco periodo regresivo.

Correlación. Esta unidad se correlaciona con la Formación Belem de la Cuenca del Sureste (PEMEX, 1988) y con la formación Paraje Solo de la Cuenca de Veracruz (Islas-Tenorio *et al*., 2004).

Importancia económica. Islas-Tenorio *et al*. (2004) mencionan que el material que conforma esta unidad es utilizado por la industria de la construcción para el revestimiento de carreteras.

Reciente. Está conformado por arenas arcillosas, arenas y gravas en el lecho de los ríos y en las zonas de poco relieve.

Apéndice. 8 Lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo en la Región Coatzacoalcos.

Tabla 165. Lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo en la Región Coatzacoalcos.

No.	Establecimiento	Sector (Ramo)	Actividad principal	Municipio	Emisión o Transferencia afecta a:
1	Aguas tratadas de Minatitlán	Otros	Tratamiento de aguas	Minatitlán	Agua
2	Aquaquim S. A. de C. V.	Química	Productos para tratamiento de aguas	Coatzacoalcos	Aire
3	Arkema México S. A. de C. V.	Química	Peróxidos orgánicos, peróxido de di-isononanolio, peroxidicarbonato de di-2-etil-exilo, peroxiacetato de terbutilo, peroxipivalato de terbutilo, peroctato de t-butilo, terbutil peroxi 3-5-5 trimetil hexanoato, peroxiacetato de teramilo.	Ixhuatlán del Sureste	Agua/Aire
4	Bachoco, S. A de C. V.	Alimenticio y/o de consumo humano	Producción, engorda y venta de pollo vivo y procesado; producción y venta de alimentos balanceados para animales.	Coatzacoalcos	Suelo (metales)
5	Clariant México S. A. de C. V.	Química	Producción de especialidades químicas	Coatzacoalcos	Suelo (metales)
6	Complejo Petroquímico Cosoleacaque	Petróleo y petroquímica	Fabricación de xilenos	Cosoleacaque	Agua (metales) / Aire (GEI y HAP's)
7	Complejo Petroquímico Morelos	Petróleo y petroquímica	Fabricación de polietileno-polipropileno, polietileno, etileno, óxido de etileno, propileno, glicoles, acrilonitrilo y acetocianhidrina.	Coatzacoalcos	Agua (metales) / Aire (GEI)
8	Complejo Petroquímico Pajaritos	Petróleo y petroquímica	Fabricación de monómero de cloruro de vinilo y ácido clorhídrico.	Coatzacoalcos	Aire/ Agua
9	Cryoinfra S. A. de C. V.	Química	Fabricación de gases industriales	Coatzacoalcos	Agua
10	Dak Resinas Américas México, S. A. de C. V.	Química	Resinas (PET)	Cosoleacaque	Aire
11	Fabricante y Comercializadora Beta S. A. de C.V.	Petróleo y petroquímica	Producción de etoxilados, éteres celulósicos y alcanos ligeros.	Coatzacoalcos	Aire
12	Fefermex S. A. de C. V.	Química	Producción de fenol, acetona, alfa metil estireno, manufactura de productos intermedios como ácido sulfúrico.	Cosoleacaque	Agua (metales)
13	Grupo Celanese, S. de R. L. de C. V.	Petróleo y petroquímica	Acetato de vinilo, anhídrido acético, metilaminas, dimetilformamida, acido acrílico, acetato de etilo, acrilato de metilo, acetato de isopropilo, oxido de mesitilo, alcohol diacetona, hexilenglicol, metil isobutil carbinol, metil isobutil cetona	Coatzacoalcos	Agua (metales)/ Aire

No.	Establecimiento	Sector (Ramo)	Actividad principal	Municipio	Emisión o Transferencia afecta a:
14	Hospital General Agua Dulce de Petróleos Mexicanos	Servicios de salud y de asistencia	Servicios de salud y de asistencia	Agua Dulce	Agua (metales)
15	Hospital General Nanchital de Petróleos Mexicanos	Servicios de salud y de asistencia	Servicios de salud y de asistencia	Nanchital de Lázaro Cárdenas	Agua (metales)
16	Industria Química del Istmo S. A de C. V. (CYDSA)	Química	Producción de cloro líquido, sosa líquida grado rayón, sosa en escamas e hipoclorito de sodio.	Coatzacoalcos	Agua (metales)/Aire (GEI y metales)
17	Industrias Derivadas del Etileno S. A. de C. V.	Petróleo y petroquímica	Producción de aminas y glicoles etilénicos.	Coatzacoalcos	Agua/Aire
18	Innophos Fosfatados de México S. de R. L. de C. V.	Química	Producción de ácido fosfórico y fosfatos.	Coatzacoalcos	Agua (metales)/ Aire (GEI)
19	Mexichem Derivados, S.A. de C.V. Planta Coatzacoalcos (Petroquímica Mexicana de Vinilo, S. A. de C. V.)	Química	Producción de monómero de vinilo, cloro, sosa cáustica e hipoclorito de sodio.	Coatzacoalcos	Agua (metales)/Aire (GEI y metales)
20	Minsa, S. A. de C. V.	Alimenticio y/o de consumo humano	Fabricación de harina de maíz nixtamalizada.	Jaltipan	Agua (metales)/ Aire (GEI)
21	Nitrosur S. A. de C. V.	Química	Fertilizantes	Cosoleacaque	Aire (GEI)
22	Oxiteno México S.A. de C.V.	Química	Fabricación de tensoactivos no iónicos, ésteres, tensoactivos aniónicos y sulfatados y sulfonados.	Coatzacoalcos	Aire (HAP'S, GEI) /Agua (metales)
23	Pemex Exploración y Producción C.A.E. Domos Salinos Tuzandepetl	Petróleo y petroquímica	Separación de la fase gas-líquido del petróleo crudo	Ixhuatlán del Sureste	Aire (GEI)
24	Pemex Exploración y Producción Centro Comercializador de Crudo Palomas	Petróleo y petroquímica	Separación de la fase gas-líquido del petróleo crudo	Coatzacoalcos	Aire (GEI)
25	Pemex Exploración y Producción Estación de Compresión Cuichapa	Petróleo y petroquímica	Separación de la fase gas-líquido del petróleo crudo	Moloacán	Aire (GEI)
26	Pemex Exploración y Producción Estación Provisional de Separación Rabasa	Petróleo y petroquímica	Separación de la fase gas-líquido del petróleo crudo	Agua Dulce	Aire

No.	Establecimiento	Sector (Ramo)	Actividad principal	Municipio	Emisión o Transferencia afecta a:
27	Pemex Exploración y Producción Planta Deshidratadora Ágata	Petróleo y petroquímica	Separación de la fase gas-líquido del petróleo crudo	Ixhuatlán del Sureste	Aire (GEI)
28	Pemex Gas y Petroquímica Básica C.P.G.	Petróleo y Petroquímica	Enfriamiento de gas dulce, fraccionamiento y recuperación de azufre.	Coatzacoalcos	Agua (metales)/Aire (metales y GEI)
29	Pemex Gas y Petroquímica Básica C.P.G. Área Coatzacoalcos Sector T.R.P.	Petróleo y petroquímica		Coatzacoalcos	Agua (metales y cianuro)
30	Pemex Gas y Petroquímica Básica Sector Ductos Minatitlán	Petróleo y petroquímica	Transporte de HC's	Minatitlán	Suelo (metales y cianuro) / Aire
31	Pemex Petroquímica Complejo Petroquímico Cangrejera	Petróleo y petroquímica	Fabricación de alcanos, alquenos, arenos, aldehidos, alcoholes y gasolinas	Coatzacoalcos	Agua (metales)/ Aire (metales y GEI)
32	Pemex Refinación Refinería General Lázaro Cárdenas	Petróleo y petroquímica	Fabricación de productos químicos básicos orgánicos, isopentano y pentano	Minatitlán	Agua (metales)/ Aire (metales y GEI)
33	Pemex Refinación Subgerencia de Transporte por Ducto Sureste Sector Minatitlán	Petróleo y petroquímica	Transporte de HC's	Minatitlán	Suelo (metales)/ Aire (GEI)|
34	Pemex Refinación Terminal de Almacenamiento y Reparto Pajaritos	Petróleo y petroquímica	Almacenamiento y reparto	Coatzacoalcos	Aire (GEI, HAP's)
35	Pemex Refinación Terminal Marítima Pajaritos	Petróleo y Petroquímica		Coatzacoalcos	Aire (GEI, HAP's) /Agua (metales)
36	Praxair México S. de R. L. de C. V.	Química	Producción de nitrógeno y oxígeno y argón.	Coatzacoalcos - Minatitlán	Agua (metales)/ Aire (GEI)
37	Sales del Istmo S. A. de C. V.	Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	Producción de sal comestible e industrial.	Coatzacoalcos	Aire (GEI)/ Agua (metales)
38	Soluciones Químicas para el Campo y la Industria, S. A. de C. V.	Química	Producción de fertilizantes nitrogenados urea, súper nitrato y formulas NPK; el ácido nítrico, el nitrato de amonio y el ácido sulfúrico.	Minatitlán	Agua (metales)/ Aire (GEI)
39	Tereftalatos mexicanos, S.A. de C.V.	Química	Producción de ácido tereftalático purificado.	Cosoleacaque	Agua (metales)/ Aire (GEI)
40	Vopak México	Otros	Almacenamiento y manejo de productos líquidos a granel.	Coatzacoalcos	Aire (HAP's, GEI)

12. LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Coordenadas para el Área Contractual 7 Campo Cuichapa Poniente. Contrato No. CNH-R01-L03-A7/2015. 22
Tabla 2. Equipo empleado para el desarrollo de la Línea Base Ambiental del Campo Cuichapa Poniente. 32
Tabla 3. Calidad del agua. Parámetros y normas de referencia. 48
Tabla 4. Calidad del aire. Parámetros y normas de referencia. 50
Tabla 5. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país 53
Tabla 6. Estaciones meteorológicas utilizadas para el cálculo del factor R del Campo Cuichapa Poniente. 54
Tabla 7. Valores del Factor K, para cada tipo de suelo, según la clasificación de FAO. 55
Tabla 8. Valores de K para cada unidad edafológica en el Campo Cuichapa Poniente. 56
Tabla 9. Valores del factor C. 64
Tabla 10. Valores de C para usos de suelo y vegetación del Campo Cuichapa Poniente. 64
Tabla 11. Valores de erosión hídrica e intervalos de clases propuestas por Wischmeier y Smith. 66
Tabla 12. Estaciones meteorológicas utilizadas para el cálculo de la precipitación anual del Campo Cuichapa Poniente. 67
Tabla 13. Bandas que componen la imagen espectral. 76
Tabla 14. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Estético – Espacial. 93
Tabla 15. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Ambiental. 94
Tabla 16. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Social. 95
Tabla 17. Matriz de apoyo para evaluar el aspecto Territorial. 96
Tabla 18 .Categorías para la valoración del paisaje. 96
Tabla 19. Componentes y factores ambientales afectados. 98
Tabla 20. Significado de los atributos reconocidos para la valoración de la incidencia del daño ambiental. 99
Tabla 21. Códigos por atributo. 101
Tabla 22. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados. 102
Tabla 23. Bandas que componen la imagen satelital. 109
Tabla 24. Porcentaje de probabilidad de asignación de los polígonos de entrenamiento. 111
Tabla 25. Matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados. 128
Tabla 26. Formato F-SEA-011. Tabla de resultados de análisis por sistema Petroflag. 132
Tabla 27. Registro de pasivos ambientales verificados mediante recorridos. 135
Tabla 28. Tipo de contaminante a considerar para el análisis de hidrocarburos. 136
Tabla 29. Métodos de laboratorio para pruebas en suelos. 138

Tabla 30. Métodos de laboratorio para pruebas en agua. 139
Tabla 31. Ejemplo de tabla comparativa para evaluación de resultados. 141
Tabla 32. Valores estimativos de constante dieléctrica y atenuación para diferentes materiales y litologías y materiales a 100 MHZ. 151
Tabla 33. Inventario de pozos petroleros en el Campo Cuichapa Poniente, de acuerdo al Anexo 5. Inventario de Activos del Contrato No. CNH-R01-L03-A07/2015. 166
Tabla 34. Relación de pozos duplicados y no considerados en las visitas de pozos en el Campo Cuichapa Poniente por parte de GBN-AS. 169
Tabla 35. Pozos visitados por GBN-AS durante recorridos de campo en el Campo Cuichapa Poniente. 169
Tabla 36. Pozos localizados fuera del límite territorial del Campo Cuichapa Poniente durante recorridos de campo GBN-AS. 169
Tabla 37. Relación de pozos y su estatus, visitados por personal de GBN-AS en el Campo Cuichapa Poniente. 170
Tabla 38. Instalaciones petroleras identificadas a nivel regional y su interacción con el Campo Cuichapa Poniente. 181
Tabla 39. Instalaciones visitadas en el Campo Cuichapa Poniente durante los recorridos de campo realizados por GBN-AS. 184
Tabla 40. Relación de ductos identificados a nivel regional, con interacción directa en el Campo Cuichapa Poniente. 192
Tabla 41. Relación de ductos identificados dentro del área territorial del Campo Cuichapa Poniente, del Inventario, proporcionado por la CNH. 193
Tabla 42. Tipo de ductos y su estatus operativo con base en las visitas de campo realizadas por GBN-AS en el el Campo Cuichapa Poniente. 193
Tabla 43. Relación de ductos visitados en el Campo Cuichapa Poniente durante recorridos de GBN-AS. 194
Tabla 44. Relación de Infraestructura de apoyo y/o servicios asociada a instalaciones petroleras, identificada por personal de GBN-AS en el Campo Cuichapa Poniente. 198
Tabla 45. Unidades administrativas de petróleos mexicanos ubicadas en el Campo Cuichapa Poniente. 199
Tabla 46. Relación de Infraestructura no asociada a instalaciones petroleras, identificada por personal de GBN-AS en el Campo Cuichapa Poniente. 200
Tabla 47. Superficies por tipo de roca dentro del Campo Cuichapa Poniente. 210
Tabla 48. Superficies por tipo de suelo dentro del Campo Cuichapa Poniente. 231
Tabla 49. Superficies por tipo de clima dentro del Campo Cuichapa Poniente. 242
Tabla 50. Estaciones climatológicas cercanas al Campo Cuichapa Poniente. 244
Tabla 51. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación La Cangrejera. 244
Tabla 52. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación Tancochapa. 244
Tabla 53. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación Minatitlán. 245
Tabla 54. Precipitación mensual en mm de las estaciones climatológicas. 245
Tabla 55. Evaporación en mm de las estaciones climáticas. 248

Tabla 56. Días con nubosidad durante el 2016. 249
Tabla 57. Eventos extremos. 249
Tabla 58. Huracanes y tormentas eléctricas que han afectado al estado de Veracruz. 251
Tabla 59. Humedad relativa de las estaciones INIFAP, Coatzacoalcos y Agua Dulce. 255
Tabla 60. Superficies por unidad de escurrimiento dentro del Campo Cuichapa Poniente. 266
Tabla 61. Superficies por unidad geohidrológica dentro del Campo Cuichapa Poniente. 271
Tabla 62. Disponibilidad media anual del acuífero Costera Coatzacoalcos (3012). 276
Tabla 63. Tipos de contaminantes atmosféricos. 277
Tabla 64. Valores de erosión actual en el Campo Cuichapa Poniente. 285
Tabla 65. Valores de erosión potencial en el Campo Cuichapa Poniente. 287
Tabla 66. Distribución de la infiltración pluvial del Campo Cuichapa Poniente. 291
Tabla 67. Valores de recarga al acuífero en el Campo Cuichapa Poniente. 291
Tabla 68. Equivalencias de los tipos de vegetación empleados en la Línea Base Ambiental. 296
Tabla 69. Uso de suelo y vegetación en el Campo Cuichapa Poniente. 297
Tabla 70. Atributos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de la selva alta perennifolia. 301
Tabla 71. Atributos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de la selva alta perennifolia con vegetación secundaria. 303
Tabla 72. Atributos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación de galería. 306
Tabla 73. Atributos del estrato herbáceo del popal. 308
Tabla 74. Atributos del estrato arbóreo y arbustivo de la vegetación secundaria. 309
Tabla 75. Riqueza de especies de las comunidades vegetales del Campo Cuichapa Poniente. 310
Tabla 76. Especies listadas con categoría de riesgo. 312
Tabla 77. Resumen de mamíferos registrados a nivel regional. 319
Tabla 78. Resumen de aves registradas a nivel regional. 320
Tabla 79. Resumen de reptiles registrados a nivel regional. 321
Tabla 80. Resumen de anfibios registrados a nivel regional. 321
Tabla 81. Sitios de muestreo para la observación de especies faunísticas en el Campo Cuichapa Poniente. 322
Tabla 82 .Fauna registrada en el Campo Cuichapa Poniente. 327
Tabla 83. Frecuencia relativa por grupo faunístico en el Campo Cuichapa Poniente. 330
Tabla 84. Número de individuos avistados y métodos de observación aplicados en el Campo Cuichapa Poniente. 331
Tabla 85. Frecuencia relativa de observación de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente. 331
Tabla 86. Frecuencia relativa de observación de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente. 332
Tabla 87. Frecuencia relativa de observación de aves en el Campo Cuichapa Poniente. 333
Tabla 88. Frecuencia relativa de observación de mamíferos en el Campo Cuichapa Poniente. 335
Tabla 89. Hábitats de los sitios de muestreo de acuerdo a los tipos de vegetación y usos de suelo del Campo Cuichapa Poniente. 337

Tabla 90. Índices de abundancia relativa de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente. 339
Tabla 91. Índices de abundancia relativa de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente. 340
Tabla 92. Índices de abundancia relativa de aves en el Campo Cuichapa Poniente. 341
Tabla 93. Resumen de especies con estatus de conservación registradas a nivel regional, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES 2016 y la Lista Roja de la UICN 2016-1. 344
Tabla 94. Especies con estatus de conservación registradas dentro del polígono del Campo Cuichapa Poniente, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES 2016 y la Lista Roja de la UICN 2016-1. 345
Tabla 95. Localidades incluidas en el Campo Cuichapa Poniente. 351
Tabla 96. Infraestructura educativa dentro del Campo Cuichapa Poniente. 352
Tabla 97. Viviendas habitadas y servicios en las localidades incluidas en el Campo Cuichapa Poniente. 352
Tabla 98. Infraestructura municipal dentro del Campo Cuichapa Poniente. 353
Tabla 99. Actividades económicas desarrolladas en el Campo Cuichapa Poniente. 354
Tabla 100. Unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos dentro del Campo Cuichapa Poniente. 358
Tabla 101. Procesos geomorfológicos de la llanura aluvial costera inundable. 373
Tabla 102. Características de los suelos presentes en el área de estudio. 378
Tabla 103. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 1. 390
Tabla 104. Valoración directa. Unidad Paisajística 1. 392
Tabla 105. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 1. 394
Tabla 106. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 2. 397
Tabla 107. Valoración directa. Unidad Paisajística 2. 398
Tabla 108. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 2. 401
Tabla 109. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 3. 404
Tabla 110. Valoración directa. Unidad Paisajística 3. 405
Tabla 111. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 3. 408
Tabla 112. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 4. 411
Tabla 113. Valoración directa. Unidad Paisajística 4. 412
Tabla 114. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 4. 415
Tabla 115. Valoración indirecta. Unidad Paisajística 5. 418
Tabla 116. Valoración directa. Unidad Paisajística 5. 419
Tabla 117. Comparación del método indirecto y el método directo. Unidad Paisajística 5. 422
Tabla 118. Localización geográfica de los sitios de muestreo de agua superficial. 427
Tabla 119. Parámetros analizados y normas de referencia. 432
Tabla 120. Resultados de los análisis de agua superficial. Campo Cuichapa Poniente. 434
Tabla 121. Resultados de los análisis de agua superficial para determinar presencia de plaguicidas y herbicidas. 435

Tabla 122. Localización geográfica de los sitios de muestreo de agua subterránea. 436
Tabla 123. Resultados de los análisis de agua subterránea. Campo Cuichapa Poniente. 443
Tabla 124. Localización geográfica de los sitios de monitoreo. Campo Cuichapa Poniente. 455
Tabla 125. Normatividad en materia de calidad del aire. 456
Tabla 126. Resultados de los monitoreo de calidad del aire. Campo Cuichapa Poniente. 459
Tabla 127. Componentes y factores ambientales. 464
Tabla 128. Matriz de identificación de daños (interacciones obra/actividad-entorno). 465
Tabla 129. Resumen de las interacciones (factores e impactos ambientales). 466
Tabla 130. Matriz de valoración y determinación del índice de incidencia. 469
Tabla 131. Matriz de jerarquización de impactos ambientales. 474
Tabla 132 Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor cantidad de suelos. 476
Tabla 133. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor calidad de suelos. 482
Tabla 134. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor estabilidad de relieve. 487
Tabla 135. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor calidad de la hidrología superficial. 488
Tabla 136. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor infiltración de agua. 492
Tabla 137. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor cobertura vegetal. 495
Tabla 138. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies vegetales. 501
Tabla 139. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 506
Tabla 140. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor biodiversidad 507
Tabla 141. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies animales. 510
Tabla 142. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 512
Tabla 143. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor hábitats 513
Tabla 144. Análisis de la significancia de los daños ambientales al factor biodiversidad. 515
Tabla 145. Resumen de actividades potencialmente contaminantes del suelo. 528
Tabla 146. Cantidad de sitios con potencial contaminación identificados en recorrido de instalaciones. 537
Tabla 147. Cantidad de sitios con potencial contaminación identificados por imagen satelital. 542
Tabla 148. Relación de expedientes PROFEPA CAMPO CUICHAPA y observaciones de los recorridos de campo. 544
Tabla 149. Resultados del análisis de documentos en gabinete y observaciones de los recorridos de campo. 546
Tabla 150. Cantidad de sitios potencialmente contaminantes identificados por encuesta 550
Tabla 151.Total de sitios potencialmente contaminantes identificados por recorridos de instalaciones (RI), imagen satelital (IS) y encuesta (EN). 552

Tabla 152. Llenado de Matriz de criticidad de sitios potencialmente contaminados, sitio RI_60. 558
Tabla 153. Sitios potencialmente contaminados con alta criticidad..... 560
Tabla 154. Lista de sitios potencialmente contaminados y resultados con análisis Petroflag. 569
Tabla 155. Cantidad total de sitios potencialmente contaminados identificados dentro del Campo Cuichapa Poniente. 579
Tabla 156. Cantidad total de sitios potencialmente contaminados identificados para caracterización por contaminación por HC´s..... 580
Tabla 157. Cantidad total de sitios potencialmente contaminados identificados para caracterización por contaminación por residuos peligrosos y BPC'S. 580
Tabla 158. Cantidad total de presas potencialmente contaminadas por HC´s..... 581
Tabla 159. Días efectivos para la realización del estudio de LBA en el Campo Cuichapa Poniente.. 581
Tabla 160. Estaciones climatológicas cercanas al Campo Cuichapa Poniente. 635
Tabla 161. Temperaturas máximas, medias y mínimas en °C de la estación Tierra Morada. 635
Tabla 162. Precipitación mensual en mm de las estaciones climatológicas. 635
Tabla 163. Actividades industriales potencialmente contaminantes del suelo. 637
Tabla 164. Características de las bandas espectrales de la imagen adquirida WorldView 2 641
Tabla 165. Lista de actividades potencialmente contaminantes del suelo en la Región Coatzacoalcos. 653

13. LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Delimitación del Campo Cuichapa Poniente en el Proyecto Ogarrio – Magallanes..... 23
Figura 2. Isoerosividad para la República Mexicana. 53
Figura 3. Cuadro de diálogo de ArcGIS 10.1, para seleccionar la interpolación de tipo Kriging. 54
Figura 4. Interpolación de los valores de R para el Campo Cuichapa Poniente. 55
Figura 5. Distribución del factor K en el Campo Cuichapa Poniente. 57
Figura 6. Pendientes en grados del Campo Cuichapa Poniente. 58
Figura 7. Factor F del Campo Cuichapa Poniente. 59
Figura 8. Factor M del Campo Cuichapa Poniente. 60
Figura 9. Dirección de flujo (Flow Direction) en el Campo Cuichapa Poniente. 60
Figura 10. Acumulación de flujo (Flow Acumulation) en el Campo Cuichapa Poniente. 61
Figura 11. Factor L del Campo Cuichapa Poniente. 62
Figura 12. Factor S del Campo Cuichapa Poniente. 63
Figura 13. Factor LS del Campo Cuichapa Poniente 63
Figura 14. Factor C del Campo Cuichapa Poniente. 65
Figura 15. Factor P del Campo Cuichapa Poniente. 66
Figura 16. Mapa de precipitación media del Campo Cuichapa Poniente. 68
Figura 17. Mapa de Evapotranspiración del Campo Cuichapa Poniente. 69
Figura 18. Mapa de infiltración pluvial en mm del Campo Cuichapa Poniente. 71
Figura 19. Distribución de los sitios de muestreo para los diferentes estratos, arbóreo (500 m^2), arbustivo (100 m^2) y herbáceo (1 m^2). 73
Figura 20. Segmentación de bandas. 78
Figura 21. Definición de sitios de entrenamiento. 80
Figura 22. Clasificación de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood classification). 81
Figura 23. Clasificación por segmentación. 82
Figura 24. Relación de expedientes PROFEPA Campo Cuichapa Poniente. 106
Figura 25. Condiciones ambientales del Campo Cuichapa Poniente de acuerdo al Resumen Ejecutivo Comisión Nacional de Hidrocarburos. 107
Figura 26. Segmentación de bandas. 110
Figura 27. Definición de polígonos de entrenamiento. 112
Figura 28. Ejemplo de información de los recorridos que se utilizó para la selección de polígonos de entrenamiento. 113
Figura 29. Resultado de la clasificación de máxima verosimilitud. 114
Figura 30. Resultado de la clasificación por segmentación. 115
Figura 31. Resultado de la clasificación final de la segmentación (polígonos rojos). 116

Figura 32. Depuración por zona de influencia, pozos referenciados por puntos negros, rojos y verdes y la zona de influencia en color amarillo. 117

Figura 33. Criterios para la clasificación de polígonos por la pendiente. 118

Figura 34. Clasificación de sitios potencialmente contaminados (SPC) por grados de inclinación del terreno. 119

Figura 35. Generación de fichas para visitas de campo. 120

Figura 36. Método de muestreo a tresbolillo. 130

Figura 37. Equipo Quantum Imager. 145

Figura 38. Ejemplificación de las ventajas de la triple frecuencia, sobre la simple y la doble frecuencia. 146

Figura 39. Ejemplo de traza de datos georadar. 148

Figura 40. Traza de datos georadar oportunamente filtrada y amplificada. 149

Figura 41. Ejemplo de radargrama filtrado y amplificado. 150

Figura 42. Ejemplo de anomalía hiperbólica generada por objetivos cilíndricos orientados transversalmente por respecto la dirección del perfil. 151

Figura 43. Software Seeker SPR Acquisition Software del georadar Quantum Imager. 154

Figura 44. Software 3D Imaging & Modeling, procesado de la información obtenida del georadar Quantum Imager. 155

Figura 45. Software Third party software, interpretación de la información obtenida del georadar Quantum Imager. 155

Figura 46. Correlación de la información de los análisis de laboratorio y los perfiles de georadar. 156

Figura 47. Ubicación pozos petroleros en el Campo Cuichapa Poniente, con base a coordenadas proporcionadas por la CNH. 167

Figura 48. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 01 - 12). 177

Figura 49. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 13 - 24). 178

Figura 50. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 25 - 31). 179

Figura 51. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de pozos petroleros localizados en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 32 - 39). 180

Figura 52. Localización de la infraestructura de producción identificada a nivel regional, con interacción en el CCP. 183

Figura 53. Porcentaje de verificación de condiciones físicas-operativas de instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 01 – 11). 186

Figura 54. Porcentaje de verificación de condiciones físicas-operativas de instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 12 – 23). 187

Figura 55. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de instalaciones petroleras tripuladas localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 24 – 31). 188

Figura 56. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras fuera de operación localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 01 – 11). 189

Figura 57. Porcentaje de verificación de condiciones físicas y operativas de instalaciones petroleras fuera de operación localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 12 – 23). 190
Figura 58. Porcentaje de verificación por presencia de contaminación de instalaciones petroleras fuera de operación localizadas en el Campo Cuichapa Poniente (Rubros 24 – 31). 191
Figura 59. Fisiografía. Campo Cuichapa Poniente. 209
Figura 60. Geología. Campo Cuichapa Poniente. 211
Figura 61. Perfil geológico del Campo Cuichapa Poniente. 214
Figura 62. Columna estratigráfica general de la Cuenca Salina del Istmo. 215
Figura 63. Cuencas petroleras de México. 216
Figura 64. Ubicación geográfica de la Cuenca Petrolera Sureste. 217
Figura 65. Límites geológicos de la Cuenca Petrolera Sureste. 217
Figura 66. Sección estructural tipo de la Provincia Salina del Istmo. 219
Figura 67. Tectónico estructural del sureste de México. 220
Figura 68. Geología, fallas y fracturas. 221
Figura 69. Fallas y fracturas. 222
Figura 70. Zonas sísmicas de México. 223
Figura 71. Fenómenos geológicos. 224
Figura 72. Faja Volcánica Transmexicana. 225
Figura 73. Edafología. Campo Cuichapa Poniente. 230
Figura 74. Climas. Campo Cuichapa Poniente. 243
Figura 75. Climograma Estación La Cangrejera. 246
Figura 76. Climograma Estación Tancochapa. 247
Figura 77. Climograma Estación Minatitlán. 247
Figura 78. Tormentas tropicales ocurridas en Veracruz cercanas al CCP. 253
Figura 79. Distribución de la dirección del viento en porcentaje (Coatzacoalcos/Minatitlán). 254
Figura 80. Hidrología superficial. Campo Cuichapa Poniente. 258
Figura 81. Microcuenca de inundación. Campo Cuichapa Poniente. 260
Figura 82. Perfil de elevación del arroyo Nexmegata, generado en el SIATL de INEGI. 261
Figura 83. Perfil de elevación del arroyo Tacalaxmacayas, generado en el SIATL de INEGI. 262
Figura 84. Áreas bajas susceptibles a inundación. Campo Cuichapa Poniente. 269
Figura 85. Hidrología subterránea. Campo Cuichapa Poniente. 272
Figura 86. Índice Veracruzano de Calidad del Aire 282
Figura 87. Distribución erosión actual. Campo Cuichapa Poniente 286
Figura 88. Distribución erosión potencial. Campo Cuichapa Poniente. 288
Figura 89. Distribución de recarga al acuífero (m^3/ha/año) en el Campo Cuichapa Poniente. 293
Figura 90. Uso de suelo y vegetación. Campo Cuichapa Poniente 298

Figura 91. Provincias Biogeográficas de México, de acuerdo al Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. 316

Figura 92. Regiones y Provincias Mastogeográficas de México, de acuerdo al Atlas Nacional de México 1990-1992. 317

Figura 93. Regiones y Provincias Herpetofaunísticas de México, de acuerdo al Atlas Nacional de México 1990-1992. 318

Figura 94. Porcentajes de distribución de especies por grupo faunístico en el Campo Cuichapa Poniente. 329

Figura 95. Frecuencia relativa expresada en % para cada grupo de acuerdo al número total de especies registradas en Campo Cuichapa Poniente. 330

Figura 96. Frecuencia relativa de observación de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %. 332

Figura 97. Frecuencia relativa de observación de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %. 333

Figura 98. Frecuencia relativa de observación de aves en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %. 335

Figura 99. Frecuencia relativa de observación de mamíferos en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %. 336

Figura 100. Abundancia relativa de anfibios en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %..... 339

Figura 101. Abundancia relativa de reptiles en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %. 340

Figura 102. Abundancia relativa de aves en el Campo Cuichapa Poniente expresada en %. 342

Figura 103. Delimitación de la Región Olmeca. 348

Figura 104. Unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. Campo Cuichapa Poniente. 359

Figura 105. Rutas migratorias de las aves. 369

Figura 106. Áreas sensibles – Geomorfología (deslizamientos). Campo Cuichapa Poniente. 374

Figura 107. Áreas sensibles – Suelos. Campo Cuichapa Poniente. 380

Figura 108. Áreas sensibles – Hidrología. Campo Cuichapa Poniente. 382

Figura 109. Áreas sensibles – Vegetación. Campo Cuichapa Poniente. 385

Figura 110. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 1. 389

Figura 111. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y puntos de muestreo en la Unidad Paisajística 1. 391

Figura 112. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 2. 396

Figura 113. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y sitios de muestreo ubicados en la Unidad Paisajística 2. 398

Figura 114. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 3. 403

Figura 115. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y sitios de muestreo de flora y fauna ubicados en la Unidad Paisajística 3. 405

Figura 116. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 4. 410

Figura 117. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras ubicadas en la Unidad Paisajística 4. 412

Figura 118. Aspectos a valorar en la Unidad Paisajística 5. 417

Figura 119. Valoración de paisaje realizada en los recorridos a las instalaciones petroleras y puntos de muestreo ubicados en la Unidad Paisajística 5. 419

Figura 120. Localización de los sitios muestreados. Hidrología superficial y subterránea. Campo Cuichapa Poniente. 454

Figura 121. Localización de sitios muestreados. Calidad del aire. Campo Cuichapa Poniente. 461

Figura 122. Diagrama de Flujo de actividades llevadas a cabo para la identificación de suelos potencialmente contaminados (fase 1). 526

Figura 123. Derrame de petróleo en el río Coatzacoalcos. 529

Figura 124. Derrame de petróleo con origen pozo Cuichapa 176, ubicado dentro del Campo Cuichapa Poniente. 530

Figura 125. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación RI_7. 533

Figura 126. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación RI_94. 535

Figura 127. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación RI_51. 537

Figura 128. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados en los recorridos de instalaciones. 538

Figura 129. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación IS_188. 542

Figura 130. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados por imagen satelital. 543

Figura 131. Ubicación satelital del sitio potencialmente contaminado con identificación EN_18. 550

Figura 132. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados por encuesta. 551

Figura 133. Imagen satelital del total de sitios potencialmente contaminados identificados en el Campo Cuichapa Poniente. 553

Figura 134. Diagrama de Flujo de actividades llevadas a cabo para la identificación de suelos potencialmente contaminados (fase II). 555

Figura 135. Soporte del análisis de 6 variables particulares para el sitio RI_60. 559

Figura 136. Imagen satelital de resultados de Petroflag para los sitios potencialmente contaminados identificados dentro del Campo Cuichapa Poniente. 576

Figura 137. Pre View de la imagen satelital World View 2. 640

Figura 138. Comparación de la respuesta espectral QuickBird, WV-1 y WV-2. 641

Figura 139. 432 (RGB) Combinación en color natural. 643

Figura 140. 732 (RGB) Combinación en falso color. 644

14. LISTA DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1. Implementación de estación olfativa para mamíferos carnívoros. 84
Fotografía 2. Estación olfativa activada para mamíferos carnívoros. 85
Fotografía 3. Cámara-trampa bushnell colocada en sitio estratégico para la captura fotográfica de fauna silvestre. 86
Fotografía 4. Cámara-trampa con fruta como atrayente. 86
Fotografía 5. Limpieza de los perfiles a medir con el Georadar Quantum Imager. 153
Fotografía 6. Verificación de los sistemas del Georadar Quantum Imager. 153
Fotografía 7. Instalación de estación total. 158
Fotografía 8. Nivelación de estación total. 159
Fotografía 9. Toma de lecturas con la Estación Total y el Prisma. 159
Fotografía 10. Formación Paraje Solo. Cerca de Batería Acapala 1. 212
Fotografía 11. Formación Cedral. Al norte de Batería Cuichapa 2. 213
Fotografía 12. Presencia de hundimientos de tierra en instalaciones. 226
Fotografía 13. Unidad de suelo Cambisol dentro del Campo Cuichapa Poniente. 232
Fotografía 14. Unidad de suelo Luvisol dentro del Campo Cuichapa Poniente. 235
Fotografía 15. Unidad de suelo Gleysol dentro del Campo Cuichapa Poniente. 237
Fotografía 16. Unidad de suelo Acrisol dentro del Campo Cuichapa Poniente. 239
Fotografía 17. Vista panorámica del arroyo Nexmegata. 263
Fotografía 18. Vista panorámica del arroyo Tacalaxmacayas. 264
Fotografía 19. Vista panorámica de la laguna Mezcalapa. 264
Fotografía 20. Quemador de la estación compresoras Cuichapa. 280
Fotografía 21. Basurero municipal de la localidad de Villa Cuichapa. 280
Fotografía 22. Contaminación atmosférica producida por vehículos de motor. 281
Fotografía 23. Recorrido de transectos para la observación y registro de especies faunísticas. 324
Fotografía 24. Jacana norteña, ave fácil de observar en zonas bajas inundables al habitar en cuerpos de agua natural y artificial. 325
Fotografía 25. Vista panorámica de fragmentos de vegetación presentes en el área. 326
Fotografía 26. Huellas de ave y perro en estación olfativa para mamíferos carnívoros. 342
Fotografía 27. Huella de ganado bovino en estación olfativa para mamíferos carnívoros. 343
Fotografía 28. Zonas 1 y 2 con sensibilidad alta a deslizamientos. 375
Fotografía 29. Zonas 3 y 4 con sensibilidad alta a deslizamientos. 376
Fotografía 30. Zona 5 con sensibilidad alta a deslizamientos y deslizamiento de ladera en camino cercano a zonas de alta sensibilidad. 377
Fotografía 31. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 1. 393

Fotografía 32. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 1. 394
Fotografía 33. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 2. 400
Fotografía 34. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 2. 401
Fotografía 35. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 3. 407
Fotografía 36. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 3. 408
Fotografía 37. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 4. 414
Fotografía 38. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 4. 415
Fotografía 39. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 5. 421
Fotografía 40. Vistas sobresalientes de la Unidad Paisajística 5. 422
Fotografía 41. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa del almacén de químicos. 428
Fotografía 42. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo cercano a la Laguna Mezcalapa. 428
Fotografía 43. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Nexmegata punto 1. 429
Fotografía 44. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Nexmegata punto 2. 429
Fotografía 45. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Tacalaxmacayas. 430
Fotografía 46. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Arroyo Mosta..... 430
Fotografía 47. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa de pozo Cuichapa 219. 431
Fotografía 48. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa del pozo Cuichapa 513 (quemador). 431
Fotografía 49. Toma de muestras a los cuerpos de agua superficiales. Presa del pozo Cuichapa 508. 432
Fotografía 50. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo Sra. Enereyda..... 437
Fotografía 51. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo 3D. 437
Fotografía 52. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozos 3A2..... 438
Fotografía 53. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo 3C. 438
Fotografía 54. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo 3E. 439
Fotografía 55. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo San Lorenzo Mezcalapa. 439
Fotografía 56. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo Tacomango..... 440
Fotografía 57. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo cercano al basurero.. 440
Fotografía 58. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 187. 441
Fotografía 59. Toma de muestras a los cuerpos de agua subterráneos. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190. 441
Fotografía 60. Observaciones de los pozos muestreados. San Lorenzo Mezcalapa..... 445
Fotografía 61. Observaciones de los pozos muestreados. Taconmango..... 446
Fotografía 62. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 187. . 447

Fotografía 63. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3E. 448
Fotografía 64. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo artesiano del pozo Cuichapa 190. . 449
Fotografía 65. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo cercano al basurero. 450
Fotografía 66. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3C. 451
Fotografía 67. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3A2. 452
Fotografía 68. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo Sra. Enereyda. 452
Fotografía 69. Observaciones de los pozos muestreados. Pozo 3D. 453
Fotografía 70. Monitoreo calidad del aire. Estación Compresoras Cuichapa. 456
Fotografía 71. Monitoreo calidad del aire. Quemador Estación Compresoras. 457
Fotografía 72. Monitoreo calidad del aire. Batería de Separación Cuichapa 2. 457
Fotografía 73. Monitoreo calidad del aire. Planta de Inyección de Agua Congénita Cuichapa. 458
Fotografía 74. Monitoreo calidad del aire. Sitio cercano al basurero municipal de la localidad de Villa Cuichapa. 458
Fotografía 75. Vista panorámica de cultivo de maíz Zea mays de tipo temporal en el Campo Cuichapa Poniente. 477
Fotografía 76. Vista panorámica de área con uso de suelo ganadero en el Campo Cuichapa Poniente. 478
Fotografía 77. Vista general de la plantación de Hevea brasiliensis para la producción de hule en el Campo Cuichapa Poniente. 479
Fotografía 78. Vista general de las condiciones en las que se encuentran actualmente la mayor parte de los pozos petroleros y su infraestructura de apoyo en el Campo Cuichapa Poniente. 480
Fotografía 79. Vista panorámica de la mina a cielo abierto de explotación de arena sílice. 481
Fotografía 80. Sitio contaminado con hidrocarburo semi-intemperizado producto de fuga y derrame en el árbol de válvulas del pozo Cuichapa 16. 483
Fotografía 81. Afectación al suelo por derrame de hidrocarburo del tanque de almacenamiento de la Batería Acalapa. 485
Fotografía 82. Afectación al suelo por fuga y derrame de hidrocarburo de la línea de descarga Cuichapa 401. 486
Fotografía 83. Toma de muestras en la presa de abrevadero del pozo Cuichapa 219 para el análisis de la calidad del agua. 489
Fotografía 84. Vista panorámica del basurero municipal de Moloacán ubicado en la localidad Villa Cuichapa. 490
Fotografía 85. Vista general del arroyo Nexmegata, uno de los receptores de aguas residuales en el Campo Cuichapa Poniente. 491
Fotografía 86. Localización de pozo artesiano particular para consumo humano donde se observa en sus aproximaciones un sanitario conectado a una fosa séptica que desemboca al aire libre en zona baja. 493
Fotografía 87. Presencia de vegetación ombrófila, baja y dispersa en la plantación de Hevea brasiliensis. 497
Fotografía 88. Vista general del derecho de vía de un ducto en el que se observa vegetación común de la zona. 499

Fotografía 89. Ubicación de la porción de la mina de arena sílice dentro del polígono del Campo Cuichapa Poniente. 500

Fotografía 90. Vista general de área con pastizal destinada a actividades ganaderas, actividad dominante en el Campo Cuichapa Poniente 502

Fotografía 91. Vista general del interior de una infraestructura de producción donde fue eliminada permanentemente la vegetación. 503

Fotografía 92. RI-7 referencia Pozo Cuichapa 166 ubicado a 42 m al SO del pozo, visible contaminación en suelo 532

Fotografía 93. RI-94 referencia Pozo Cuichapa 313, se ubica a 60 m al NO del pozo. 534

Fotografía 94. RI_51 referencia Pozo Cuichapa 316, ubicado a 54 m al SE del pozo. 536

Fotografía 95. Basurero municipal a cielo abierto en la localidad de Villa Cuichapa. 539

Fotografía 96. Instalación utilizada por PEMEX como patio de tuberías y bodega de productos químicos 540

Fotografía 97. IS_188 se ubica a 132 m al NE del pozo Cuichapa 102, contaminación en suelo (zona baja inundable). 541

Fotografía 98. EN_18 Pozo Cuichapa 146, se ubica a 214 m al SE del pozo. Propietaria Norberta López. 549

Fotografía 99. Sondeo en el sitio EN_9 de manera conjunta con el propietario. 565

Fotografía 100. Sondeo en el sitio IS_93 y toma de muestras para analizar por sistema petroflag. .. 566

Fotografía 101. Análisis Petroflag de los sitios RI_45, IS_33 y RI_20 568

Fotografía 102. Sitio potencialmente contaminado identificado como IS_30 cercano a la PIA Cuichapa y subestación CFE 577

15. LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Bases de datos. Línea Base Ambiental Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 2. Registros de campo de pozos petroleros. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 3. Fichas técnicas de pozos petroleros. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 4. Registros de campo de instalaciones petroleras. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 5. Fichas técnicas de instalaciones petroleras. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 6. Mapa de infraestructura. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 7. Mapa - Fisiografía. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 8. Mapa - Geología. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 9. Mapa - Edafología. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 10. Mapa - Climas. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 11. Mapa - Hidrología superficial. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 12. Mapa - Hidrología subterránea. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 13. Mapa - Erosión actual. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 14. Mapa - Erosión potencial. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 15. Mapa – Infiltración. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 16. Listado florístico. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 17. Mapa - Uso de suelo y vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 18. Fotográfico de vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 19. Registros de muestreos de vegetación. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 20. Listado faunístico. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 21. Registros de observaciones de fauna. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 22. Mapas de distribución local de especies faunísticas. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 23. Fotográfico de fauna. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 24. Listado de aves migratorias. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 25. Mapa - Áreas sensibles - Zona crítica. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 26. Fichas de valoración de paisaje. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 27. Mapa – Unidades Paisajísticas. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 28. Reporte analítico, cadena de custodia, hoja de campo de los cuerpos de agua y acreditación del laboratorio ante la EMA.

Anexo 29. Reporte de los resultados del monitoreo de la calidad del aire y acreditación del laboratorio ante la EMA.

Anexo 30. Lista de Obras y actividades existentes. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 31. Lista preliminar de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 32. Mapa de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 33. Encuestas de Aspectos Ambientales. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 34. Matrices de Criticidad de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 35. Mapa de sitios con resultados petroflag. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 36. Registros de campo de pasivos ambientales. Campo Cuichapa Poniente.

Anexo 37. Fichas de sitios potencialmente contaminados. Campo Cuichapa Poniente.