

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**



**“AFECTACIONES A LA BIOTA POR LA ACTIVIDAD DE
PEMEX EN LAS COSTAS DE SALINA CRUZ, OAXACA”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Licenciado en

GEOGRAFÍA

Presenta

MARCO ANTONIO MORENO GARCÍA

Dirigida por

MTRA. ANGÉLICA MARGARITA FRANCO GONZÁLEZ

Ciudad Universitaria

Coyoacán, Distrito Federal, México

2015

“¡Por mi raza hablara el espíritu!”



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CON ENORME CARÍÑO PARA MIS PADRES

SILVIA GARCÍA SALINAS Y MARCO ANTONIO MORENO CASTILLO

ACOMPAÑANTES EN ESTA VIDA, ÍNTEGROS Y HONORABLES, QUE ME HAN OTORGADO ESTA ENORME OPORTUNIDAD DE DESARROLLO ESPIRITUAL Y PERSONAL. POR TODO SU CARÍÑO, APOYO, COMPRENSIÓN Y POR COMPARTIR SU CONOCIMIENTO, LES PRESENTO MI MÁS GRANDE RESPETO Y ADMIRACIÓN. LES AMO Y POR USTEDES VA ESTE TRABAJO.

PARA MIS HERMANOS OMAR MORENO GARCÍA Y RICARDO MORENO GARCÍA, MIS MÁS GRANDES COMPAÑEROS. TODO MI RESPETO Y CARÍÑO, GRACIAS POR OTORGARME GRANDES EXPERIENCIAS Y APRENDIZAJES.

CON MUCHO AMOR Y CARÍÑO PARA DULCE CAROLINA BAEZ ALEMÁN, POR ACOMPAÑARME EN ESTE CAMINO Y DAR SIEMPRE ALIENTO A MIS ASPIRACIONES. GRACIAS POR ESTAR AQUÍ Y AHORA.

A LA FAMILIA GARCÍA Y MORENO, EN ESPECIAL A MIS ABUELOS.

¡PARA LAS INVALUABLES AMISTADES QUE HE CONSEGUIDO EN ESTE CAMINO!

¡TODOS FORMAMOS PARTE DE ESTA HISTORIA!

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, por lo que ha representado en mi vida, por abrirme sus puertas y sobre todo por ser espacio por excelencia del libre conocimiento.

A la FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS, al COLEGIO DE GEOGRAFÍA, así como, a los Colegios de Estudios Latinoamericanos y Desarrollo y Gestión Intercultural por compartir el conocimiento y expandir mis horizontes.

A mi asesora y profesora, la Mtra. Angélica Margarita Franco González. Por su confianza y apoyo en este trabajo. Gracias por los aportes y la orientación durante este periodo, le guardo mucho cariño.

A mis revisores de tesis:

Dra. Leticia Gómez Mendoza

Dra. Lilia Susana Padilla y Sotelo

Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez

Lic. José Luis Hernández González

Por sus comentarios y aportes a este trabajo un enorme agradecimiento.

A todos los profesores y compañeros de clase que me he encontrado en el camino, por brindarme grandes momentos y experiencias dentro y fuera de esta universidad.

ÍNDICE

AFECTIONS A LA BIOTA POR LA ACTIVIDAD DE PEMEX EN LAS COSTAS DE SALINA CRUZ, OAXACA

Introducción.....	8
Planteamiento del problema	9
Justificación.....	11
Objetivo general.....	12
Objetivos particulares	12
Hipótesis.....	12
1. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y GEOSISTEMA ORIENTADO A LA ZONA DE ESTUDIO	13
1.1 Posturas teóricas.....	14
1.1.1 El espacio geográfico.....	14
1.1.2 Recursos naturales.....	17
1.1.3 Geosistema y unidad ambiental.....	19
1.1.4 Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	22
1.2 Conceptos importantes	25
1.3 Publicaciones y antecedentes sobre el tema	26
1.4 Legislación ambiental en México y el mundo	29
1.5 Metodología	32
2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	38
2.1 Aspectos físicos	38
2.1.1 Condiciones climáticas en Salina Cruz, Oaxaca	40
2.1.2 La hidrografía de Salina Cruz, Oaxaca	42
2.1.2.1. Las surgencias eólicas	43
2.2 Función económica del municipio.....	45
2.2.1 La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime	47
2.2.2 Puerto de Salina Cruz, Oaxaca	51
2.2.2.1 Terminal Marítima de PEMEX Refinación (TMPR).....	56
3. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DE SALINA CRUZ.....	58
3.1 Historia de Salina Cruz.....	58
3.2 Aspectos demográficos de Salina Cruz.....	60

3.3 Actividades económicas.....	62
3.3.1 Actividades económicas primarias.....	63
3.3.2 Actividades económicas secundarias.....	65
3.3.3 Actividades económicas terciarias.....	66
4. EL MEDIO NATURAL Y SU CONDICIÓN ACTUAL.....	68
4.1 Sistemas costeros.....	69
4.1.1 Playas y dunas.....	71
4.1.1.1 Vegetación de dunas costeras.....	72
4.1.1.2 Manglares.....	74
4.2 Sistemas marinos.....	75
4.2.1 Los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos.....	77
4.2.2 Macroalgas.....	79
4.3 Definición y características de las unidades ambientales.....	80
4.3.1 Problemática ambiental.....	82
4.3.2 Valoración del impacto.....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXO 1. FOTOGRAFICO.....	101
ANEXO 2. ANÁLISIS DE ENCUESTAS (TRABAJO DE CAMPO).....	111
ANEXO 3. TABLAS Y MATRICES.....	122
ANEXO 4. INSUMOS CARTOGRÁFICOS.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El espacio geográfico.....	16
Figura 2. Definición de recursos naturales.....	19
Figura 3. Aspectos que definen un geosistema.....	22
Figura 4. Características de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	23
Figura 5. Diagrama metodológico de los pasos a seguir en la investigación.....	36

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz comparten el Istmo de Tehuantepec	28
Mapa 2. Ubicación espacial del municipio de Salina Cruz, Oaxaca	40
Mapa 3. Precipitación (mm) y tipo de clima en Salina Cruz, Oaxaca	41
Mapa 4. Principales rasgos hidrográficos del municipio	43
Mapa 5. Sistema costero y marino.	77
Mapa 6. Identificación de las unidades ambientales.	82
Mapa 7. Distribución espacial de la aplicación de encuestas en la zona de estudio.....	111
Mapa 7. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1979.....	128
Mapa 8. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1988.	128
Mapa 9. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1995.	129
Mapa 10. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 2009	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. PEMEX-Refinación. Proceso de petróleo crudo por refinería	48
Tabla 2. Proceso de crudo y elaboración de productos petrolíferos por refinería	50
Tabla 3. Serie histórica del movimiento de carga Salina Cruz, Oaxaca.	56
Tabla 4. Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010	60
Tabla 5. Tasa media de crecimiento anual del municipio de Salina Cruz y del estado de Oaxaca, 1950-2000.....	61
Tabla 6. Datos económicos del municipio de Salina Cruz, Oaxaca, según censo económico 2009.....	66
Tabla 7. Registros de fauna y flora terrestre en Salina Cruz, Oaxaca.....	68
Tabla 8. Unidades ambientales.	84
Tabla 9. Espacialidad de las encuestas aplicadas	111
Tabla 10. Estado de la vivienda y servicios en las localidades encuestadas	112
Tabla 11. Percepción de los encuestados respecto a afectaciones atmosféricas, calidad de los cuerpos de agua naturales, desechos sólidos y fuentes de ruido	113
Tabla 12. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Boca del Río	114
Tabla 13. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Centro de Salina Cruz.....	115
Tabla 14. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad La Ventosa.....	116
Tabla 15. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Las Escolleras	117
Tabla 16. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Puerto, Marina, API y TMPR	118

Tabla 17. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Playa Azul	119
Tabla 18. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Refinería	120
Tabla 19. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Salinas del Márquez	121
Tabla 20. Variables e indicadores aplicados al sistema costero y marino	122
Tabla 21. Proceso “Causa-Efecto-Impacto”	127

ÍNDICE DE MATRICES

Matriz 1. Matriz de Leopold aplicable a la zona de estudio.....	37
Matriz 2. Matriz de Leopold aplicada a la unidad ambiental I.....	123
Matriz 3. Matriz de Leopold aplicada a la unidad ambiental II	124
Matriz 4. Matriz de Leopold aplicada a la unidad ambiental III	125
Matriz 5. Matriz de Leopold aplicada a la unidad ambiental IV	126

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Participación en el movimiento total de carga nacional, 2010 (%)	52
Gráfico 2. Tasa media de crecimiento anual del municipio de Salina Cruz y del estado de Oaxaca, 1950-2000.....	62
Gráfico 3. Porcentaje de Población Económicamente Activa por tipo de actividad.....	63

AFECTACIONES A LA BIOTA POR LA ACTIVIDAD DE PEMEX EN LAS COSTAS DE SALINA CRUZ, OAXACA

"El presente no se hereda del pasado,

se pide prestado del futuro"

Jefe Seattle, Indio Sioux

Introducción

México es reconocido como un país megadiverso biológicamente; su amplia variedad de ambientes y ecosistemas producto de la fisiografía, de los patrones de circulación atmosféricos y de los distintos procesos erosivos, han permitido una amplia gama de especies. Las costas mexicanas poseen gran variedad de especies marinas y terrestres, las cuales habitan los ambientes oceánicos, costeros y de cuerpos insulares.

Los ecosistemas costeros representan para la economía del país una importante fuente de recursos y su correcto aprovechamiento se traduce en un importante ingreso de divisas al mercado nacional. La mayoría de los ecosistemas costeros han sido fuertemente impactados por efectos de actividades antrópicas directas e indirectas, ocasionando distintos grados de afectación. Por lo tanto, la correcta gestión de dichos espacios naturales es fundamental a corto, mediano y largo plazo para el desarrollo del país. En este contexto el desarrollo desordenado que ha perdurado en la franja costera del país, en sus dos vertientes (del Pacífico y del Atlántico), ha demostrado la importancia de contar con una mejor información sobre las zonas costeras de México, lo cual apuntalará, sin duda, a una mejor gestión ambiental en el país.

El presente trabajo fue elaborado para dar a conocer la realidad ambiental imperante en la región del istmo de Tehuantepec, en específico, en el municipio costero de Salina Cruz,

Oaxaca, a causa, principalmente, de las actividades petroleras y portuarias. Parte importante del análisis realizado fue el trabajo de campo (22 al 27 de abril de 2014), el cual consistió en encuestas en torno a las temáticas de calidad ambiental y calidad de vida de los pobladores.

La elección del tema se dio mediante el conocimiento previo de la grave problemática existente en la región, por vertidos de combustibles, ya sea por derrames, fugas o explosiones, gracias a información obtenida mediante el acercamiento a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y en específico al área de Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) de esta procuraduría.

El presente documento está estructurado en cuatro capítulos. El primer capítulo, aborda aspectos teóricos y metodológicos que sirven de base a esta investigación, vinculándolos, con la Evaluación de Impacto Ambiental y geosistema. En el segundo capítulo se describen las características geográficas de la zona de estudio. El tercer capítulo explica las principales características sociodemográficas de la zona de estudio. El cuarto capítulo está dirigido a valorar el medio natural y su condición actual, muestra la relación entre las características geográficas naturales y las condiciones sociodemográficas, utilizando tablas, matrices y mapas que serán fundamentales en la elaboración de propuestas dirigidas a mejorar la calidad ambiental de la zona.

Planteamiento del problema

En este trabajo se llevó a cabo una evaluación del impacto ambiental que se ha originado en la zona del istmo de Tehuantepec, particularmente en la costa del municipio de Salina Cruz, Oaxaca, a causa de las instalaciones petroleras y el puerto, ubicadas en el municipio.

La evaluación sirvió para realizar un análisis sobre el estado real del ecosistema y el grado de deterioro que presenta. De forma paralela, se esbozaron las condiciones económicas que se desprenden de las actividades humanas en esta zona, lo cual permitió tener una idea del impacto que ocasionan las afectaciones ambientales, tanto para el medio ambiente como para las comunidades de la región.

El municipio de Salina Cruz se ubica sobre la costa del Océano Pacífico, entre los paralelos 16°06' y 16°16' de latitud norte y los meridianos 95°08' y 95°18' de longitud oeste; altitud entre 0 y 800 m (INEGI, 2010) y está catalogado como puerto de altura y gran cabotaje (véase *Mapa 2*).

La superficie del municipio es de 132.33 km², se localiza en la región central del istmo de Tehuantepec. El municipio cuenta con 23 km de línea de costa. Los municipios con los que colinda son: Santo Domingo Tehuantepec al noroeste; San Pedro Huilotepec al noreste; y San Mateo del Mar al este. Se estima que la población total del municipio es de unos 82,371 habitantes (INEGI, 2010).

Los principales responsables del daño ambiental en la zona, son, las actividades que se llevan a cabo en la refinería, en la Terminal Marítima Pemex Refinación y en el puerto de Salina Cruz. La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime inició sus operaciones en abril de 1979, y desde entonces ha sido un centro de refinación en constante crecimiento como lo marca la cronología de sus operaciones. Sus instalaciones ocupan una superficie total de 600 ha, localizadas a 5 km al noreste de la ciudad y puerto de Salina Cruz, Oaxaca (véase *Mapa 2*). Hoy día la refinería de Salina Cruz es la de mayor capacidad instalada del país, con 330 mil bd de producción y con un mercado que abarca la parte sur del país y la cuenca del Pacífico. Otro sitio es la TMPR, enclavada en la costa y ubicada a unos 10 km de la refinería. Por esta TMPR y a través de buquetanques se exporta petróleo crudo a destinos ubicados en la cuenca del Pacífico y se transporta combustible a los estados mexicanos localizados en el mismo litoral (véase *Mapa 1 y Mapa 2*).

Por último se tiene el puerto de Salina Cruz, localizado al norte del golfo de Tehuantepec, es catalogado como un puerto de altura y cabotaje. Según datos de la propia Administración Portuaria Integral Salina Cruz (API, 2014), el puerto abarca una superficie marina de 71 ha, mientras que el área terrestre es de 80 ha, sumando 151 ha de territorio usado para sus actividades.

Justificación

La región del istmo de Tehuantepec es la parte más angosta del país, en ella se encuentra gran parte de la biodiversidad de México. El gran ensamble que se produce aquí, producto del encuentro entre dos regiones biogeográficas (neártica al norte y neotropical al sur) permite la existencia de una zona de transición o ecotono, el cual se extiende en toda la parte suroeste del país hasta más o menos la región centro del mismo.

En esta región istmeña se concentra gran parte de la actividad industrial del país relacionada con la extracción, refinación, transporte y almacenaje de petróleo. En el desarrollo de dichas actividades se han registrado múltiples accidentes que, por lo regular, se trata de vertidos de petróleo, combustibles o aguas residuales¹. El 11 de agosto de 2012, en las costas de Oaxaca, en la Terminal Marítima de Pemex Refinación (TMPR) ubicada en el municipio de Salina Cruz, Oaxaca, se presentó el hundimiento de una monoboya, incidente que representó el vertido de unos mil litros de petróleo.

Las afectaciones en el municipio de Salina Cruz, Oaxaca, abarcan a la biota de la localidad y la región. Según declaraciones registradas en el mismo artículo de *La Jornada* (2 de sept. 2012) de parte de los habitantes de Salina Cruz, el derrame de estos contaminantes provoca efectos bastante negativos en las pesquerías, en la actividad turística del municipio y también en el proceso de producción de la sal, históricamente importante para la localidad.

Esta investigación pretende ser un aporte a las investigaciones de carácter ambiental realizadas en torno al istmo de Tehuantepec. Al ser un trabajo de carácter geográfico, aporta un análisis de carácter espacial, en el que se integran distintos elementos, como el análisis espacial; mediante percepción remota y sistemas de información geográfica, el geosistema, el trabajo en campo y las unidades ambientales. A diferencia de otras investigaciones, que abordan el tema de la contaminación en el golfo de Tehuantepec, en las que se trabaja, de manera separada, una visión economicista, el aspecto biológico, o solo el fenómeno físico-químico de la contaminación, este trabajo presenta lo físico, ambiental y

¹ Información local recuperada por el periódico *La Jornada* el 2 de septiembre de 2012, refiere que la mancha de hidrocarburo se expandió unos 12 kilómetros causando afectaciones a distintos ecosistemas, terrestres y marinos. En otro incidente registrado el día 23 de septiembre del mismo año, el hundimiento del barco camaronero "Halcón Marino", derramó 50 mil litros de diesel (*La Jornada*, 23 de sept. 2012). Ejemplos que demuestran que este tipo de incidentes son una constante en la zona.

social como parte integral del problema. Asimismo, servirá de apoyo a investigadores, instituciones y gobiernos para la comprensión, y manejo de problemáticas ambientales, así como un insumo para posteriores estudios transdisciplinarios enfocados al impacto de la contaminación en el medio natural.

Objetivo general

Evaluar el deterioro de la biota a consecuencia de las actividades industriales de refinación, conducción y almacenamiento de petróleo y sus derivados por parte de PEMEX en la zona costera del municipio de Salina Cruz, Oaxaca.

Objetivos particulares

- Elaborar un marco teórico-metodológico que incorpore la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental, geosistema y unidad ambiental.
- Explicar la diversidad de la biota en el municipio de Salina Cruz, Oaxaca.
- Elaborar el geosistema a través de las unidades ambientales del municipio de Salina Cruz, Oaxaca.
- Valorar el grado de afectación de la biota por las actividades de PEMEX.
- Valorar el uso que se tiene de la biota en la región así como el grado de afectación por las actividades de PEMEX en la zona de trabajo.

Hipótesis

“La actividad industrial de la refinería localizada en el municipio de Salina Cruz, Oaxaca, así como el puerto marítimo, ha provocado el deterioro de las biotas marina y terrestre del municipio costero de Salina Cruz, Oaxaca”.

I. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y GEOSISTEMA ORIENTADO A LA ZONA DE ESTUDIO

El hombre es la especie sobre la tierra con la mayor capacidad de modificar el ambiente en el que vive. El desarrollo de la tecnología durante el siglo XX principalmente, ha traído importantes alteraciones al equilibrio ecológico de los ecosistemas. Hoy en día, la influencia del hombre en éstos, no está restringida a uno u otro ecosistema si no que abarca ya la amplia variedad de los mismos, originando una cascada de afectaciones ambientales que se traslada de un ecosistema a otro. Se enfrenta la necesidad de recuperar la estructura y función de muchos ecosistemas que se han desintegrado por la explotación que el hombre ha hecho de ellos (Moreno-Casasola, 1994).

Existe en todo el planeta gran variedad de ambientes, algunos más complejos que otros. Es la zona costera el espacio donde existe una sofisticada interacción entre el ambiente marino, el terrestre y la atmosfera. Los recursos naturales localizados en esta pequeña franja de terreno son por tanto elementos con una amplia especialización en los mecanismos de adaptación que han generado. Cambios o variaciones muy pequeñas en dichos ambientes afectarán en su conjunto a los ecosistemas aquí ubicados. “También es importante recordar que las interconexiones físicas y ecológicas críticas se extienden mucho más allá del área de influencia directa y que las zonas costeras pueden ser impactadas por actividades humanas o naturales, que se producen a grandes distancias como por ejemplo la contaminación” (Beatley, Brower y Schwab en Moreno-Casasola, 1994).

La explotación descontrolada que se ha hecho de los recursos naturales ha traído consigo una serie de problemáticas ambientales². Ya sea porque los intereses económicos y políticos no lo permiten o por la falta de planeación, el ambiente natural, sustento de nuestra propia

² Desde mediados del siglo pasado se comenzó a hacer énfasis en cuantificar y evaluar los daños ocasionados al ambiente por el desarrollo industrial y el aumento demográfico; sin embargo, el avance en el cuidado de nuestro medio ambiente ha sido escaso.

existencia, se halla en condiciones críticas. Esta situación hace necesario un replanteamiento de las estrategias, técnicas e intensidades con que se interviene el medio natural.

1.1 Posturas teóricas

El estado actual de los recursos naturales se encuentra en tal degradación, que para contrarrestar la tendencia es pertinente abordar el estudio y manejo del medio ambiente con una serie de instrumentos que se apliquen perfectamente a las necesidades del fenómeno. La geografía como ciencia ha generado distintos conceptos teóricos para poder dar explicación a fenómenos que influyen sobre el hombre y su entorno. El presente estudio toma como apoyo el geosistema, la unidad ambiental y la Evaluación de Impacto Ambiental. La integración de estos postulados teóricos, permitirá el desarrollo del análisis ambiental adecuado a los objetivos del presente trabajo.

Este primer apartado tiene como fin recuperar los principales elementos teóricos que darán al estudio la base y la coherencia para su desarrollo. Serán cuatro, los principales conceptos en torno a los que este trabajo se orientará: 1) Espacio geográfico, 2) recursos naturales, 3) geosistema (unidades ambientales) y 4) Evaluación de Impacto Ambiental.

Cada una de estas posturas teóricas representa una de muchas herramientas para la comprensión y estudio de los sistemas naturales, sus fenómenos y las consecuencias que trae la actividad del hombre en éstos. Se hará referencia a algunos enfoques propuestos para cada elemento, queriendo, con ello, consolidar de manera más amplia lo que cada concepto pretende demostrar, estudiar y abordar.

1.1.1 El espacio geográfico

El concepto de espacio geográfico ha cambiado constantemente conforme se realizan aportes al entendimiento y conocimiento del medio natural. Los antiguos griegos utilizaban el término *oikuméne* para designar el espacio habitable, es decir, el espacio donde

las condiciones naturales permiten la organización de la vida en sociedad. Esta delimitación fue la primera aproximación conceptual de que se tiene registro sobre lo que ahora conocemos como espacio geográfico, y fue válida durante mucho tiempo. Sin embargo, conforme el conocimiento del hombre sobre su medio fue avanzando, asimismo fue aumentando y haciéndose más compleja su idea sobre las características propias del espacio geográfico u *oikuméne*. El desarrollo de múltiples ciencias naturales y físicas cambió muchas de las bases sobre las que se concebía el concepto de *oikuméne*.

A principios del siglo XIX, el geógrafo francés Max Sorre (1880 – 1962), como resultado de sus estudios, coincidió con otros intelectuales en que los alcances del *oikuméne* debían ser revisados. Y así lo demostró, al afirmar que en muchos casos la tierra habitada por el hombre era confundida con la superficie continental del planeta, donde no se toman en cuenta los océanos ni otros ambientes poco intervenidos por el hombre.

Otros autores como el geógrafo J. Gottman (1915 – 1994), insistieron en que espacio geográfico es sólo la porción de tierra accesible para el hombre.

Según escribiera el geógrafo francés Olivier Dollfus (1931 – 2005) en 1976: “aunque cada punto del espacio puede ser localizado, lo que importa es su situación con relación a un conjunto en el cual se inscribe y las relaciones que mantiene con los diversos medios de los que forma parte”. No existe lugar en el planeta que no sea reconocido por las relaciones existentes respecto a este sitio, es decir, no hay un ambiente apartado totalmente de los procesos que se llevan a cabo en el planeta (véase *Figura 1*).

Se puede decir que el hombre es el principal creador y modificador del espacio, su intervención en el medio natural crea nuevos escenarios sobre los cuales la acción de factores culturales, económicos y políticos se verá reflejado. En la *Figura 1* se mencionan algunos de los elementos más importantes clasificados en dos grandes grupos; el sistema físico y el sistema social. Las relaciones entre ambos grupos se llevarán a cabo sobre la base de lo que se conoce como espacio geográfico, el cual se puede entender como el escenario donde se desarrollaran las relaciones del hombre con el medio ambiente.

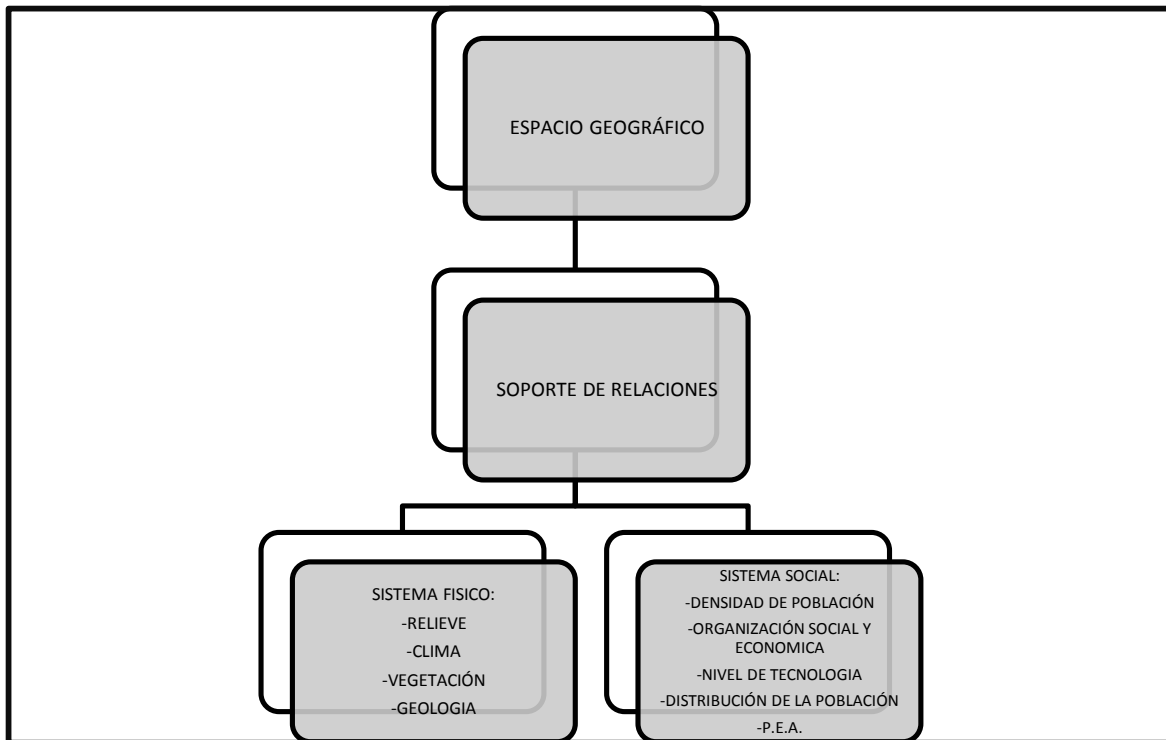


Figura 1. El espacio geográfico. Con base en; Dollfus, Olivier (1982). “El espacio geográfico”, segunda edición. Oikos-Tau, Barcelona, España

Por su parte, Milton Santos (1926 – 2001) en su libro “*Metamorfosis del Espacio Habitado*” (1996, p. 68) afirma que “El espacio sería un conjunto de objetos y relaciones que se ejercen sobre estos objetos; no entre éstos específicamente, sino para los cuales ellos sirven de intermediarios. Los objetos ayudan a concretar una serie de relaciones. El espacio es resultado de la acción de los hombres sobre el propio espacio, por medio de los objetos, naturales y artificiales”.

El espacio geográfico se presenta, pues, como el soporte de unos sistemas de relaciones, determinándose unas a partir de los elementos del medio físico (arquitectura de volúmenes rocosos, clima, vegetación), y las otras procedentes de las sociedades humanas que ordenan el espacio en función de la densidad del poblamiento, de la organización social y económica, del nivel de las técnicas, en una palabra, de todo el tupido tejido histórico que constituye una civilización (Dollfus, 1976).

1.1.2 Recursos naturales

En 1947, Ellsworth Huntington (1876 – 1947), en su libro “*Mainsprings of Civilization*”, da uno de los más grandes aportes para la geografía humana de aquellos años. Huntington se dedicó durante años a publicar investigaciones sobre cómo las condiciones naturales de un territorio tenían influencia directa sobre las poblaciones humanas, su economía y la cultura. Este determinismo geográfico que impulsó Huntington fue, en un principio, ampliamente aceptado por investigadores e intelectuales; sin embargo, debido a múltiples refutaciones que evidenciaban que el medio natural no determina *de facto* el desarrollo humano, fue perdiendo veracidad y hoy día no tiene gran valor. Sin embargo, podemos rescatar de las aportaciones de Huntington el hecho de que sus investigaciones y posteriores postulaciones representaron una plataforma para los posteriores estudios sobre el potencial natural de las distintas regiones en el mundo.

Es indiscutible que el desarrollo de los países capitalistas se ha debido en gran parte a la explotación de los recursos naturales que se encontraron en las regiones coloniales de África y América, algo conocido como “acumulación por desposesión”³. De esta forma, al comenzar a conocerse el enorme potencial que representan los recursos naturales, surgió inevitablemente la idea de saber y conocer los recursos naturales disponibles, para, de esta manera, transformarlos y obtener un beneficio que se traduzca en desarrollo económico y social, lo cual, a su vez, debería traducirse en el aumento en la calidad de vida.

La definición de recursos naturales, tiene desde su origen una enorme influencia económica, situación derivada de los enormes atributos energéticos que se han identificado en distintos recursos, lo cual hace de su manejo un negocio sumamente rentable. Este hecho destaca la importancia de su estudio para comprender los ciclos naturales de los sistemas naturales, así como su reproducción.

Según una definición que Bassols Batalla (1967) rescata de Prirodnie Resoursi, escrito por Sovietskogo Soiuz (1963) en su libro “*Recursos Naturales: climas, agua, suelos. Teoría y usos*”, “Los recursos naturales son –según la más nueva definición que conocemos– aquellos muy

³ Término acuñado por el geógrafo inglés David Harvey en su libro; *El nuevo imperialismo: acumulación por desposesión*, 2005.

variados medios de subsistencia de las gentes, que éstas obtienen directamente de la naturaleza.” Es decir, para efecto de esta definición, los recursos naturales son de diversa índole, su origen puede deberse a distintos procesos naturales ya sean físicos o químicos y pueden ser extraídos y transformados por las sociedades según la técnica y la necesidad del momento histórico en que nos ubiquemos (véase *Figura 2*).

El aprovechamiento que el ser humano ha hecho de estos recursos ha ido aumentando paulatinamente. Momentos históricos como el Renacimiento, la Revolución Industrial del siglo XVIII y la Revolución Técnica, han acelerado la extracción y transformación de estos recursos con la generación de nuevas técnicas para el aprovechamiento de los mismos.

Sin embargo, no todos los recursos naturales de este planeta son potencialmente útiles. Dentro de la variedad de recursos existentes se deben identificar cuáles son realmente útiles, es decir cuáles de éstos pueden generar riqueza, bienestar e incluso conocimiento. Por otra parte, hay que tener en cuenta que existen recursos naturales en el planeta que no pueden ser utilizados hasta ahora debido a la falta de tecnología que permita su aprovechamiento.

Según la clasificación de Armand y Guerasimov (Bassols Batalla, 1977) los recursos se dividen en:

- 1) *No renovables*, o sea los minerales (excepto la sal que se deposita en lagunas marinas y lagos). Se sabe que con el uso de estos recursos su agotamiento es inevitable, su regeneración es inviable según el tiempo de vida humana (ya que como en el caso de los minerales, se requiere periodos de tiempo de miles o millones de años), hecho que obliga a una constante búsqueda de nuevos yacimientos.
- 2) *Renovables*: a) suelos fértiles, b) vegetación natural y c) fauna útil al hombre. Se sabe que su regeneración se puede dar por vía natural; sin embargo, la explotación excesiva e inmoderada de éstos puede llevar a un agotamiento inevitable (la extinción de cientos de especies animales y vegetales en los últimos siglos son muestra de ello).

3) *Recursos inagotables*: a) agua y b) climáticos (radiación solar, energía eólica). En sentido estricto no son recursos ilimitados, pero su largo periodo de existencia comparado al tiempo de vida del hombre permite catalogarlos así.

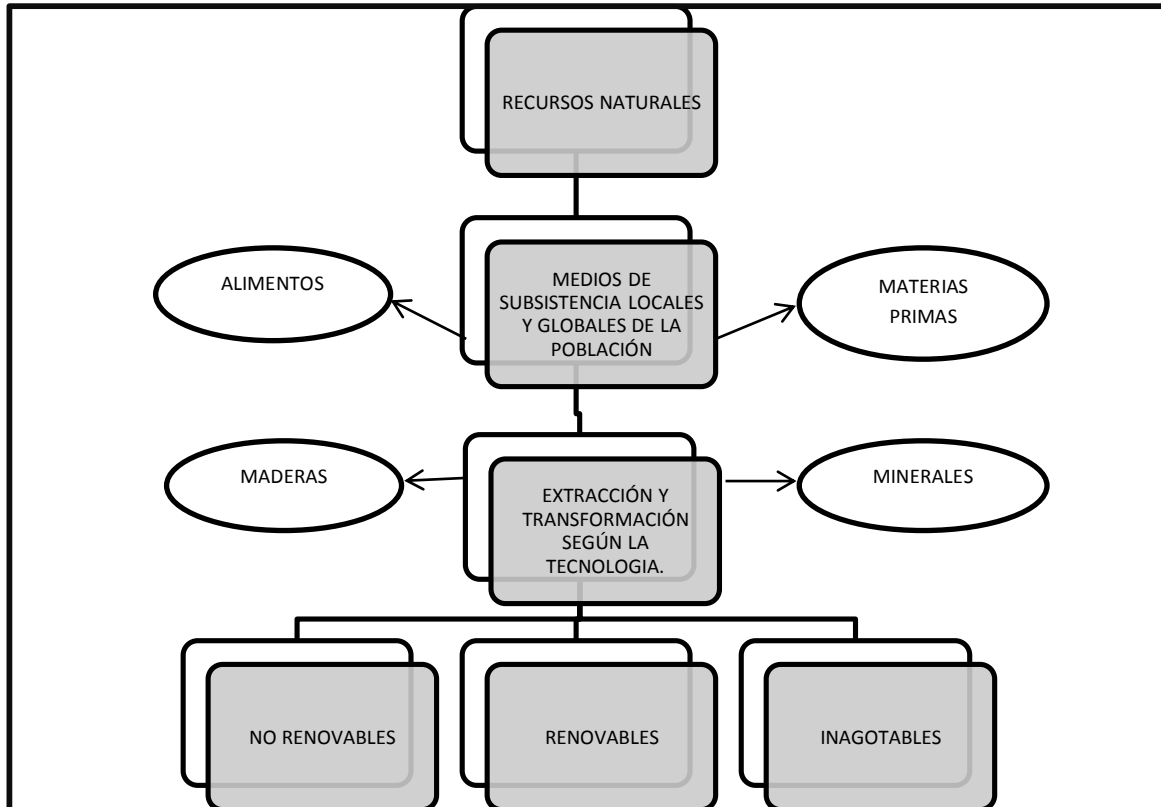


Figura 2. Definición de Recursos Naturales. (Con base en; Bassols Batalla, 1972. “Recursos Naturales: climas, agua, suelos, vegetación”, Nuestro Tiempo, México)

1.1.3 Geosistema y unidad ambiental

El término geosistema fue usado por primera vez en la extinta Unión de Republicas Socialistas Soviéticas (URSS) por V. B. Sochava en 1960 y señala que Geosistema designa “un término geográfico natural homogéneo ligado a un territorio”⁴. Podemos decir que hace referencia a un espacio geográfico, el cual comparte características únicas respecto a otros ambientes y esto lo hace una unidad por sí mismo.

⁴González Otero y Arcia Rodríguez; et al (1994). “Geografía del medio ambiente: Una alternativa del ordenamiento ecológico”. U.A.E.M., México, Distrito Federal.

Se caracteriza por una morfología, es decir estructuras espaciales verticales (geohorizontes) y horizontales (geofacias); un funcionamiento que engloba el conjunto de transformaciones ligadas a la energía solar o gravitacional, a los ciclos del agua, a los biogeociclos, así como a los movimientos de las masas de viento y a los procesos de geomorfogénesis.⁵

Desde su aparición como herramienta teórica de análisis del territorio, el geosistema ha sido adoptado por los estudios medioambientales.

De inspiración geográfica, se define como una combinación especializada en la que interactúan tres variables primordialmente: 1) los elementos abióticos (rocas, aire, agua), 2) elementos bióticos (animales, vegetales, suelo) y 3) elementos antrópicos (impacto de las sociedades en su medio ambiente material).

Desde la perspectiva medioambiental, el geosistema depende fundamentalmente de dos factores: el primero tiene que ver con la variabilidad de los distintos tipos de uso del territorio, es decir, qué tan apropiadas sean las condiciones del espacio para ciertas actividades. El segundo factor responde a los límites espaciales que representan el área total que ocupa la función del territorio en relación con los requerimientos de dicha función, según las condiciones naturales (González Otero y Arcia Rodríguez; 1994).

Para González Otero y Arcia Rodríguez (1994):

“Los geosistemas, desde el punto de vista geográfico, son las unidades espaciales que constituyen tipos permanentes de medio ambiente. Desde el punto de vista del medio ambiente son las premisas espaciales y el marco espacial de la ocurrencia de afectaciones al medio ambiente y para tomar las medidas de corrección, conservación y protección requeridas” (p. 35).

También podemos definir un geosistema a partir de la convergencia de tres aspectos: el potencial biótico y abiótico del espacio; la explotación biótica y abiótica; y la acción antrópica en dicho espacio (véase *Figura 3*).

⁵ Claude y Bertrand Georges (2006). *“Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje”*, traducción de Rodríguez Martínez F., Editorial Universidad de Granada. España.

Según Bertrand (1968), cuando existe un equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación biológica, un geosistema se encuentra en su estadio clímax: sin embargo, esto sólo ocurre con una correcta intervención del hombre (balance entre las salidas y entradas de energía). Según sea adecuada o no la acción del hombre, los geosistemas se hallaran en biostasia o en resistencia (mientras se tienda a un equilibrio entre el potencial biológico y la explotación biológica se considera que el geosistema está en biostasia. En cambio cuando se rompe dicho equilibrio, el geosistema se encontrará en resistencia). Al entrar un geosistema en resistencia las funciones morfológicas y fisiológicas dominarán en el geosistema, modificando el potencial ecológico.

Entre los geosistemas se pueden identificar dos grupos: los antropizados y los naturales o seminaturales. Tenemos un geosistema antropizado cuando las actividades económicas prevalecientes en dicho espacio tienen la capacidad de determinar la distribución y estructura de sustancias y energía utilizada para el correcto funcionamiento del geosistema. En cuanto a los geosistemas naturales y seminaturales, se les homologa así cuando, al contrario de los antropizados, las actividades económicas o antrópicas no tiene injerencia significativa en los procesos y leyes de dicho geosistema.

Como parte de esto las unidades ambientales tratan de definir y delimitar una serie de unidades homogéneas cuyos rasgos determinantes sean sus rasgos naturales o ambientales. Es de esperarse que la delimitación de dichas unidades reaccione con comportamientos similares en cuanto a sus aptitudes o limitaciones de uso.

Existen distintas formas de señalar a una unidad ambiental según Gómez Orea (2001):

- De forma empírica, a partir de la experiencia y buen conocimiento del terreno.
- Por la superposición de los factores inventariados.
- Por la superposición de factores determinantes como la geomorfología, el tipo de vegetación y uso de suelo, la geología, etc.
- Divisiones sucesivas del territorio atendiendo a: semejanzas climáticas; estructura geológica; recubrimiento vegetal y uso de suelo.

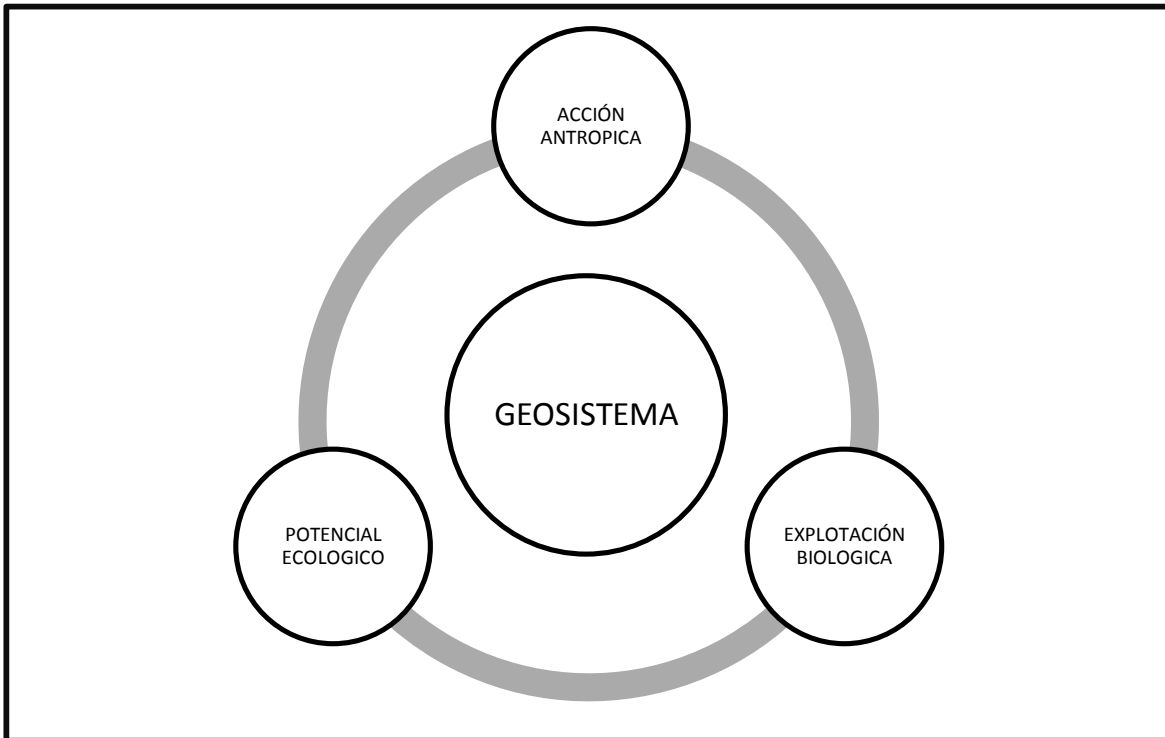


Figura 3. Aspectos que definen un geosistema. (González Otero y Arcia Rodríguez, 1994. "Geografía del medio ambiente: Una alternativa del ordenamiento ecológico" U.A.E.M., México, Distrito Federal)

La homogeneidad de las unidades puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos (no necesariamente idénticos) en un área determinada. Esta homogeneidad será siempre relativa, en función del nivel de detalle al que se esté trabajando.

1.1.4 Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La utilización de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento preventivo para el control ambiental de proyectos, comenzó en los últimos años de la década de 1970, primero en los Estados Unidos de América, para después introducirse en otros países desarrollados como carácter obligatorio para la realización y aprobación de ciertos proyectos que se considera tendrían un impacto sobre la naturaleza. Un procedimiento similar era solicitado en la época por las entidades financieras internacionales,

particularmente el Banco Mundial (BM) o el Fondo Monetario Internacional (FMI), para controlar el comportamiento ambiental de aquellos proyectos que, financiados por ellas en los países menos desarrollados, podrían ser ambientalmente conflictivos (Gómez-Orea, 2003).

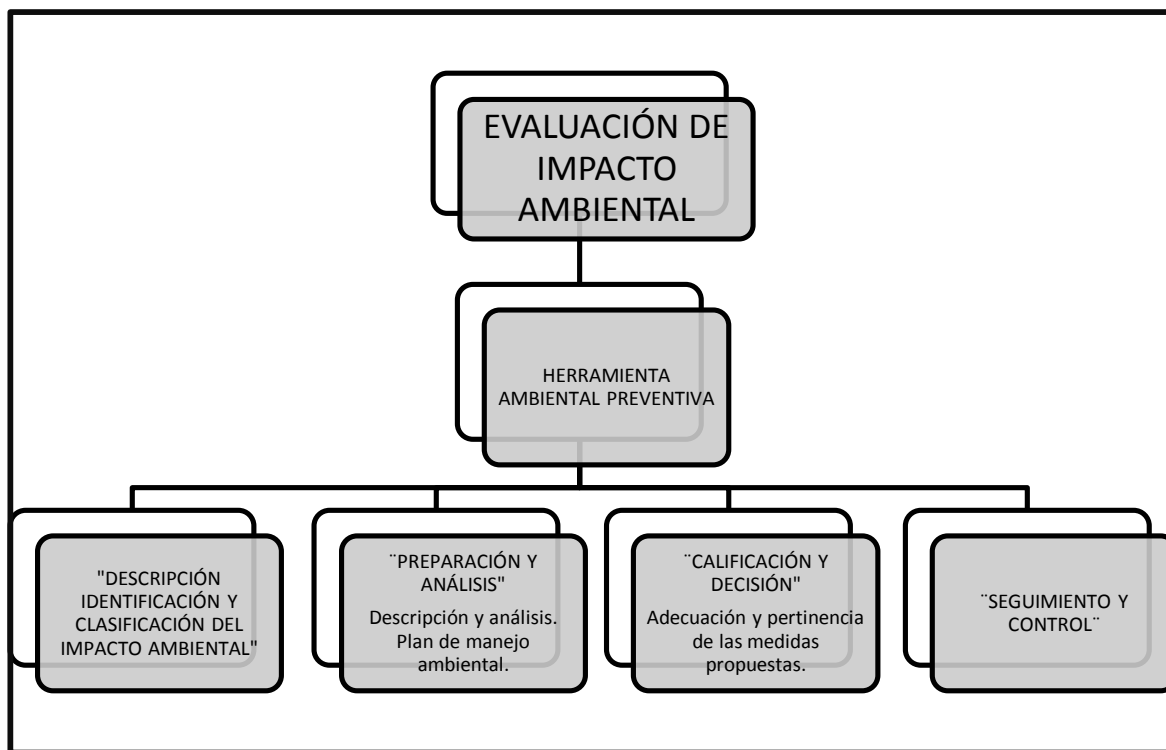


Figura 4. Características de la Evaluación de Impacto Ambiental. (Con base en; Espinosa, Guillermo, 2007. "Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental". Banco Interamericano de Desarrollo, Santiago de Chile)

En la Conferencia de Estocolmo de 1972, después de examinarse los diversos problemas causados por la mano del hombre sobre el planeta: contaminación de las aguas, del aire, del suelo, extinción de especies, pérdida de cobertura forestal, etc., se incita a los gobiernos de los distintos países a que, sin renunciar al progreso, orienten sus políticas de desarrollo en una doble dirección:

- Primero, atendiendo de modo fundamental al estudio del impacto ambiental que sobre el medio ambiente nacional y mundial puede tener cualquier proyecto técnico y

— Segundo, procurando acortar las distancias que separan a los países industrializados de los del tercer mundo.

La EIA (y por consiguiente, el estudio de Impacto Ambiental que la sustenta) debe comprender, al menos, la estimación de los efectos sobre la población humana, la fauna, la flora, la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área que pudiera ser afectada (véase *Figura 4*). Así, en base a este análisis previo se declarará la pertinencia o no de la realización de dicho proyecto.

Una EIA analiza un sistema complejo, con muchos factores distintos y con fenómenos muy difíciles de cuantificar. Tiene como características⁶:

- El estudio es predictivo y está apoyado en información científica.
- El análisis es interdisciplinario, en donde el aporte de diferentes especialistas es necesario para lograr una visión integral de las variables en estudio.
- El análisis y la compatibilización de escalas de trabajo y generación de datos de un mismo nivel de resolución, son elementos centrales para establecer relaciones entre ellos.
- Es decisivo en el análisis, el conocimiento inicial de la actividad o proyecto a ejecutar y de las características generales del territorio donde se emplazará la EIA.
- La selección de los aspectos más significativos para determinar impactos ambientales puede hacerse considerando la fragilidad (o resistencia a los impactos) y calidad (o valoración ambiental) del territorio afectado.
- La EIA debe cubrir adecuadamente un plan de manejo.
- El estudio debe contener información suficiente para explicar la línea base del territorio afectado y revisar los impactos ambientales.

Los antecedentes de la política ambiental en México pueden encontrarse en instituciones muy antiguas que datan desde mediados del siglo XVII. Estas instituciones contaban con una visión principalmente orientada a la salubridad pública. Fue, a partir de la segunda década del siglo XX, que el Estado empezó a regular y administrar los sectores productivos

⁶ SEMARNAT (2005). “*Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental*”. México, Distrito Federal.

mediante la creación de un marco jurídico y de un amparo institucional. Durante este periodo se impulsó el desarrollo de los sectores forestal, pesquero e hidráulico bajo los lineamientos de la política establecidos por las principales dependencias y en concordancia con la legislación respectiva. Si bien estos lineamientos tenían una orientación principalmente productivista, destacan los primeros indicios de lo que sería la visión conservacionista (La Gestión Ambiental en México, SEMARNAT, 2001).

1.2 Conceptos importantes

En primer lugar se procedió a la tarea de enunciar conceptos básicos acerca de lo que comprende un análisis ambiental de este tipo como son: el concepto de biota, zona costera, medio ambiente, impacto ambiental; y por último el referente a Evaluación de Impacto Ambiental. Al ser bien entendidos dichos conceptos y lo que representan será mucho más accesible la comprensión de la problemática que se está abordando.

i) *Biota*

También conocida como biocenosis, se refiere a una comunidad de organismos que habitan un área dada, ya sea terrestre o acuática, determinada por las propiedades del medio y por la relación entre sus componentes, (Camacho y Ariosa, 2000).

ii) *Zona Costera*

La zona costera es entendida como la franja de convergencia entre la hidrosfera, litósfera y atmósfera. Es una región que presenta gran dinamismo y un frágil balance, que constantemente está siendo alterado por la influencia natural y humana (Beatley, *et al.*, 2002).

iii) *Medio Ambiente*

Medio ambiente, es el entorno vital: el sistema constituido por los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia de ambos (Gómez-Orea, 2003).

iv) *Impacto Ambiental (I.A.)*

“La modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.”
(Art. 3.XIX LGEEPA).

v) *Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.)*

“La E.I.A. es una herramienta para que los tomadores de decisiones identifiquen los posibles impactos ambientales de los proyectos propuestos, a fin de evaluar los enfoques alternativos, y de diseñar e incorporar medidas adecuadas de prevención, mitigación, gestión y monitoreo”, (F.A.O., 2012).

1.3 Publicaciones y antecedentes sobre el tema

La región del istmo de Tehuantepec se ha consolidado históricamente como un espacio estratégico del territorio mexicano. La importancia de la región es indudable no sólo para el país, sino a nivel internacional. Se puede mencionar desde un aspecto económico al istmo de Tehuantepec como la zona donde se concentran las mayores inversiones en infraestructura del petróleo, de aquí que se deriven actividades de refinería y petroquímica de grandes dimensiones en la región, las cuales derivan en cuantiosos ingresos al país, pero también en enormes estragos ambientales (véase *Mapa 1*).

La región también es fundamental desde el aspecto ambiental. El istmo de Tehuantepec se localiza dentro de una zona de transición entre dos grandes regiones biogeográficas ya mencionadas: la neártica, que se extiende desde el centro de México hasta Canadá y Groenlandia, y la región biogeográfica neotropical, que ocupa desde el centro de nuestro país hasta la parte sur del continente americano. La interacción entre ambas crea una zona de transición⁷, o ecotono, que ocupa todo Centroamérica hasta la región del istmo de Tehuantepec; esto le da al istmo características especiales en cuanto a su biodiversidad pues como se sabe, gran parte de la diversidad biológica del país se concentra en los estados del sur y especialmente en Oaxaca y Chiapas.

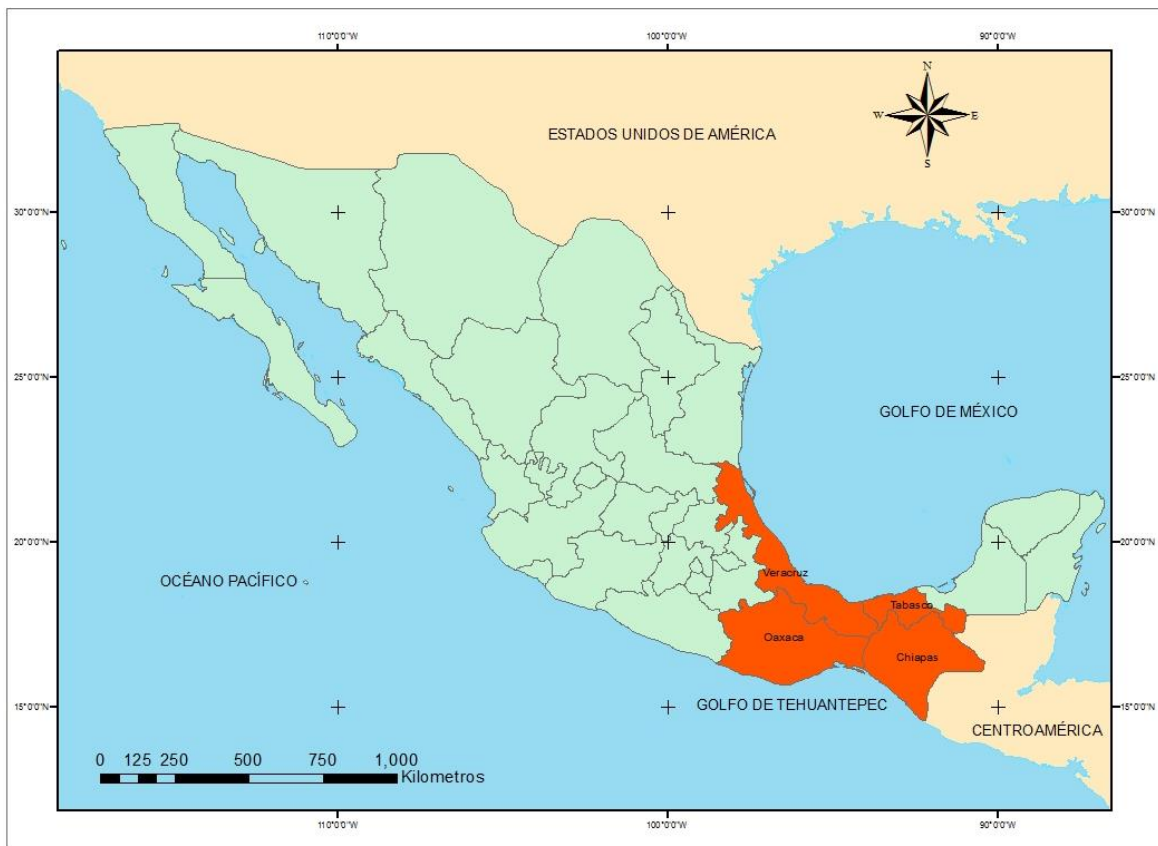
⁷ Halffter (1987) le da el nombre a esta región de Zona de Transición Mexicana

Las investigaciones respecto a la región del istmo de Tehuantepec son amplias y variadas; en fechas más recientes las investigaciones sobre la región han tenido un giro de corte ambientalista ya que se ha reconocido el enorme impacto antrópico que está sufriendo la región por distintos proyectos energéticos; se ha hecho más énfasis en realizar investigaciones de carácter ambiental, que traten los problemas actuales de deterioro ambiental el cual está mayormente relacionado con contaminación por hidrocarburos debido a la importante dinámica industrial en torno a este combustible fósil.

Existe una importante producción de corte económico en estudios sobre la región, debido sin duda a la importante actividad industrial tanto en la parte sur del istmo (golfo de Tehuantepec) como en la parte norte (golfo de México), así como al hecho de ser un espacio geoestratégico para el flujo nacional e internacional de mercancías. Desde el siglo XIX y hasta la actualidad se han documentado distintos proyectos industriales con el fin de detonar la capacidad económica de la región. Respecto al tema se han publicado desde “Planes de Desarrollo Regional”, “Planes de Desarrollo Nacional”, hasta proyectos de integración regional –es el caso del “Plan Puebla-Panamá”- en los cuales la problemática ambiental es abordada de manera superflua y poco eficiente. Es importante destacar que el hecho de que se esté agudizando la contaminación ambiental en la zona ha orillado, tanto a la iniciativa privada como a la estatal, a fondear proyectos de investigación para evaluar el daño ambiental y tener una mejor margen de maniobra sobre las actividades productivas que se pueden seguir realizando en la región.

Las actividades petroleras en la zona de Salina Cruz han producido desastres ecológicos de diversas magnitudes. Por ejemplo, en mayo de 1999 se presentó un derrame de aguas aceitosas en la Terminal Marítima de Salina Cruz que llegó al mar y, en agosto de 1999, un derrame durante la carga del buque tanque “Maya” vertió al mar 110 barriles de combustóleo (IMP, 1999a y b en; González Lozano, 2007). El rompimiento de una toma clandestina en el poliducto Minatitlán-Salina Cruz generó un derrame de petróleo que contaminó a la Laguna Superior (IMP, 2000 en; González Lozano, 2007). Más recientemente se han registrado múltiples accidentes relacionados con fugas y vertidos de combustibles en la zona de la Terminal Marítima: se puede apreciar que la contaminación en la zona es constante desde que comenzó operaciones la refinería Ing. Antonio Dovalí

Jaime. Estos accidentes han producido constantes reclamos de pescadores locales del área de Salina Cruz, por lo que PEMEX-Refinación y las autoridades ambientales como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), han enfocado sus esfuerzos en materia ambiental para dar respuesta a estos incidentes (González-Lozano, *et al.*, 2006). Al respecto, las investigaciones llevadas a cabo para conocer de mejor forma lo que está sucediendo en los ambientes marinos y costeros de la región giran en torno a análisis de sedimentos sobre la plataforma continental de la zona como es el trabajo de González-Lozano (2006) o el de Alfonso V. Botello (1995).



Mapa 1. Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz comparten el Istmo de Tehuantepec, escala 1:15,000,000 (Elaboración propia con base en INEGI 2010)

Los metales son tóxicos en altas concentraciones y cuando se encuentran asociadas a alguna fuente contaminante, como es el caso de los productos derivados de las refinerías de petróleo, aportan una gran cantidad de desechos a los cuerpos de agua, llegando

directamente a los sedimentos, los que, a su vez, son incorporados a los organismos vivos, siendo la fuente más importante de transmisión directa al hombre⁸. El impacto resultante se manifiesta en efectos letales a corto y largo plazos en la biota circundante de dicho lugar, tales como migraciones, alteración del hábitat, de las cadenas tróficas, destrucción de fuentes de alimentación y enfermedades. Por lo tanto, el petróleo puede constituir un vehículo para la movilización y transporte de algunos metales a la zona lagunar-estuarina tanto del municipio como de la que se encuentra más al este del golfo.⁹ Esta contaminación, sin embargo, no es exclusiva de las actividades relacionadas con el petróleo, pues el aumento de los centros urbanos ha generado que contaminantes generados por los asentamientos humanos lleguen al mar, siendo un foco más de contaminación.

Según Pica (1994) en V. Botello Alfonso, Villanueva Susana, et al., (1995), los metales pesados que están asociados a las actividades petroleras son níquel, vanadio, plomo y cromo. Por otro lado, este mismo estudio indica que, también el níquel y el vanadio se asocian a la actividad petrolera. La importancia de reconocer estos elementos químicos en los ambientes marinos costeros está íntimamente vinculado con las mareas rojas, y es aquí cuando se hace trascendente el reconocer que éstas, causadas en buena medida por la contaminación antrópica, como los vertidos de metales pesados al agua y desechos humanos como heces fecales y aguas contaminadas por tratamientos industriales variados, han dejado ver su impacto en actividades como la acuicultura, las pesquerías y la salud humana; todos estos problemas se han incrementado y extendido a nivel mundial debido a la eutrofización y a los cambios meteorológicos a gran escala (Ronsón-Paulín, 1999).

1.4 Legislación ambiental en México y el mundo

El ímpetu que ocasionó el paradigma del desarrollo durante el siglo pasado, arrastró al medio natural a una situación de emergencia; distintos problemas ambientales como la deforestación, la desertificación, la erosión, el calentamiento global, la contaminación, la

⁸ Una interesante investigación sobre las mareas rojas y sus posibles orígenes en las costas de Guerrero y Chiapas es desarrollado por Ronsón Paulín (1999).

⁹ Curtidor López, Berenice (1999). *"Determinación de metales pesados en sedimento y agua, del estero 'La Ventosa', Salina Cruz, Oaxaca, México"* Servicio Social. Licenciatura en Hidrobiología, U.A.M. Iztapalapa.

pérdida de biodiversidad, la urbanización y la pérdida de la capa de ozono, han sido consecuencias de esta dinámica industrial.

En los años 60 del siglo pasado, comienza la preocupación por el acelerado deterioro ambiental. Para 1972, convocada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se realiza la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano en Estocolmo, Suecia, cuyo principal objetivo fue tratar sobre la importancia de tomar medidas serias sobre el cambio que el propio hombre estaba ocasionando en su ambiente. Resultado de esta conferencia fue la creación del Programa de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente (PNUMA). En 1987 se publica el “Informe Brundtland”, elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, creada en 1983. Este informe sintetizó los desafíos ambientales para la humanidad. Un par de cumbres han sobresalido por el tipo de acuerdos y metas a que se ha llegado: Río de Janeiro 1992 y Nueva York 1997.

En México la legislación ambiental partió, al igual que en otros países, de las llamadas “legislaciones de primera generación”, caracterizadas por ser de tipo reactivo, esto es, enfocadas a hacer frente a las consecuencias negativas derivadas de los modelos iniciales de desarrollo industrial y de la introducción al comercio. Estas actividades ocasionaron la liberación de una enorme cantidad de materiales contaminantes al medio ambiente (gases, desechos sólidos, vertidos contaminantes, etc.).

Esta normatividad se fue remplazando por una segunda generación tendiente a introducir enfoques preventivos, asumiendo, en la relación costo-beneficio, que es preferible prevenir que remediar, en la cual se han prescrito formas precisas e incluso modalidades tecnológicas específicas para alcanzar los fines que se persiguen, especialmente en la gestión ambiental de la industria; el enfoque preventivo se dirige a los factores determinantes de la contaminación y de la degradación ambiental.

Cabe esperar una tercera etapa de instrumentos de regulación, tanto jurídica como económica y administrativa, que utilicen medidas de prevención para bordar los factores condicionantes de los problemas ambientales como es el caso del manejo de sustancias

químicas propuesto por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)¹⁰.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es muy clara al señalar en los artículos 25, 27, 4, 73 frac. XVI y 115 frac. V y III, las bases para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, así como para la protección ambiental, abriendo el campo de las políticas ambientales.

El dilema del desarrollo sustentable resultante de la confrontación entre el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales, previstos en los artículos 25 y 27, es el componente esencial de las políticas ambientales y su conciliación sólo puede ser paulatina, relativa y de largo plazo, determinada, ante todo, por un cuerpo de estrategias que permitan su integración con las políticas generales de desarrollo económico y social.

La expedición en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fue determinante para la construcción de las capacidades institucionales relacionadas con el medio ambiente. Su objetivo principal fue sentar las bases para el diseño de políticas gubernamentales tendientes a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas. Para 1996 la LGEEPA se había reformado con el objetivo de establecer las bases para la descentralización, a través de una mayor participación de las autoridades locales así como una mayor participación ciudadana.

Un elemento de suma importancia es la Norma Oficial Mexicana: NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta Norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

¹⁰ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2004). *Perspectivas del medio ambiente en México. GEO México 2004*"; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), primera edición, México D.F.

Existen otras leyes que también repercuten en el manejo de los recursos costeros como la Ley Federal del Mar, la Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Al respecto de la zona costera, la SEMARNAT ha creado la Dirección Federal de Zona Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, cuya principal función es la administración y gestión ambiental de la zona de playa y terrenos ganados al mar.

1.5 Metodología

La descripción de comunidades bióticas es probablemente el aspecto que más tiempo requiere en una EIA. Las comunidades varían considerablemente en extensión.

Entre las técnicas de estudio de la fauna están aquéllas que contemplan la detección directa de los individuos, ya sea por avistamiento, captura, restos de animales, o por estimaciones indirectas basadas en indicadores de presencia o actividad como lo son las huellas, fecas, nidos o presencia de restos óseos en fecas y regurgitados de depredadores. También existen técnicas complejas de composición etérea de las poblaciones. Las técnicas de captura deben estar adecuadas a los distintos tipos de organismos (peces, aves, reptiles, roedores, murciélagos, cetáceos, etc.)

La elección del método para describir la vegetación depende de varios factores importantes. Según el propósito, se necesitan estudiar distintos atributos: la descripción de la fisonomía y estructura de la vegetación en general no requiere de la identificación de todas las especies ni del diseño de muestreos demasiado complicados, por el contrario, cuando es necesario describir la flora en su totalidad, se requiere la identificación de todas las especies y de un diseño de muestreo exhaustivo. Los primeros métodos se denominan fisionómicos y los segundos florísticos.¹¹

Asimismo, la recolección de información vendrá de fuentes hemerográficas, encuestas, libros, publicaciones, así como del tratamiento de bases de datos (principalmente de INEGI) e información geoespacial relacionadas con Áreas Naturales Protegidas (ANP-

¹¹ Espinoza, Guillermo (2007). *"Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental"*. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago de Chile, Chile.

CONABIO), sitios Ramsar, usos de suelo y vegetación, Regiones Marinas Prioritarias, en fin, numerosos insumos de cartografía digital. Estas bases de datos e insumos serán trabajadas mediante un software, ArcGIS 10.1. Las principales fuentes cartográficas fueron el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Se realizaron con apoyo de ArcGIS 10.1 y la constelación de satélites LANDSAT, cuatro Índices de Vegetación Normalizado (NDVI por sus siglas en inglés) utilizando métodos de teledetección básicos. El uso de estos índices, calculados a partir de la reflectancia en diferentes bandas del espectro electromagnético, nos indica la abundancia y estado de la vegetación. La firma espectral característica de la vegetación sana muestra un fuerte contraste entre la baja reflectancia en el rojo (0.6 y 0.7 μ) y la alta reflectancia en el infrarrojo de longitud de onda más corta (0.7 y 1.1 μ). Esta diferencia es tanto mayor cuanto mayor es la densidad de la vegetación y mejor su estado fitosanitario. En esta idea se basan la mayor parte de los índices de vegetación. El más conocido es el NDVI cuya ecuación es:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{BIR} - \text{BR}}{\text{BIR} + \text{BR}}$$

BIR= Banda infrarroja

BR= Banda roja

La información obtenida con esta transformación corresponde a diciembre de los años 1979, 1988, 1995 y 2009, queriendo con ello tener periodos de tiempo representativos de un cambio en la cobertura y uso de suelo (véase *Anexo 4: Insumos Cartográficos*). Es importante reconocer que un inconveniente de este índice es que al no responder a ninguna variable concreta sino a una amalgama de factores (cobertura, estado fenológico, estado fitosanitario) no resulta sencillo utilizarla para estudiar aspectos específicos de la vegetación; sin embargo, es un gran apoyo para obtener una idea en conjunto y general del estado de la vegetación. Las imágenes que se trabajaron fueron obtenidas del satélite LANDSAT 5 MSS y LANDSAT 7+. También mediante elaboración propia se hicieron 10 mapas: Mapa 1. Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz comparten el Istmo de Tehuantepec (escala 1:15,000,000); Mapa 2. Ubicación espacial del municipio de Salina Cruz, Oaxaca (escala 1:200,000); Mapa 3. Precipitación (mm) y tipo de clima en Salina Cruz, Oaxaca

(escala 1:150,000); Mapa 4. Principales rasgos hidrográficos del municipio (escala 1:150,000); Mapa 5. Sistema costero y marino (escala 1:200,000); Mapa 6. Identificación de las unidades ambientales (escala 1:100,000); Mapa 7. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1979 (escala 1:100,000); Mapa 8. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1988 (escala 1:100,000); Mapa 9. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1995 (escala 1:100,000); Mapa 10. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 2009 (escala 1:100,000).

Otras herramientas que se aplicaron en este estudio fueron la matriz de Leopold, las tablas PROCESO-CAUSA-EFECTO, el esquema PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA, así como el uso de listas de control y la aplicación de encuestas para el análisis estadístico (véase *Anexo 3. Tablas y matrices*).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Representa una opción de características mucho más cualitativas que cuantitativas que corresponde a una de muchas matrices existentes como alternativa en los estudios de carácter ambiental. La base del sistema es una matriz en la que las entradas según columnas son las acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las características del medio o factores ambientales que pueden ser alteradas (Verd, 2000). La Matriz 1 es de manera general aplicable a la zona de estudio, se obtuvo a partir del reconocimiento en campo de las características de la zona de estudio y se presenta como modelo metodológico. Ya en el cuerpo de este trabajo se detalla cada matriz para cada unidad ambiental (véase *Matriz 1*).

La tabla PROCESO-CAUSA-EFECTO y el esquema PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA están basados en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen determinada influencia sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales. Asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (OCDE, 1993). De igual manera para su elaboración se clasificaron los elementos principales que interactúan en el espacio habitado, primero, mediante la literatura existente sobre el tema y después con su corroboración en campo.

Se realizaron un total de 71 encuestas en distintas localidades del municipio, tratando con ello de cubrir la variabilidad de ambientes en la zona de estudio. Las encuestas giraron en torno a dos ejes principales, los cuales fueron; calidad de vida y calidad ambiental. En calidad de vida se preguntó sobre tipo de vivienda y disponibilidad de servicios, mientras que, respecto a calidad ambiental las preguntas se enfocaron a afectaciones atmosféricas, calidad de los cuerpos de agua, desechos sólidos y fuentes de ruido.

En el diagrama metodológico se representan todos los pasos que habrá de seguir la investigación. Se han establecido tres grandes categorías que corresponden a etapas de gran importancia dentro de las cuales se debe desarrollar una serie de ejercicios: la recopilación de textos sobre el tema; contenidos (análisis y jerarquización de la información); insumos (permitirán acceder al plano del análisis); y, así, de manera posterior la obtención de productos (lograr una interpretación certera y propositiva), (véase *Figura 5*).

Una EIA permite hacer uso de una serie de regionalizaciones como el concepto de geosistema y, a su vez, el de unidades ambientales. Un geosistema hace referencia, como ya se dijo, a un espacio geográfico, el cual comparte características únicas respecto a otros ambientes y esto lo hace una unidad por sí mismo. Dentro de este geosistema podemos ubicar lo que se conoce como unidades ambientales, que se refiere a “zonas homogéneas de ecosistemas naturales. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía.”¹² Delimitar estas unidades ambientales en la zona de estudio es primordial para este estudio.

La EIA constituye una de las figuras jurídicas más novedosas de la legislación ambiental mexicana y ha estado en el centro de los asuntos ambientales. Es, ante todo, un procedimiento jurídico-administrativo. La LGEEPA determina que la EIA es el procedimiento a través del cual la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones

¹² Organización de Estados Americanos (1987). Comisión Mixta de Cooperación Amazónica – Ecuatoriano – Colombiana. “*Plan de Ordenamiento y manejo de las cuencas de los ríos San Miguel y Putumayo*”. Departamento de Desarrollo regional. Washington, D.C.

establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el mismo.

Para la Organización de Estados Americanos (OEA; 1987), el concepto de unidad ambiental representa “zonas homogéneas de ecosistemas naturales. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía.”¹³

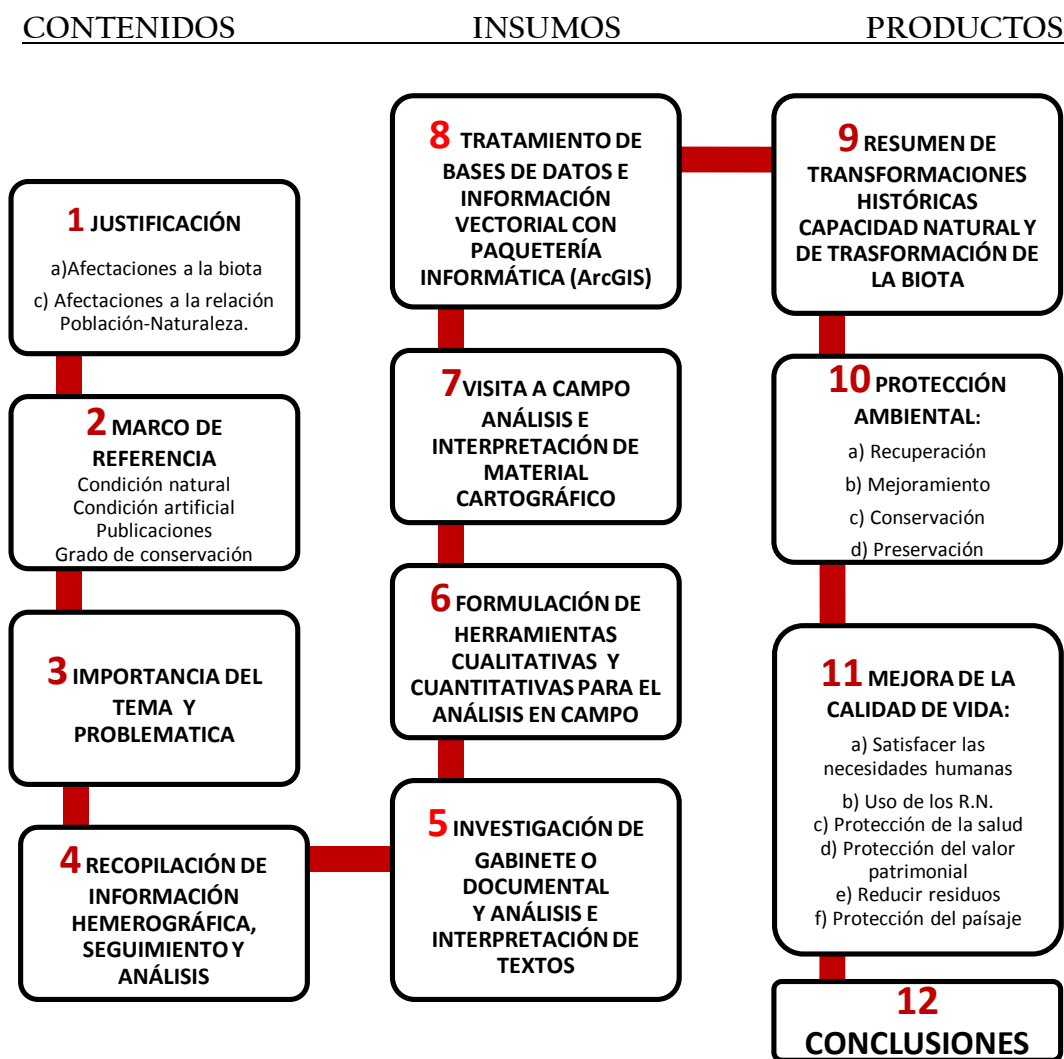


Figura 5. Diagrama metodológico de los pasos a seguir en la investigación

¹³ Organización de Estados Americanos (1987). Comisión Mixta de Cooperación Amazónica – Ecuatoriano – Colombiana. “Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos san Miguel y Putumayo”. Departamento de Desarrollo regional. Washington, D.C.

Matriz 1. Con base en "Matriz de Leopold" aplicable a la zona de estudio. (Citada en W. Canter, Larry (1998). "Manual de evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto". McGraw Hill. Madrid, España)

Acciones que pueden causar impacto		Condiciones ambientales	
CATEGORÍA	ACCIÓN	CATEGORÍA	FACTOR
1. Modificación del régimen.	<ul style="list-style-type: none"> a. Modificación del hábitat. b. Alteración de la cubierta de suelo. c. Quemadas. d. Alteración de la hidrología subterránea. 	<ul style="list-style-type: none"> A. Características físicas y químicas. <ul style="list-style-type: none"> 1. Tierra. 2. Agua. 3. Atmosfera. 4. Procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Recursos minerales (comunes). b. Suelos. <ul style="list-style-type: none"> a. Superficial. b. Océano. c. Subterráneo. d. Calidad e. Recarga. a. Calidad (gases y partículas) b. Clima (micro). c. Temperatura. a. Deposición (sedimentación) b. Erosión. c. Tensión (terremotos) d. Movimientos del aire.
2. Transformación del suelo y construcción.	<ul style="list-style-type: none"> a. Urbanización. b. Parcelas y edificios industriales. c. Autopistas y puentes. d. Carreteras y vías. e. Oleoductos. f. Dragado de canales. g. Canales. h. Muelles, espigones, marinas y terminales portuarias. i. Estructuras mar abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> B. Condiciones biológicas. <ul style="list-style-type: none"> 1. Flora. 2. Fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Árboles. b. Arbustos. c. Herbáceas. d. Cultivos. e. Microflora. f. Plantas acuáticas. g. Especies en peligro. a. Aves. b. Animales terrestres, incluso reptiles. c. Peces y crustáceos. d. Organismos béticos. e. Insectos. f. Microfauna. g. Especies en peligro.
3. Extracción de recursos.	<ul style="list-style-type: none"> a. Dragados. b. Pesca comercial 		
4. Producción.	<ul style="list-style-type: none"> a. Agricultura. b. Tratamiento del mineral. c. Industria química. d. Refinado de petróleo. e. Almacenaje de productos. 		
5. Cambios en el tráfico.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ferrocarril. b. Automóvil. c. Camiones. d. Buques. e. Oleoductos. 	<ul style="list-style-type: none"> C. Factores culturales. <ul style="list-style-type: none"> 1. Usos del suelo. 2. Estatus cultural. 3. Instalaciones fabricadas y actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Naturaleza y espacios abiertos. b. Humedal. c. Agricultura. d. Bosques/pastos. e. Residencial. f. Comercial. g. Industrial. h. Minería y canteras. a. Estilo de vida. b. Salud y seguridad. c. Empleo. d. Densidad de población. a. Construcciones. b. Redes de transporte (movimiento, acceso).
6. Acumulación y tratamiento de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> a. Vertidos al mar. b. Acumulación de restos, rechazos y sobrantes. c. Depósitos subterráneos. d. Vertidos de agua en refrigeración. e. Emisiones de los residuos municipales. f. Lubricantes usados. 		
7. Accidentes.	<ul style="list-style-type: none"> a. Explosiones. b. Derrames y escapes. c. Fallos operativos. 	<ul style="list-style-type: none"> D. Relaciones ecológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Insectos vectores y enfermedades. b. Cadenas tróficas.

2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Tres aspectos físicos o naturales moldean las relaciones del hombre con el espacio: 1) La morfología del terreno (de la zona costera y de la marina); 2) las condiciones climáticas (que resultaran en las especies de flora y fauna existentes) y; 3) la ubicación geográfica a nivel planetario (longitud y latitud. Este aspecto está estrechamente vinculado con el clima). Las condiciones naturales de dicho espacio tendrán características que permitirán el desarrollo de determinadas relaciones sociales, las cuales a su vez y en una compleja retroalimentación, irán modificando el paisaje y después el espacio geográfico¹⁴.

Salina Cruz, es un punto estratégico dentro de la costa del pacífico mexicano. Se localiza en lo que se conoce como el Pacífico Tropical Mexicano. Entre los paralelos 16°06' y 16°16' de latitud norte; los meridianos 95°08' y 95°18' de longitud oeste; altitud entre 0 y 800 m (INEGI, 2010) (véase *Mapa 2*).

Es apropiado hacer un esfuerzo por comprender la relación que se ha establecido entre la naturaleza y el hombre, siendo muy importante mencionar las características de las poblaciones humanas, ya que estas están vinculadas con su territorio, desarrollando actividades que como ya se vio en el capítulo anterior influirán mucho en el estado y conservación de este sistema costero.

2.1 Aspectos físicos

La región del istmo de Tehuantepec, es una porción del territorio mexicano privilegiada. El hecho de su ubicación dentro de la zona de transición de dos regiones biogeográficas le dota de una enorme biodiversidad de ambientes y de especies. También se reconoce a nivel internacional la zona del golfo de México como la ubicación de importantes yacimientos de petróleo y gas natural. Esto y el hecho de ser vecino de la potencia capitalista más grande

¹⁴ Santos, Milton (1996). *“Metamorfosis del espacio habitado”*. Primera edición. Oikos-Tau. España.

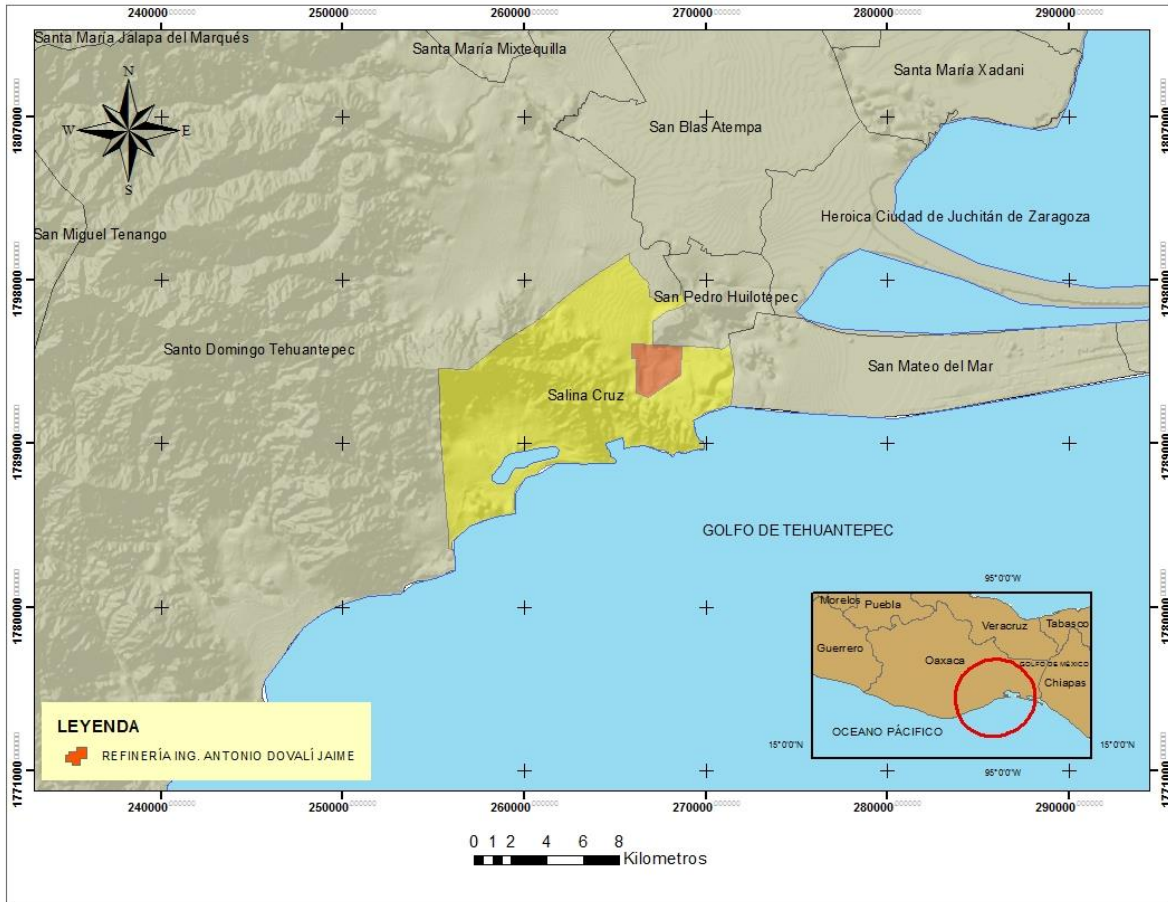
del momento hacen de México un espacio sumamente atractivo para la explotación de sus recursos naturales.

La zona de estudio se ubica en la provincia Istmo de Tehuantepec-Sierra Madre del Sur, dentro de la subprovincia golfo de Tehuantepec, que, a su vez, contiene la región hidrológica Tehuantepec con una superficie aproximada de 15,564 km² y un escurrimiento de 1,368.7 millones de m³ de agua al año.

El golfo de Tehuantepec es un amplio golfo del Océano Pacífico localizado al sureste de México, entre los estados de Oaxaca y Chiapas. Se extiende unos 350 km en dirección E-W y 80 km en dirección N-S. Sus puntos extremos son, al este la Barra de Santiago, Chiapas y al oeste, Puerto Ángel, Oaxaca. En la porción oriental del golfo de Tehuantepec se observa que la extensión de la plataforma continental es amplia, con un promedio de 45 km y con pendientes suaves que van de 0.3 a 1.5 grados. La parte occidental es muy estrecha, teniendo de 1 a 15 kilómetros de longitud en la zona que comprende desde el sistema lagunar Laguna Superior e Inferior hasta más al este del municipio de Salina Cruz, con pendientes de 1.0 grado en promedio (ver *Mapa 2*). Datos sísmicos y gravimétricos recolectados por Fisher (1961); Hayes y Ewing (1970); Sánchez-Barreda (1981) y Pedrazzini *et al.* (1982), demuestran que la región “está formada por un conjunto de bloques afallados” (Morales de la Garza & Carranza-Edwards, 1995)

El golfo de Tehuantepec posee una amplia plataforma continental de unos 100 km de promedio, y la mayor Trinchera Oceánica del Pacífico Oriental Tropical, la mesoamericana, de más de 5,000 metros de profundidad.

En el golfo de Tehuantepec se localiza la bahía La Ventosa. Localizada al noreste de Cerro Morro (Salina Cruz carece de la presencia de grandes elevaciones aunque la existencia de cerros en su periferia es considerable), tiene una extensión aproximada de 3.70 km², en su parte occidental con profundidades irregulares, lo que se debe a la gran cantidad de sedimentos que son depositados por el río Tehuantepec durante la época de lluvias; aquí, las rompientes son fuertes y se extienden aproximadamente un metro hacia afuera de la barra ubicada en la desembocadura del río, por lo que el desembarco resulta muy difícil dentro de la bahía.



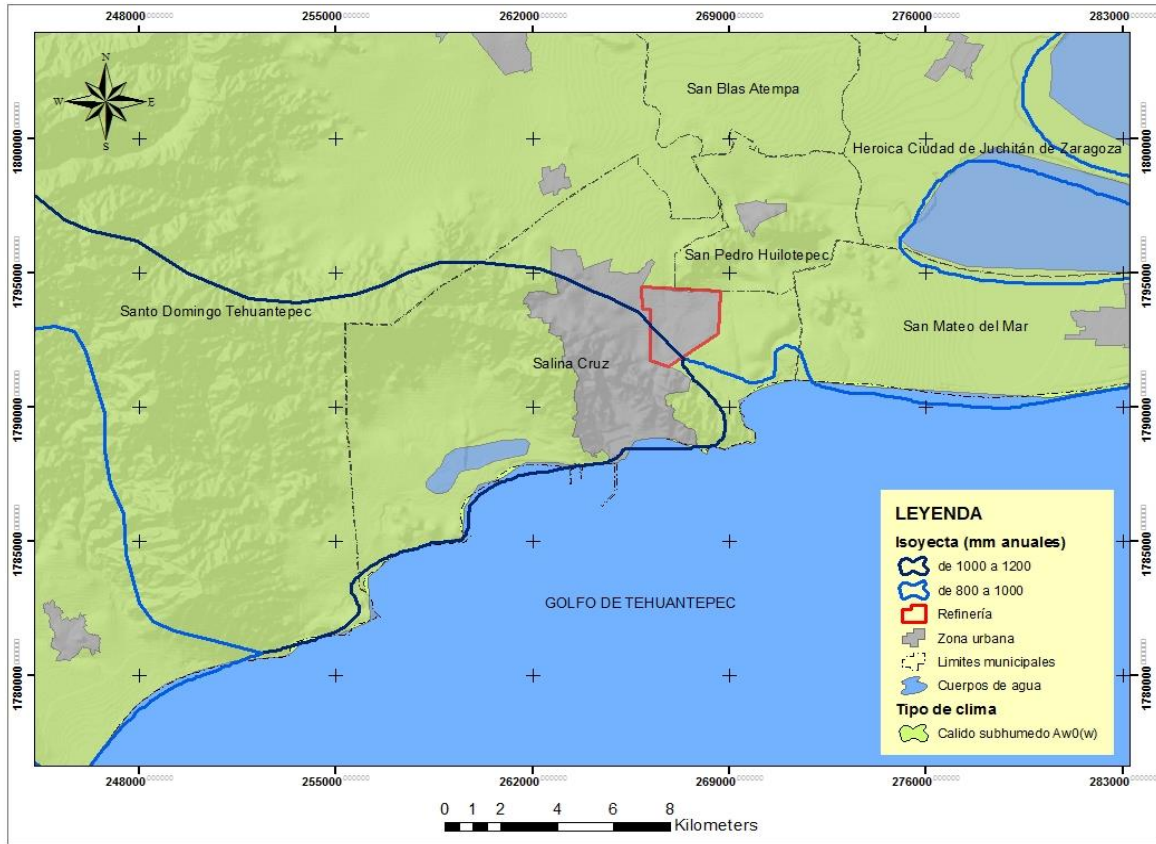
Mapa 2. Ubicación espacial del municipio de Salina Cruz, Oaxaca, escala 1:200,000 (Elaboración propia con base en INEGI 2010)

También al oeste de bahía La Ventosa se localiza la bahía de Salina Cruz, que se sitúa entre Morro de Salinas y Cerro Morro, expuesta a los vientos del sur y a un fuerte oleaje oceánico procedente del sureste.

2.1.1 Condiciones climáticas en Salina Cruz, Oaxaca

En el estado de Oaxaca predominan los climas cálidos, desde los húmedos con lluvias todo el año hasta los subhúmedos con lluvias en verano y de menor humedad; en conjunto abarcan cerca de 47% de la superficie de la entidad; los semicálidos prevalecen en 22% del territorio estatal y presentan los mismos regímenes de lluvia y grado de humedad que los

primeros; los templados, con iguales características, cubren alrededor de 20% del territorio; los semisecos 9%, los secos poco menos de 2% y los semifríos algo más de 0.5% (véase Mapa 3).



Mapa 3. Precipitación (mm) y tipo de clima en Salina Cruz, Oaxaca, escala 1:150,000 (Elaboración propia con base en INEGI 2010 y CONABIO 2012)

En el municipio de Salina Cruz, de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (1973), se tiene un clima “Aw”, tropical con predominancia de lluvias en verano. El clima cálido subhúmedo se encuentra en el 23% del país, en el que se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22° y 26°, con regiones en donde superan los 26°C.

2.1.2 La hidrografía de Salina Cruz, Oaxaca

Salina Cruz se localiza dentro de la región hidrológica denominada Tehuantepec, la cual a su vez contiene a la cuenca del río Tehuantepec. El río Tehuantepec es el rasgo hidrológico más importante del municipio, con una longitud aproximada de 240 km hasta su desembocadura en el golfo de Tehuantepec¹⁵, encauzando un promedio de 1,368.7 millones de metros cúbicos de agua al año. Sin embargo, aunque ninguno de sus tramos es navegable, el agua es utilizada para cubrir las necesidades de los asentamientos humanos, así como las actividades agrícolas e industriales (véase *Mapa 4*), (Méndez-González, 1988).

El descubrimiento de sedimentos ricos en fosfatos hace del golfo de Tehuantepec una zona de atractivo interés potencial por un eventual aprovechamiento de materias primas básicas para la elaboración de fertilizantes (Carranza E.; Morales de la Garza y Rosales Hoz en Tapia-García, 1998).

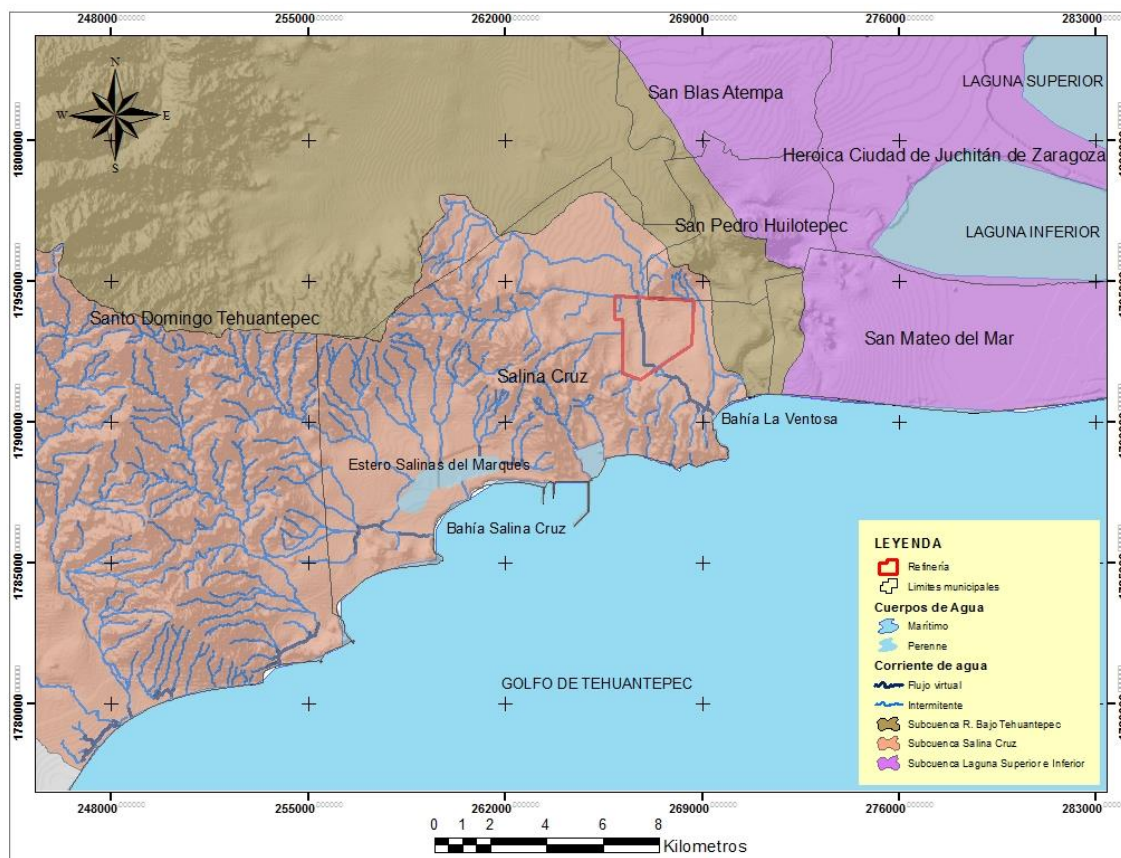
Otro rasgo a destacar es la bahía La Ventosa, situada al noroeste del puerto, en donde se realizan actividades recreativas y se desarrolla la pesca de tipo artesanal; en ella desemboca el estero La Ventosa, el cual es somero e inundable durante la época de lluvias y durante el estiaje permanece aislado del mar debido al cúmulo de arena gruesa (González-Lozano, 2007) (véase *Mapa 4*).

Al respecto de los rasgos hidrológicos marinos de la región es muy importante destacar el papel que desempeñan las surgencias eólicas como medio de transporte de nutrientes del lecho marino hacia la superficie. La amplia plataforma continental que posee el golfo de Tehuantepec propicia estos fenómenos.

Ubicada al este del puerto de Salina Cruz, se encuentra una zona lagunar, compuesta por tres lagunas-esteros, la Laguna Superior, la Laguna Inferior y la Laguna del Mar Muerto. A pesar de que este sistema lagunar no se localiza en el municipio de Salina Cruz tiene una enorme importancia ambiental para la región; hay que destacar también que muchas de las actividades realizadas en el puerto de Salina Cruz, así como en la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime y en la Terminal Marítima PEMEX Refinación (TMPR), afectan con el vertido

¹⁵ Sistema nacional de Información Estadística y Geográfica. «Vertiente y principales ríos - longitud - periodo de observación - 2004 - nacional»

de sus aguas residuales la circulación de las corrientes marinas, además de propagar la contaminación.



Mapa 4. Principales rasgos hidrográficos del municipio, escala 1:150,000 (Elaboración propia con base en CONABIO 2012)

2.1.2.1. Las surgencias eólicas

Las características propias de la zona (corrientes marinas, escurrimientos fluviales y vientos característicos) hacen del istmo oaxaqueño una zona de gran potencial biológico marino. La presencia de importantes aportes de nutrientes y la aparición de surgencias son los detonadores de este potencial biológico.

El istmo y el golfo de Tehuantepec son regiones muy interesantes y que son objeto de un gran estrés ecológico desde el punto de vista meteorológico, oceanográfico y pesquero. El

istmo de Tehuantepec, tiene una longitud de 200 km entre las costas del golfo de México y las costas del golfo de Tehuantepec. Es una discontinuidad de 40 km en la cadena montañosa de las sierras madres que van de oeste a este. El istmo tiene 200 metros de altitud máxima. Esta discontinuidad permite el paso de los vientos entre el golfo de México y el golfo de Tehuantepec. Durante el invierno las masas de aire frío de origen continental pasan sobre el golfo de México, el cual se convierte en un reservorio atmosférico cuyas fronteras son las orillas del continente. El aire frío baja y se desplaza hacia el sur, confinándose en la parte más al sur de la bahía de Campeche; en este lugar, al reducirse el área que circunda el continente, se reduce el área transversal sobre la cual pasa el viento y al entrar en contacto con una región de menor presión, aumenta considerablemente su velocidad, con lo cual al cruzar el istmo, sale como un torrente intenso del lado del golfo de Tehuantepec. “Los ‘tehuanos’ acometen violentamente sobre el mar y es tanta la fuerza de arrastre que desplazan enormes volúmenes de agua del estrato superficial del mar, particularmente del golfo de Tehuantepec, en un área oceánica de aproximadamente 500 km hacia el sur por 200 km de ancho. Este fenómeno se conoce como ‘surgencia eólica’”¹⁶ Estos vientos inducen la formación de una zona de surgencia que gobierna la circulación y las características termohalinas del golfo durante el invierno (Gallegos García y Barberán Falcón; Tapia-García, 1998).

Sin embargo, a pesar de la importancia de estas surgencias eólicas para la región del golfo de Tehuantepec, se ha constatado que, al igual que los indicadores mundiales sobre producción pesquera, los niveles de captura van en picada, las grandes zonas de captura han visto caer sus registros en los últimos 20 años lo cual, como se sabe, es consecuencia de dos factores cruciales: primero, se tiene la desmesurada captura de especies marinas, la cual en ocasiones se da en tiempos de reproducción de las especies (veda) y en segundo lugar, los aportes de contaminantes en las zonas costeras –que a nivel mundial es donde se da el mayor volumen de pesca que se dispararon durante las últimas décadas a raíz de los desarrollos industriales en todo el mundo.

¹⁶ Bozada Robles, Lorenzo Manuel (2008). “*Las Pesquerías del Complejo Lagunar del Istmo de Tehuantepec. Istmo Mexicano*”. Tesis de Doctorado. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Oaxaca de Juárez, México.

2.2 Función económica del municipio

El municipio de Salina Cruz, Oaxaca, ubicado en la costa del Pacífico mexicano, ha vivido distintos momentos históricos, importantes en su consolidación como centro urbano. Durante finales del siglo XIX y comienzos del XX, Salina Cruz se destacó como un puerto comercial de mucha importancia a nivel internacional; las condiciones físicas de estrechez que posee por su condición de istmo hicieron de esta zona del Pacífico un lugar de interés para inversionistas y constructoras, que vieron en la zona la posibilidad de una comunicación interoceánica que permitiera la mayor velocidad de los flujos mercantiles. Dichos intereses impulsaron el desarrollo de la infraestructura portuaria, consolidándose después una red ferroviaria y de caminos, que impulsó a su vez el desarrollo industrial y mercantil en la región. En el año de 1823, Tadeo Ortiz, en una expedición realizada a la región del istmo, inmediatamente después de haberse obtenido la independencia de la corona española, sugirió, por primera vez, la posibilidad de establecer una vía de comunicación transístmica entre Puerto México, hoy Coatzacoalcos y Salina Cruz (García-Guzmán, 2007). La condición física de estrechez del terreno en esta parte del país, permitió que fuera objeto de ambiciosos planes de desarrollo.

Salina Cruz alcanzó el índice más alto en productividad laboral, producción *per cápita* y formación bruta de capital fijo a pesar de que durante largo tiempo las zonas costeras de México se mantuvieron como regiones poco atractivas para la expansión y el crecimiento de los asentamientos humanos; el aumento de población que han experimentado en las últimas décadas no ha escapado al patrón territorial característico del interior del país: desigual y altamente concentrado a favor de unas cuantas localidades urbanas.

Salina Cruz es el principal núcleo urbano de la región Istmo-Pacífico, concentrando en su territorio actividades productivas de alto impacto económico y urbano, especializándose como una ciudad industrial y portuaria pero que ahora se destaca cada vez más por los servicios.

El crecimiento en el municipio se ha dado de una forma radical, según García-Guzmán (2007); ha habido expansión urbana hacia el poniente, norte y al oriente en menor medida, respecto al centro de Salina Cruz. Hacia el poniente la mancha urbana se ha concentrado en

torno a las dos principales vialidades: la carretera Salinas del Marqués y el eje costero, saturándose los cerros del ejido Las Salinas, alrededor de la Terminal Marítima de PEMEX-Refinación que funciona como barrera artificial al crecimiento habitacional; hacia el oriente, la concentración se da alrededor de la carretera que lleva a La Ventosa, teniendo el cerro del Morro importantes asentamientos humanos. Según este mismo autor es el norponiente de Salina Cruz la zona de mayor crecimiento, hecho que se vincula con la ausencia de ductos de PEMEX y la comunicación con la otra ciudad importante de la región que es Tehuantepec.

Se ha identificado que el proceso de urbanización se ha dado en sitios de gran riesgo, ya sea por la presencia de instalaciones industriales, en zonas de suelo colapsables o sobre tierras de uso agrícola.

La organización urbana del estado de Oaxaca distingue entre dos tipos de uso para el suelo: el urbano y el no urbano. Los usos no urbanos representan el 63.17% del área de estudio (zona conurbada, conformada por los núcleos urbanos de Santo Domingo Tehuantepec, San Mateo del Mar y San Pedro Huilotepec, principalmente) con un total de 12,688 ha, mientras que el suelo con uso urbano representa un poco más del 36% de la superficie de Salina Cruz (Plan de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada, 1998).

A Salina Cruz le corresponde la zona de aprovechamiento agrícola de riego No. 19; es en dicha zona donde se lleva a cabo la mayor actividad agrícola y ésta se localiza en los límites del río Tehuantepec, las zonas serranas, en las inmediaciones del estero ubicado en la ventosa, al norte y poniente de Salina Cruz y hacia el poniente y sur de los límites del municipio de Tehuantepec (García-Guzmán, 2007).

La flota camaronera de alta mar oaxaqueña, ocupa el sexto lugar a nivel nacional y se encuentra concentrada en su totalidad en el puerto de Salina Cruz, Oaxaca. En la actualidad está compuesta por 92 embarcaciones.

Salina Cruz es el único puerto en el estado de Oaxaca que dispone de infraestructura pesquera, portuaria y naval que, aunque se ha visto deteriorada en la última década, constituye un pilar importante para la reactivación de la industria pesquera en el estado.

La pesca da ocupación a 630 pescadores en forma directa, al embarcar a 7 tripulantes en cada una de las embarcaciones que forman la flota de alta mar del puerto, empleando en forma indirecta a 3,500 trabajadores de la industria auxiliar que laboran principalmente en talleres metalmecánicos, varaderos y astilleros y otros dedicados a la venta de insumos marinos para la pesca del camarón.

La morfología costera y marina del golfo de Tehuantepec han permitido que esta zona del país sea una de las más productivas del Pacífico Tropical Mexicano, en cuanto a extracción de recursos marinos como la pesca.

2.2.1 La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime

Con el objetivo de elaborar productos petrolíferos que cubran parte de la demanda nacional, basándose en las necesidades de consumo, además de realizar la exportación de crudo y destilados por las costas mexicanas del litoral del Pacífico, Petróleos Mexicanos proyectó la construcción de la Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime, la cual inició sus operaciones en el mes de abril de 1979 y, desde entonces, ha sido un centro de refinación en constante crecimiento como lo marca la cronología de sus operaciones. Se instaló al norte del estero La Ventosa (Rivière D'Arc y Prévot-Schapira, 1984; González-Lozano, 2007).

La refinería es abastecida por un par de ductos principales de 30 y 48 pulgadas provenientes de la estación de recolección y bombeo en Nueva Teapa, Veracruz. Según información de PEMEX, la refinería abarca una extensión de 600 hectáreas, con la capacidad de procesar 330,000 barriles por día. Se tiene una capacidad de almacenaje de 14 millones de barriles en 125 tanques, 20 almacenan materias primas, tales como crudo Istmo, Maya y sus mezclas y metanol; 39 para productos intermedios como gasolina primaria, slop, base nova, querosina primaria, turbosina primaria, diésel primario, aceite cíclico ligero, gasóleos, residuos catalíticos, aceite recuperado y 66 para productos finales: butano-butileno, propileno, gas LPG, gasolina Pemex Magna, turbosina, tractomex, diésel desulfurado, Pemex Diésel, combustóleo, TAME y MTBE. (Revista Octanaje, 1999).

Tabla 1. Proceso de petróleo crudo por refinería, primer semestre de 2014. (Miles de barriles diarios).
(Fuente: PEMEX, Anuario estadístico 2014)

		OBSERVADO- MENSUAL					
Descripción	(Mbd)	Ene/2014	Feb/2014	Mar/2014	Abr/2014	May/2014	Jun/2014
Total		1,193.708	1,102.336	1,193.571	1,232.050	1,168.598	N/D
Cadereyta		199.732	187.111	172.204	188.204	108.355	N/D
Pesado		98.217	97.988	94.921	96.003	63.825	N/D
Ligero		101.515	89.123	77.283	92.201	44.530	N/D
Superligero		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Otras corrientes (1)		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Reconstituido		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Madero		126.576	77.550	136.829	140.636	128.293	N/D
Pesado		112.740	66.791	124.731	127.852	115.224	N/D
Ligero		13.836	10.759	12.098	12.784	13.070	N/D
Superligero		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Reconstituido		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Líquidos		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Minatitlán		158.044	172.197	166.533	173.562	179.955	N/D
Pesado		127.406	136.735	121.416	129.218	131.702	N/D
Ligero		30.638	35.462	45.117	44.344	48.254	N/D
Superligero		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Reconstituido		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Líquidos		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Salamanca		179.761	181.835	184.259	186.952	189.798	N/D
Pesado		29.035	37.300	34.305	33.869	36.745	N/D
Ligero		148.493	139.706	145.653	148.910	148.103	N/D
Superligero		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Reconstituido		2.234	4.830	4.301	4.173	4.950	N/D
Salina Cruz		267.690	253.583	272.135	259.511	278.849	N/D
Pesado		80.724	91.515	88.907	77.507	83.258	N/D
Ligero		186.966	162.067	183.228	182.004	195.590	N/D
Superligero		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Reconstituido		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Tula		261.904	230.061	261.611	283.185	283.348	N/D
Pesado		52.731	58.338	62.243	67.966	70.757	N/D
Ligero		206.690	165.310	193.103	208.890	205.085	N/D
Superligero		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Reconstituido		2.484	6.412	6.265	6.328	7.507	N/D
(1) Gasolina de Madero.							
Nota: Estructura válida a partir de 1997.							

Según el anuario estadístico 2012 de PEMEX, en ese año se procesó un total de 2,913 mil barriles diarios (Mbd) a nivel nacional. La refinería Ingeniero Antonio Dovalí Jaime se posiciona como la de mayor procesamiento de crudo con 279.4 Mbd procesados (le sigue la refinería de Tula con 276.6 Mbd procesados). Respecto a la elaboración de productos petrolíferos también es la refinería de mayor producción con 285.5 Mbd elaborados (de igual manera le sigue la refinería de Tula con 281.4 Mbd elaborados).

Desde su nacimiento, a principios del siglo XX y durante su largo periodo de consolidación, la industria petrolera nacional se ha estructurado y organizado como un complejo económico que ha integrado áreas terrestres y marítimas asociadas a la plataforma continental del golfo de México, en donde se explotan yacimientos de hidrocarburos que se vinculan con las unidades y complejos de producción (refinerías, centros procesadores de gas, complejos y unidades petroquímicas), con los centros de consumo nacionales y con las terminales transfronterizas y marítimas de movimientos de altura y cabotaje, esto, a través de un sistema de ductos de distribución que se extienden sobre todo a lo largo de la costa del golfo de México y las principales zonas urbano-industriales del país (Sánchez-Salazar, *et al.*, 1999).

Salina Cruz es la única terminal marítima petrolera conectada a una refinería en el litoral del Pacífico Mexicano. Se puede destacar dos elementos principales para el desarrollo petrolero en la zona del golfo de Tehuantepec. El primero tiene que ver con el vertiginoso crecimiento de esta industria en el golfo de México, aspecto muy bien descrito por Sánchez-Salazar (1999). El segundo elemento responde a la situación geográfica de la región, la cual, como es evidente, presenta una importancia estratégica como lugar de conexión interoceánica; son 200 km que separan al Océano Atlántico del Océano Pacífico en esta parte del país (UNAM y CREDAL/CNRS, 1984), lo que permite una comunicación transoceánica de relativamente bajo costo (véase *Mapa 1* y *Tabla 1*).

La instalación de la refinería impulsó la modernización del puerto de Salina Cruz para establecer una salida directa hacia el Océano Pacífico de petróleo y sus derivados. Para la cuenca del Pacífico, la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime es, dentro del territorio mexicano, el punto más importante de distribución y producción de derivados del petróleo. Los mercados asiáticos son el principal destino en la actualidad. Las Tablas 1 y 2, obtenidas

del portal de PEMEX en la red, son el ejemplo de la importancia de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime a nivel nacional.

Tabla 2. Proceso de crudo y elaboración de productos petrolíferos por refinería periodo 2003-2011 (Miles de barriles diarios). (Fuente: PEMEX; anuario estadístico 2012)

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Variación (%)
Proceso	1285.9	1303.4	1284.4	1284.2	1269.8	1261.0	1294.9	1184.1	1166.7	-1.5
Elaboración	1327.5	1349.6	1325.3	1327.8	1312.4	1306.9	1342.7	1229.1	1190.2	-3.2
Cadereyta										
Proceso	209.0	212.8	194.6	207.2	210.2	208.3	217.2	176.9	170.6	-3.6
Elaboración	227.5	220.1	199.9	214.6	218.5	220.1	224.5	180.5	171.1	-5.2
Madero										
Proceso	141.2	145.3	141.9	149.3	141.4	152.1	151.8	126.4	117.5	-7.0
Elaboración	142.2	153.8	158.6	172.0	160.6	163.4	160.7	134.4	117.7	-12.4
Minatitlán										
Proceso	176.6	167.0	162.6	168.6	170.1	161.6	167.1	158.7	151.9	-4.3
Elaboración	178.2	174.7	176.4	173.1	173.8	171.7	179.7	176.8	167.6	-5.2
Salamanca										
Proceso	185.0	198.6	197.0	196.4	187.6	192.5	192.1	185.9	170.7	-8.2
Elaboración	187.4	201.1	195.0	195.8	183.8	193.1	189.1	183.7	167.0	-9.1
Salina Cruz										
Proceso	306.2	287.9	292.7	290.0	271.5	279.4	277.2	270.0	279.4	3.5
Elaboración	320.1	303.1	301.2	299.5	284.0	290.0	289.6	281.1	285.5	1.6
Tula										
Proceso	267.8	291.9	295.6	272.7	288.9	267.2	289.5	266.2	276.6	3.9
Elaboración	272.1	296.4	294.2	272.9	291.8	268.6	299.2	272.7	281.4	3.2

Este proceso de modernización atrajo a otras industrias, como la refresquera y azucarera principalmente, que aprovecharon el puerto para la distribución de su producto en el mercado nacional. El desarrollo de estas actividades ha generado una serie de contradicciones ambientales por las continuas emisiones y descargas que se liberan en el ambiente (González-Lozano, 2007; Ortíz-Wadgymar, 1971).

2.2.2 Puerto de Salina Cruz, Oaxaca

El puerto de Salina Cruz es un puerto artificial protegido por dos rompeolas. Se encuentra situado en la parte norte del golfo de Tehuantepec, en la parte más estrecha del territorio mexicano. Esta característica le ha valido el ser considerado dentro de proyectos de gran alcance con el objetivo de crear un vigoroso flujo comercial interoceánico.

Según datos de la propia API-Salina Cruz, el puerto abarca una superficie marina de 71 ha, mientras que el área terrestre es de 80 ha, sumando 151 ha de territorio usado para sus actividades.

El canal de navegación de acceso al puerto tiene una longitud de 500 m, un ancho de plantilla de 82 m y una profundidad de 13 m. La dársena del antepuerto cuenta con 2



Buque petrolero "Tula" varado en Salinas del Márquez

posiciones de atraque, una para contenedores y otra para servicio exclusivo de líquidos derivados del petróleo.

En el puerto de Salina Cruz se cuenta también con muelles pesqueros con una longitud total de atraque de 497 metros, depósitos de combustible para

abastecer las embarcaciones en muelles con una capacidad de 950 mil litros; una planta para la maquila de camarón de exportación con una capacidad de 8 ton/día, 12 ton/día para congelación y 120 ton/día para conservación; para el mercado de consumo nacional se dispone en el puerto de 4 plantas que procesan todo tipo de productos pesqueros con capacidad de congelación de 28.5 ton/día y 41 ton/día para conservación; para la reparación de embarcaciones se cuenta con una infraestructura de 3 varaderos con una capacidad instalada de reparación de 20 embarcaciones simultáneamente, además de talleres mecánicos, eléctricos, refrigeración, pailería, soldadura, electrónicos y pintura entre otros (API-Salina Cruz, 2013).

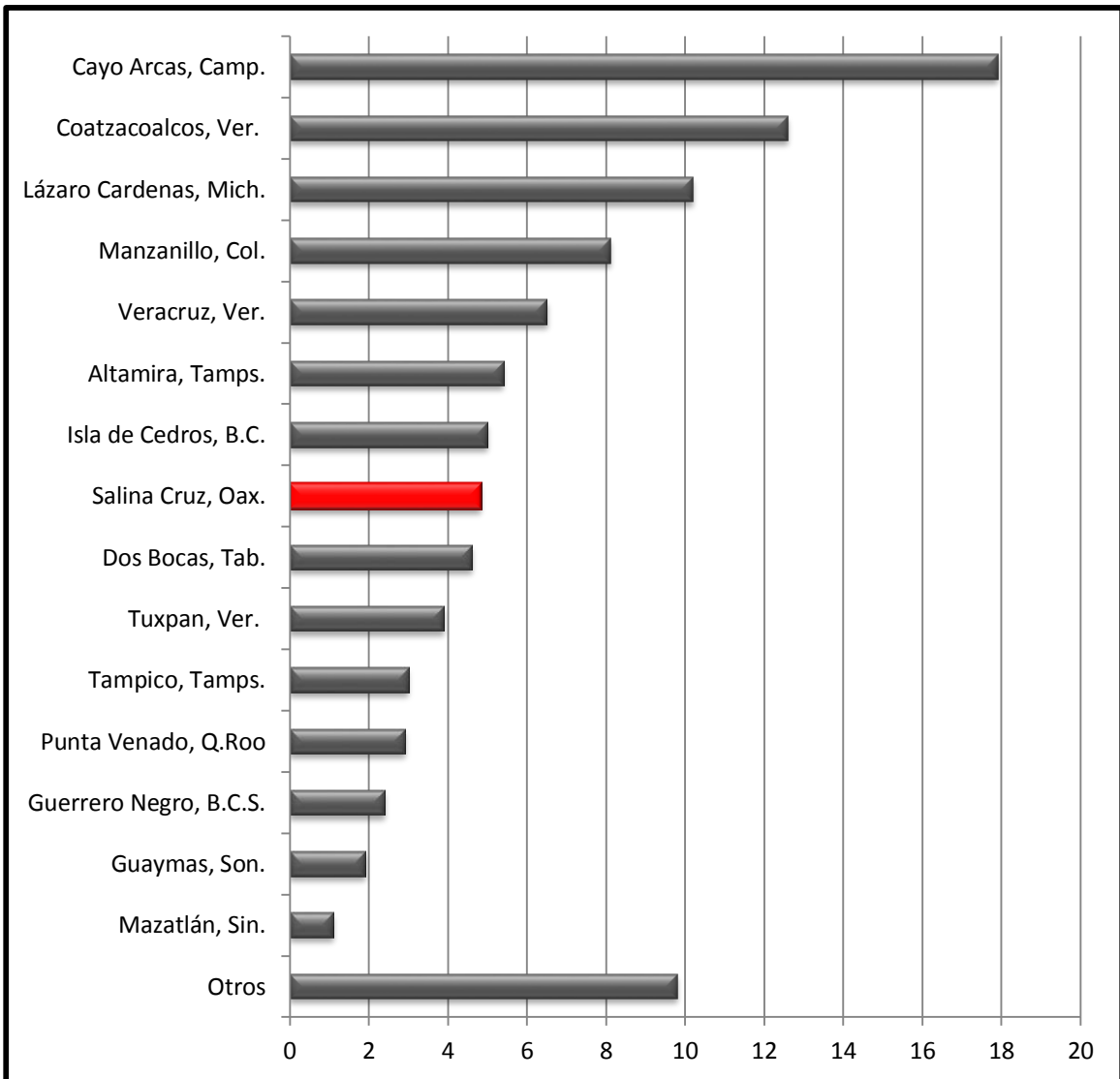


Gráfico 1. Participación en el movimiento total de carga nacional, 2010 (%). (Fuente: CGPMM. Movimiento de carga, buques y pasajeros. Informe estadístico mensual. Varios números)

Es durante la primera década del siglo XX que se inicia el desarrollo urbano y portuario en Salina Cruz. Entre 1907 y 1914 el flujo de carga fue tal que se logró consolidar una serie de organizaciones de estibadores. Sin embargo, con la puesta en marcha del canal de Panamá, estos flujos de carga se fueron terminando hasta tal grado que en 1924 el puerto de Salina Cruz fue cerrado a la navegación. Fue hasta 1940, y después de varios intentos gubernamentales, que se da prioridad a la reactivación del puerto.

“En la actualidad, y desde el punto de vista del manejo de carga comercial, Salina Cruz es un puerto regional; sin embargo, por el alcance del abasto de combustibles que se realiza a través de él, puede calificarse como puerto de importancia nacional. Salina Cruz participa con el 5% de la carga transportada por vía marítima en el país” (Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Salina Cruz, 2011-2016), (véase *Grafico 1*).

Para la región sur de México, el istmo de Tehuantepec es sin duda una de las regiones más importantes y de mayor relevancia. La parte del istmo que corresponde a los estados de Oaxaca y Chiapas es una de las principales puertas de entrada y salida de productos que se colocan ya sea en otros puertos del litoral del Pacífico americano o en los puertos del sureste asiático, principalmente.

Salina Cruz presenta un incipiente crecimiento en cuanto a transporte de carga contenerizada; ocupa el octavo lugar en movimiento de carga a nivel nacional y el cuarto lugar en el litoral del Pacífico (API-Salina Cruz; 2013). Uno de los principales obstáculos que enfrenta este puerto es la competencia que representan el puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán y el de Manzanillo, Colima (véase *Gráfico 1*).

A continuación se presenta la imagen de las instalaciones del puerto de Salina Cruz, tomada de la página de la API-Salina Cruz. La nomenclatura es la siguiente:

Terminales

- A Terminales de Usos Múltiples
- B Zona Industrial Pesquera
- C Terminal para el Manejo de Petróleos

Áreas de Navegación

- 1 Canal Principal
- 2 Entrepuerto
- 3 Dársena de Ciaboga

4 Dársena Interior

Posiciones de Atraque

I Muelle de Contenedores

II Muelle Fiscal



Terminales, áreas de navegación y posiciones de atraque del puerto de Salina Cruz, Oaxaca

(Fuente: API, Salina Cruz, 2014)

La flota camaronera de alta mar correspondiente a Oaxaca ocupa el sexto lugar a nivel nacional y se encuentra concentrada en un 100% en el puerto de Salina Cruz, Oaxaca. En la actualidad, está compuesta por 92 embarcaciones, 85 de acero, 7 de madera, 68 tienen

sistemas de refrigeración y 24 son a base de hielo; de éstas, 88 están activas y 4 inactivas, 68 embarcaciones pertenecen al sector privado, 23 al sector social y 1 al sector educativo.

Para la construcción y reparación de embarcaciones, el puerto dispone de astilleros y varaderos con capacidad para satisfacer la demanda actual; de igual manera, en el puerto se cuenta con los insumos necesarios para la integración de los barcos a construir y reparar, lo que le permite un importante movimiento de carga (véase *Tabla 3*).

La Secretaría de Marina dispone en Salina Cruz, de un dique seco y un sincroelevador para reparación y construcción de embarcaciones; además existen tres varaderos de la iniciativa privada con capacidad para reparar hasta 20 embarcaciones camaroneras simultáneamente.

Como se ve en la *Tabla 3*, el puerto de Salina Cruz, está orientado principalmente hacia la importación y exportación a mercados internacionales. De igual manera, es claro el papel preponderante que posee la actividad petrolera y sus derivados. La mayor actividad corresponde a embarcaciones de altura, principalmente relacionadas con la importación y exportación de petróleo y sus derivados. Las embarcaciones de cabotaje desempeñan una porción menor de la actividad portuaria y ésta se enfoca principalmente al tipo de carga granel agrícola.

Actualmente, el sector social pesquero de alta mar dispone de una planta maquiladora para el camarón de exportación con capacidad de 8 toneladas/día, y almacenamiento de 120 toneladas de una fábrica de hielo con capacidad de 25 toneladas/día, con almacenamiento de 230 toneladas (API-Salina Cruz, 2013).

Salina Cruz es el único puerto en el estado de Oaxaca que dispone de infraestructura pesquera, portuaria y naval, que aunque se ha visto deteriorada en la última década y constituye un pilar importante para la reactivación de la industria pesquera en el estado.

Esta importante actividad da ocupación a 630 pescadores en forma directa, al embarcar a 7 tripulantes en cada una de las embarcaciones que forman la flota de alta mar del puerto, empleando en forma indirecta a 3,500 trabajadores de la industria auxiliar que laboran principalmente en talleres metalmecánicos, varaderos y astilleros y otros dedicados a la venta de insumos marinos para la pesca del camarón.

Tabla 3. Serie histórica del movimiento de carga (toneladas) para el periodo 2006-2011 Salina Cruz, Oaxaca. (Fuente: API-Salina Cruz. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 2013)

TIPO DE CARGA	2006	2007	2008	2009	2010	2011
TOTAL	15,346,644	13,428,084	12,504,866	13,427,291	12,975,004	12,682,539
ALTURA	3,500,122	1,920,121	2,264,863	3,863,075	3,000,391	2,005,822
IMPORTACIÓN	24,154	11,699	52,279	20,177	23,642	22,287
GENERAL SUELTA	3,427	-	-	6,390	16,459	20,384
GENERAL CONTENERIZADA	-	51	2,049	2,735	3,180	1,903
GRANEL AGRÍCOLA	-	-	-	-	-	-
GRANEL MINERAL	20,727	11,648	50,230	11,052	4,003	-
PETROLEO Y DERIVADOS	-	-	-	-	-	-
OTROS FLUIDOS	-	-	-	-	-	-
EXPORTACIÓN	3,475,968	1,908,422	2,212,584	3,842,898	2,976,749	1,983,535
GENERAL SUELTA	-	-	-	-	240	235
GENERAL CONTENERIZADA	-	7,374	38,721	131,843	50,688	37,758
GRANEL AGRÍCOLA	-	-	-	-	-	-
GRANEL MINERAL	-	-	19,433	-	-	-
PETROLEO Y DERIVADOS	3,475,968	1,901,048	2,154,430	3,711,055	2,925,821	1,945,542
OTROS FLUIDOS	-	-	-	-	-	-
CABOTAJE	11,846,522	11,507,963	10,240,003	9,564,216	9,974,613	10,676,717
ENTRADA	87,020	172,202	-	157,708	74,550	19,445
GENERAL SUELTA	-	-	-	-	-	-
GENERAL CONTENERIZADA	-	-	-	-	-	-
GRANEL AGRÍCOLA	87,020	172,202	-	157,708	74,550	19,445
GRANEL MINERAL	-	-	-	-	-	-
PETROLEO Y DERIVADOS	-	-	-	-	-	-
OTROS FLUIDOS	-	-	-	-	-	-
SALIDA	11,759,502	11,335,761	10,240,003	9,406,508	9,900,063	10,657,272
GENERAL SUELTA	5,011	-	-	-	-	-
GENERAL CONTENERIZADA	-	-	-	-	-	-
GRANEL AGRÍCOLA	-	-	-	-	-	-
GRANEL MINERAL	-	-	-	-	-	-
PETROLEO Y DERIVADOS	11,754,491	11,335,761	10,240,003	9,406,508	9,900,063	10,657,272
OTROS FLUIDOS	-	-	-	-	-	-

2.2.2.1 Terminal Marítima de PEMEX Refinación (TMPR)

Durante el primer trimestre de 2014, Petróleos Mexicanos exportó a través de la Terminal de Operación Marítima y Portuaria (TOMP) de Salina Cruz, Oaxaca, 3.4 millones de barriles de petróleo crudo tipo Istmo, que representaron ingresos por más de 350 millones de dólares (PEMEX, 2014). El área correspondiente a la Terminal Marítima de Salina Cruz

es un sitio con una gran actividad portuaria, siendo una ruta de navegación constante para el transporte de productos petrolíferos importantes en el país y hacia el extranjero. Debido a las actividades o procesos que aquí se llevan a cabo es necesario mantener los canales de navegación en óptimas condiciones, hecho que ha requerido de actividades de dragado en la zona. La acumulación de sedimento por las condiciones climáticas que prevalecen en la región impiden las operaciones normales del sitio, de ahí que se dé la necesidad de llevar a cabo dragados de mantenimiento cada tres o cinco años, dependiendo de la intensidad de

acumulación sedimentaria (IMP, 1998).



Terminal Marítima de PEMEX Refinación (TMPR)

“Estas actividades, si bien son necesarias, pueden provocar diversos efectos en el ambiente, modificando los patrones locales de circulación y transporte así como cambios en las condiciones ambientales del agua y sedimentos. Estos efectos pueden

ser temporales o definitivos dependiendo de la intensidad de las acciones realizadas”¹⁷

Los esfuerzos de protección ambiental en muchas jurisdicciones reconocen ahora a los sedimentos como una porción crítica del ecosistema acuático y requieren de su evaluación en las actividades de dragado así como para su potencial de remediación. González-Lozano (2007) ha demostrado cómo el nulo apego a la normatividad en cuanto al dragado de canales en zonas costeras ha perjudicado de manera muy importante el desarrollo y buena salud de los ecosistemas marino y costero, ampliamente relacionados por su naturaleza de ser zonas de transición entre ambientes marinos y terrestres.

Por tanto, el impacto de las actividades petroleras no sólo se da por derrames, fugas, explosiones o emisiones tanto de agua como de gases contaminantes, sino que también está presente en las actividades de dragado del puerto.

¹⁷ *Ibid.*

3. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DE SALINA CRUZ

El perfil sociodemográfico del municipio permite comprender el impacto de los fenómenos que aquí tienen lugar, relacionados, sin duda, y como se verá más adelante, con la creación del puerto y la infraestructura petrolera en el municipio; de igual manera, destaca la importancia de las actividades relacionadas al ferrocarril. Sin embargo, y a pesar de la influencia de estos tres aspectos principales, no se debe perder de vista que actualmente uno de los principales objetivos de esta zona urbana, es el de ser un centro de almacenamiento, refinación y distribución de hidrocarburos hacia los mercados internacionales de las costas del Océano Pacífico. Es a partir de estas consideraciones que se debe entender el proceso de urbanización del municipio de Salina Cruz.

3.1 Historia de Salina Cruz

Los primeros habitantes que arribaron a la región provenían principalmente de las costas localizadas más al sur del litoral del Océano Pacífico (Centro América). Huaves, Chontales y Zoques fueron los primeros grupos étnicos que ocuparon la región atraídos por la enorme riqueza de flora y fauna de la región. El desplazamiento de estos grupos por los Zapotecas y Mixtecas se fue dando de manera paulatina, asentándose ambos grupos étnicos en distintas regiones del istmo. Alrededor del año 1527 Hernán Cortes llega a bahía La Ventosa, trazando con esto una ruta marítima previa a las que casi cuatro siglos después se establecerían¹⁸. Dicha ruta sirvió en un principio como punto de partida para embarcaciones que tenían como propósito la exploración y conquista de la región de la península de Baja California. Más tarde desde esta misma bahía La Ventosa, Diego de Ocampo viajaría a Perú, estableciendo así la primera conexión internacional para el puerto México-Perú.

¹⁸ García Guzmán, Genaro (2007). *“La construcción del espacio urbano. Proyectos de desarrollo, políticas públicas y acción colectiva en Salina Cruz, Oaxaca”*. Tesis para obtener grado de licenciado en Sociología, Universidad Autónoma de Querétaro. Obtenido de: *“Plan de Desarrollo Urbano Salina Cruz”, 1979*, p. 57-60.

La principal influencia para la región fue la de la cultura Olmeca, la cual se vio sumamente atraída por la abundancia de peces y algunos otros productos marinos que les otorgaban las lagunas de la región en épocas de estiaje, siendo, por otra parte, la abundancia en sal en épocas de secas otro atractivo de la región.

Según la leyenda que se cuenta en el municipio, el nombre de Salina Cruz se adopta durante la conquista. Se dice que una noche los misioneros evangelistas al ver rechazado su credo diseñaron un plan, el cual consistía en trazar en las salinas una cruz de enorme tamaño, que sería vista por los pobladores nativos del lugar, ello causó bastante asombro, haciendo pasar este acontecimiento como un milagro.

Es el 5 de febrero de 1872, pasado ya el periodo colonial, cuando se establece a Salina Cruz como puerto según las nuevas condiciones de gobierno. Es aquí cuando comienza el vertiginoso desarrollo del puerto de Salina Cruz, al pasar de ser un puerto de humildes pescadores dedicados básicamente a la pesca artesanal a ser un puerto con el respaldo y las promesas de apoyo económico gubernamental para su consolidación. Según el “Plan Municipal de Desarrollo, 2011-2013”, en el puerto de Salina Cruz, sólo el 35% de habitantes son nativos, el restante 65% es población originaria de otras partes de la República Mexicana así como de otras partes del mundo, fenómeno que se explica a partir de la oferta de trabajo que el desarrollo portuario y petrolero representó en su despegue.

Desde el comienzo del siglo XX el puerto ha pasado por tres importantes momentos en cuanto a su desarrollo y actividad. A principios de siglo, los planes de conexión interoceánica influyeron en el incremento de la carga proveniente del Atlántico; la prosperidad terminó cuando este auge se vio afectado con la puesta en marcha del canal de Panamá, acabando con los planes de desarrollo para la zona. El impacto negativo fue tal que tuvo que ser cerrado en su totalidad el puerto, resultado de la escasa actividad. Un segundo momento se da gracias a los altos niveles de captura de camarón en la zona del istmo, con lo que se consolida en el puerto una serie de cooperativas relacionadas con la pesca que dan vigor al puerto; sin embargo, una sobreexplotación del recurso pesquero acabó por agotarlo y la actividad se tornó poco sustentable. Por último, y desde finales del siglo XX y comienzos del XXI, la actividad preponderante que ha dado un fuerte impulso en la región y en especial al municipio y puerto de Salina Cruz ha sido la actividad petrolera y todo lo

que ella conlleva. Es en el mes de abril de 1979 que la refinera Ing. Antonio Dovalí Jaime entra en operación con la consigna de atender la demanda del mercado externo e interno del litoral del Pacífico, de petróleo y sus derivados. Es la industria petrolera la que da un tercer impulso económico a esta región en el transcurso de una década.

3.2 Aspectos demográficos de Salina Cruz

La población de Salina Cruz, Oaxaca, según el censo de 2010 es de 82,371 personas, la cual se encuentra repartida en una superficie aproximada de 133.89 kilómetros cuadrados, con una densidad de población de 615.21 hab/km². La proporción entre géneros es de 52.1% mujeres y 47.9% hombres¹⁹. La mayor parte de la población se encuentra reunida en 29 localidades; de éstas, las más importantes son Salina Cruz, Boca del Río, Salinas de Marqués, Ensenada la Ventosa, San José Palmar, La Soledad y Miguel Hidalgo y Costilla (véase *Anexo 2: Análisis de encuestas; Tabla 9 y Mapa 7*).

La *Tabla 4* da a conocer que la mayor concentración de población en el municipio se encuentra en lo que con el paso de los años se ha consolidado como el centro administrativo y político del municipio.

Tabla 4. Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010. (Fuente: cálculos del INAFED con base en INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010).

TAMAÑO DE LA LOCALIDAD	POBLACIÓN	% CON RESPECTO AL TOTAL DE POBLACIÓN DEL MUNICIPIO
1 – 249 habs.	1,200	1.46
250 – 499 habs.	753	0.91
500 – 999 habs.	1,333	1.62
1,000 – 2,499 habs.	2,489	3.02
2,500 – 4,999 habs.	0	0
5,000 – 9,999 habs.	0	0
10,000 – 14,999 habs.	0	0
15,000 – 29,999 habs.	0	0
30,000 – 49,999 habs.	0	0
50,000 – 99,999 habs.	76,596	92.99

¹⁹ INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010*.

El resurgimiento de Salina Cruz como un centro urbano se dio mediante el inicio de las obras portuarias en Coatzacoalcos, Veracruz, momento desde el cual se proyectó el desarrollo de un sistema de oleoductos que unieran a la costa del golfo de México con la del Pacífico, para así explotar la ubicación estratégica del istmo de Tehuantepec e incorporar este espacio a la dinámica del comercio mundial de importación y exportación; esto, sumado a la expansión del ferrocarril, originó un polo de atracción y desarrollo industrial. El vertiginoso desarrollo de este municipio se ve reflejado en el súbito aumento poblacional; el primer censo de población de 1900, arrojó la cantidad de 738 habitantes, para 1910 se registró 5 979 habitantes²⁰.

Asimismo, ya en tiempos más recientes, la tasa media de crecimiento demográfico anual del municipio de Salina Cruz, en el periodo de 1950-2000 muestra un comportamiento mayor a la media estatal en alrededor 2 a 3 puntos porcentuales y es sólo hasta el año 1999-2000 que dicha tasa baja a los niveles estatales promedio, siendo en el año 2000 de 1.54% para Salina Cruz y de 1.32% para el total del estado (véase *Tabla 5* y *Grafico 3*).

Tabla 5. Tasa media de crecimiento anual del municipio de Salina Cruz y del estado de Oaxaca, 1950-2000. (Fuente: “Plan municipal de desarrollo sustentable, 2008-2010”).

	1950	1960	1970	1980	1990	2000
MUNICIPIO	5.46	4.62	5.63	4.63	2.65	1.54
ESTADO	1.97	1.61	1.57	2.51	1.19	1.32

El grupo de edad que predomina en el municipio según el Plan Municipal de Desarrollo Sustentable 2008-2010 es el de 15 a 64 años que representa el 62.9% del total de la población. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con datos del 2005 indica que la población entre 6 y 24 años son 27,251 personas, siendo este grupo el más numeroso. Asimismo, de este último grupo de edad son aproximadamente 19,878 personas las que asisten a la escuela.

En relación al aspecto educativo, para el año 2010, la población analfabeta era el 5.7% del total municipal.

²⁰ García Guzmán, Genaro. Óp. Cit., p. 65-67.

La tasa de mortalidad infantil para el municipio es de 7.76 defunciones de menores de un año de edad por cada 1 000 nacidos vivos. Respecto a la infraestructura del sector salud, se puede decir que para 2008 en el municipio se contaba con 4 hospitales (uno de éstos de especialidades), 4 Centros de Salud y 6 Casas de Salud²¹.

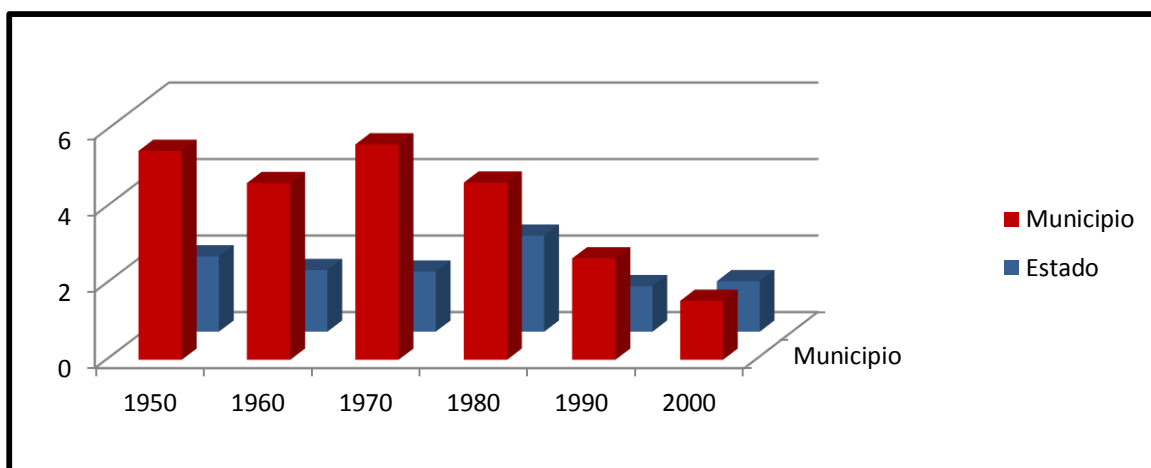


Gráfico 2. Tasa media de crecimiento anual del municipio de Salina Cruz y del estado de Oaxaca, 1950-2000. (Fuente: elaborado con base en Tabla 5).

Grupos de zapotecos, mixes, zoques y huaves que habitaban la zona se vieron presionados por los planes de modernidad para la región orillándolos a la intensificación de su producción agrícola o a que migraran o se emplearan como asalariados. La construcción de la vía interoceánica –proyecto que tenía como fin unir ambos océanos por medio de los golfos de México y de Tehuantepec-, originó una especulación del costo de la tierra, de plazas de trabajo y de comercio²².

3.3 Actividades económicas

Desde finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX, la región del istmo de Tehuantepec ha sido escenario de múltiples cambios a nivel de población y en lo relacionado a la creación y consolidación de centros urbanos. El desarrollo diferencial que se presentó en el pasado de

²¹ "Programa Municipal de Desarrollo Sustentable, Salina Cruz, Oaxaca, 2008-2010", p. 31

²² García Guzmán, Genaro. *Op. Cit.*, p. 68.

esta zona en específico tuvo que ver con la incursión del ferrocarril. Los nuevos centros urbanos fueron apareciendo a las orillas de las líneas de ferrocarril.



Gráfico 3. Porcentaje de Población Económicamente Activa por tipo de actividad. (Fuente: elaborado con base en datos de INEGI, 2010).

Los centros más poblados se caracterizaron en esta época (1880-1910) por ser de tipo agrícola o por estar relacionados con el ferrocarril. Es así como Salina Cruz pasó de ser una pequeña localidad de la costa sur del Pacífico Mexicano a consolidarse como un importante puerto de gran aporte a la economía estatal.

La Población Económicamente Activa (PEA) para 2010 es de 32,562 (39.53% del total de la población); de ésta, 21,025 corresponde a hombres y 11,537 corresponde a mujeres. De la PEA, el total ocupado son 30,666 (95.89%) y 1,896 (4.11%) se presentan como personas desocupadas (INEGI; 2010). La PEA ocupada se reparte por sector de actividad de la siguiente forma: sector primario 3%, secundario 27% y terciario 70% (INEGI; 2010) (véase Gráfico 4).

3.3.1 Actividades económicas primarias

Las actividades primarias desde la fundación de este centro urbano han decaído gravemente dando prioridad a las actividades secundarias y terciarias; se habla de que hasta 1898 los pobladores del municipio se desempeñaban principalmente en actividades

primarias como agricultura, pesca, ganadería y la extracción de sal; todo esto cambio a partir del auge ferrocarrilero y del desarrollo de la zona portuaria (actividad relacionada con las actividades petroleras), impulsando el desarrollo de las actividades secundarias y terciarias²³.

Según datos del censo de INEGI, en el año 2010 la PEA ocupada en el sector primario (agricultura, ganadería y caza) era de 2.59% de la población del municipio. Los principales productos agrícolas que se cultivan en el municipio son el sorgo y maíz. En menor medida existen cultivos cíclicos de ajonjolí, chile, frijol, melón y sandía. De las 951 hectáreas de superficie sembrada en 2009 sólo el 0.07% fue destinada a sorgo, lo que dio como resultado una producción de tan sólo 1.40% de total estatal. Asimismo, la producción de maíz es muy baja, con solo 570 hectáreas de superficie sembrada para 2009 respecto al total estatal que fue de 616,500 hectáreas.

La pesca, en general, enfrenta problemas de desorganización para la producción, que se refleja en un predominante intermediarismo, que limita el ingreso a la actividad y genera sobreexplotación de los recursos y deterioro de los ecosistemas productivos. En la pesca de alta mar se ha perdido el 47% de la flota en un periodo de 13 años (de 137 en 1991 a 73 en 2004) y 384 empleos directos. Las embarcaciones en operación tienen una edad de 30 años, rebasando su vida útil de 20 años. Éstos factores provocan la disminución de la producción de 1,418 toneladas en 1991 a 450 en 2002 (CONAPESCA, 2002).

La reducción de ingresos y la mala administración han ocasionado el endeudamiento de los productores y la pérdida del acceso al crédito, situación que los ha colapsado financieramente. El deficiente e insuficiente servicio portuario, provoca que la actividad económica se traslade a Puerto Madero, Chiapas y se esté abandonando el puerto de Salina Cruz.

La inversión dirigida al sector durante el periodo 2000-2004, fue de 78.2 MDP, de los cuales 52% se aplicó a la pesca de alta mar, 34% a la acuicultura y 14% a la pesca ribereña. El monto destinado a la pesca industrial fue canalizado para el avituallamiento y reparaciones mayores de buques motores, del cual se obtuvieron resultados infructuosos. Esta situación

²³ "Programa Municipal de Desarrollo Sustentable, Salina Cruz, Oaxaca, 2008-2010", p. 44.

requiere de un estudio que determine la competitividad o las ventajas comparativas para garantizar la viabilidad de la inversión futura.

La pesca ribereña marina, lagunar y en aguas interiores aporta 98% de la producción estatal; destacan por volumen el camarón, los túnidos, el tiburón, el jurel, el guachinango y la mojarra. A pesar de su importancia, esta actividad no genera los ingresos suficientes para los pescadores, debido a que comercializan a pie de playa (sin valor agregado), siendo el intermediario quien obtiene el mayor beneficio.

Esta situación provoca la sobreexplotación del recurso y la pesca ilegal; basta decir que en 1994 se desarrollaba con 495 permisos de pesca comercial y en el 2003 con 322, lo cual significa que los pescadores, ante la falta de acciones de inspección y vigilancia y la presencia creciente de la pesca ilegal, se suman a ella, no renovando sus permisos y deteriorando las pesquerías por el uso de artes de pesca prohibidas y no autorizadas, requiriéndose acciones coordinadas de los tres niveles de gobierno y los productores para la regulación” (SEDER, 2005).

3.3.2 Actividades económicas secundarias

Para las actividades secundarias (minería, industrias manufactureras, construcción, electricidad y agua) el porcentaje fue de 27.05% de la PEA. La principal industria en el municipio gira en torno al petróleo. Petróleos Mexicanos (PEMEX) cuenta con la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime, la cual es alimentada por un oleoducto procedente de Minatitlán, Veracruz. Además, cuenta con talleres de construcción y reparación de material rodante²⁴, así como tres astilleros de reparación de embarcaciones. La industria relacionada a la pesca también es importante: existen plantas empacadoras de camarón así como una fábrica de harina de pescado; también existe una fábrica de hielo, una planta de gas industrial, una fábrica de cemento, así como yacimientos de sal (se explotan las Salinas del “Fraile” y Salinas del Márquez). Respecto a la minería, se puede mencionar que, además del

²⁴ Dentro del transporte por ferrocarril se llama material rodante a todos los tipos de vehículos dotados de ruedas capaces de circular sobre una vía férrea, considerándolos como vehículo aislado.

proceso relacionado con la refinación, almacenamiento y transporte del hidrocarburo, se localiza en el municipio un yacimiento de hierro y una cooperativa de mármol²⁵.

3.3.3 Actividades económicas terciarias

Las actividades catalogadas como terciarias (servicios inmobiliarios y bienes inmuebles, comercio, transportes y comunicaciones, servicios financieros, actividad gobierno, servicios de esparcimiento y cultura, servicios profesionales, servicios restaurantes y hoteles, apoyo a los negocios, servicios educativos, servicios de salud y asistencia social) abarcaban para el año 2009 el 61.78% de la PEA.

Tabla 6. Datos económicos del municipio de Salina Cruz, Oaxaca, según el censo económico 2009. (Fuente: INEGI. Censo Económico 2009).

Unidades Económicas	4,556
Personal Ocupado Total	19,386
Personal Remunerado	11,485
Total Remuneraciones (Miles de Pesos)	2,331,523
Total de Gastos por Consumo de Bienes y Servicios (Miles de Pesos)	138,037,355
Producción Bruta Total (Miles de Pesos)	122,665,173
Formación Bruta de Capital Fijo	553,925
Inversión Total (Miles de Pesos)	1,895,615
Personal Ocupado Total, Hombres	12,314
Personal Ocupado Total, Mujeres	7,072
Personal Remunerado, Hombres	8,304
Personal Remunerado, Mujeres	3,181

La tercerización de la economía ha sido la norma desde que se consolidó este puerto como uno de los más importantes en el Océano Pacífico para México. En la actualidad, 61% del territorio es de uso de suelo terciario. Salina Cruz cuenta con comercio de todo tipo que va desde artículos de primera necesidad hasta artículos de lujo o superfluos. En lo que respecta al turismo podemos decir que no es la principal fuente de ingresos, en parte debido a la escasa infraestructura que se tiene para prestar este tipo de servicio, pero también tiene que ver con la presencia del puerto y de la refinera, ambas causantes de un importante daño ecológico²⁶.

²⁵ "Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013", Salina Cruz, Oaxaca, p.25.

²⁶ *Ibid.*, p. 24.

En la *Tabla 6*, con base al Censo económico 2009, se enlistan las Unidades Económicas activas en dicha fecha, el número de personas ocupadas, los niveles de remuneración y, muy importante, la Producción Bruta Total. Cabe destacar el hecho de que la ciudad de Salina Cruz es una de las que mayor crecimiento demográfico y económico ha experimentado en el estado de Oaxaca.

La principal actividad productiva de Salina Cruz es la refinación y comercialización de hidrocarburos. Dicha actividad ha venido a desplazar actividades como la pesca, ganadería y agricultura. Una consecuencia directa del establecimiento de las actividades petroleras en el municipio, sumado a la actividad portuaria, es el incremento en la tercerización de las actividades productivas.

4. EL MEDIO NATURAL Y SU CONDICIÓN ACTUAL

Las características morfológicas de la zona, dominadas por extensas planicies costeras, hacen de esta parte del país una región idónea para la extracción y producción de sales marinas. Sin embargo, el ingreso de la industria petrolera, y con ello el aumento en movimientos de traslado de navíos comerciales en el puerto, ha originado que esta actividad pierda peso en la región. Asimismo, la contaminación que se ha derivado de las actividades del petróleo ha causado que muchos terrenos de dunas y planicies costeras sean contaminados, de manera que el petróleo y combustibles derivados de éste, al derramarse al océano, se vean influenciados en su composición física y química.

El estado de Oaxaca, con una superficie aproximada de 95 000 km², es el quinto estado más grande de México. Su compleja topografía, geología y climatología han determinado un gran número de suelos, tipos de vegetación y, por lo tanto, un alto porcentaje de especies de plantas y animales.

Tabla 7. Registros de fauna y flora terrestre en Salina Cruz, Oaxaca. Datos obtenidos de CONABIO 2013. (Fuente: CONABIO 2010).

GRUPO	ESPECIES	REGISTROS TOTALES
Algas	54	262
Anfibios	9	20
Angiospermas	351	802
Artrópodos	15	26
Aves	9	9
Crustáceos	14	19
Invasoras	12	19
Mamíferos	37	98
Reptiles	39	185
TOTAL	540	1440

En Oaxaca hay 8431 especies de plantas vasculares, 1431 de vertebrados y más de 3000 de invertebrados, lo que hace de ésta la entidad con mayor riqueza biológica en el país. De este total, 702 especies de plantas y 128 de vertebrados son endémicas.

Respecto a la vegetación algunos estudios reportan una disminución en la extensión y población de especies como *Jacnia pungens*, *Acanthocereus occidentalis*, *Paspalum vaginatum* y *Okenia hypogaea*.

La *Tabla 7* muestra la biodiversidad con que contaba Salina Cruz en el año 2010, representa el 4.2% de especies del total estatal.

4.1 Sistemas costeros

México posee una extensión territorial de 1 964 375 km², de los cuales 5 127 km² corresponde a territorio insular. 17 de las 32 entidades federativas del país tienen frente litoral; asimismo, en estos estados 150 municipios tienen frente hacia el mar mientras que 113 tiene algún tipo de influencia costera. La línea de costa del país es de 11 122 km, sin contar los territorios insulares (SEMARNAT, 2006).

Aproximadamente solo el 15% de la población del país habita en la zona costera; se ha registrado que el aumento poblacional de las localidades costeras es irregular. Se estima que en promedio la tasa de crecimiento poblacional anual en la zona costera es del 2.8% (Lara-Lara, J.R., *et al.*, 2008). A diferencia del súbito incremento poblacional mundial en las zonas costeras (existen cálculos donde se habla de que poco más de la mitad de la población mundial vive en la zona costera), se estima que en México menos de una cuarta parte de la población habita en esta zona. Sin embargo, con el desarrollo de las actividades comerciales a gran escala, los servicios portuarios, la demanda de servicios turísticos y la explotación de recursos naturales como el petróleo, el gas, la fauna y la flora, se ha registrado un crecimiento sin la planeación adecuada ni los respectivos estudios de impacto ambiental y ecológico.

Para Lara-Lara, J.R., *et al.*, 2008: “Las zonas costeras tienen una dinámica determinada por la interfase del continente, el océano y la atmósfera, en la que se encuentran diversos rasgos que conforman la línea de costa, como lagunas, estuarios, esteros, marismas, bahías, caletas, ensenadas, cenotes, aguadas y sartenejas, entre otros. Existen diferencias muy marcadas entre los sistemas costeros del golfo de México y los del Pacífico, e incluso entre

los del golfo de California y el lado occidental de la península, resultado de las diferencias de clima, los aportes fluviales y los aportes continentales.”

Las zonas costeras de México comprenden varios ecosistemas como son los humedales (manglares, marismas, humedales de agua dulce), los bosques y las selvas, las playas y dunas y las lagunas costeras. Cada uno de estos ecosistemas posee características específicas que ofrecen a las comunidades humanas distintos servicios ambientales; son una fuente de alimentos gracias a la concentración de nutrientes y a la diversidad de hábitats, tanto para el hombre como para especies de moluscos, crustáceos, peces y aves. También proporcionan estabilidad y protección a la propia zona costera (aligeran el impacto de las tormentas tropicales o el riesgo ante tsunamis).

La importancia de la zona costera se considera hoy en día como estratégica e incluso desde el punto de vista económico es un tema de seguridad nacional.

La realidad del sistema costero de Salina Cruz es alarmante; el aprovechamiento que se hizo en el pasado de los recursos costeros hoy no existe. Los distintos procesos históricos influyeron en la región hasta un punto tal en que actividades como la pesca, la obtención de sal y el turismo prácticamente desaparecieron.

Las actividades petroleras, marítimas o terrestres, tiene un lugar preponderante en el municipio, situación que ha derivado en el abandono de playas, en el desinterés de los propios pobladores por la conservación y el rescate de sus playas y en la inexistencia de programas comprometidos con la conservación de estos ambientes costeros que tantos beneficios nos ofrecieron hace tan sólo medio siglo. Sin duda, la interacción de los hidrocarburos con el océano tiene efectos físicos y químicos en la región. Podríamos pensar en una mayor fuerza erosiva del mar sobre las playas a causa estas alteraciones. De igual manera, el régimen de vientos sufre cambios graduales, a veces imperceptibles, que irán moldeando el paisaje costero. Identificar el efecto de dichas alteraciones en la morfología costera sería tema para otra investigación.

4.1.1 Playas y dunas

Las playas y las dunas constituyen uno de los ambientes de sedimentación más importantes del mundo; ambos ecosistemas son considerados como extremadamente dinámicos (Moreno-Casasola, 2006). Además del valor turístico que el hombre le da a estos ambientes, las playas y las dunas poseen un invaluable valor ecológico, ya que son producto de la transición entre el ambiente marino, el terrestre y la atmósfera.

Los sedimentos que conforman a playas y dunas son el resultado de procesos erosivos que actúan sobre las rocas. Existe una enorme variedad de arena de playa, relacionada directamente con la gran variedad de rocas. La arena está formada predominantemente de granos aislados de minerales tales como el cuarzo, el carbonato de calcio y cantidades menores de materiales calcáreos producidos por los organismos marinos como trozos de conchas. Comparado con la mayoría de los suelos, tiene muy bajos niveles de compuestos de nitrógeno y de otros nutrientes (Moreno-Casasola, 2006).

Las dunas costeras son ecosistemas costeros formados por montículos de arena o de granos de origen biológico, especialmente calcáreo, producto de la desintegración de los arrecifes de coral y de conchas de moluscos; de esta forma, una duna puede medir desde algunos centímetros hasta varios metros formando en ocasiones amplios sistemas de colinas hacia dentro del continente. Se catalogan en fijas o móviles, además de que sus formas son muy variadas y todo dependerá de las características del ambiente en que se encuentren, ya que una duna con vegetación encima es muy difícil de que se mueva por el proceso de saltación de los granos de arena.

Las playas se pueden definir como depósitos no consolidados de arena y grava a lo largo del litoral. Abarcan aproximadamente 40% de las costas del mundo, estando el resto ocupadas por manglares o marismas, acantilados, estuarios, lagunas (Moreno-Casasola, 2006). Las playas son formaciones dinámicas; sobre ellas actúan las fuerzas erosivas de las corrientes marinas y las mareas, ocasionando una constante entrada y salida de sedimentos como la arena.

Según la Dirección General Adjunta de Oceanografía Hidrografía y Meteorología (DIGAOHM) de la Secretaría de Marina, existen en Salina Cruz dos tipos característicos

de playa: rocosa y de arena. De oeste a este tenemos, primero, en la región de bahía La Ventosa, un tipo de playas rocosas, formado por arena de grano medio; sin embargo, la presencia de estructuras rocosas tan cercanas a la playa ha ocasionado su escaso desarrollo en esta parte del municipio. En Playa Las Escolleras, se tiene un tipo de playa arenosa, con arena de grano medio y de amplitud media; en el extremo más occidental de las costas de Salina Cruz se tiene a Playa Azul que, al igual que la anterior, es una playa arenosa de grano medio; sin embargo, la amplitud de ésta es, por mucho, superior a la de Playa Las Escolleras. El desarrollo de ambas playas arenosas se debe principalmente a la erosión eólica, efecto de los fuertes vientos que cruzan el istmo.

4.1.1.1 Vegetación de dunas costeras

Las dunas costeras son depósitos de origen eólico en forma de colinas o montes bajos, generalmente asociados a climas cálidos y secos, aunque se llegan a observar campos de dunas en regiones de latitudes medias y altas. Los campos de dunas desarrollados a lo largo de la costa tienen una relación directa con el material sedimentario acumulado en las playas, desde donde el viento entresaca la arena fina y la deposita más allá de la playa (De la Lanza, *et al.*, 1994).

Esta vegetación se “distribuye en la Planicie Costera del Pacífico en los distritos de Pochutla y Tehuantepec, en los lugares con clima cálido-subhúmedo, en una extensión limitada en la orilla del mar sobre formaciones arenosas, donde se establecen especies que contribuyen a la fijación y el proceso de colonización de las dunas como *Jacnia pungens*, *Opuntia decumbens* y *Acanthocereus occidentalis*, así como varias herbáceas postradas como *Ipomoea pes-caprae* (bejuco de playa), *Paspalum vaginatum*, *Okenia hypogaea*, *Stegnosperma halimifolium*, *Pectis saturejoides*, *Krameria sp* y *Canavalia sp.*”²⁷

Por su parte, las dunas son originadas por la acción de los vientos que transportan tierra adentro las arenas que alguna vez se depositaron en las playas. Las dunas se distribuyen en la parte trasera de la mayoría de las playas de arena, donde llega la marea más alta.

²⁷ García-Mendoza Abisaí J., Ordoñez María de Jesús y Briones-Salas, Miguel. Coordinadores (2004). “*Biodiversidad de Oaxaca*”. Instituto de Biología. U.N.A.M., México.

La vegetación de las dunas costeras es considerada como pionera ya que constituye las principales especies fijadoras de sustrato. A dicha vegetación se le denomina halófito por vivir en suelos con alto contenido de sales solubles.

“Se conocen de la Planicie Costera del Pacífico, en el distrito de Tehuantepec (municipio de Salina Cruz, Santiago Astata y Santa María Huamelula), en lugares cercanos a la costa, con clima cálido-subhúmedo, sobre suelos arenosos salinos. En su composición florística destacan especies arbóreas de 4 a 6 m de altura como *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia praecox*, *Coccoloba venosa*, *Bumelia celastrina*, *Cordia seleriana*, un estrato arbustivo de *Ziziphus amole* y *Lycium carolinianum* y herbáceas como *Heliotropium curassvicum*, *Capraria biflora* y *Cnisdoscolus herbaceus*. En estos hábitats es común observar un aprovechamiento de los suelos para la producción y extracción de sal.”²⁸

Respecto a los servicios ambientales que proporcionan las dunas se tiene que sirven como barrera para los fuertes vientos generados por tormentas o huracanes, disminuyendo su velocidad mientras que se produce una mayor acumulación de sedimentos y evitando que mucha de la salinidad de las corrientes atmosféricas marinas, así como la misma arena, penetre al continente, menguando el poder erosivo eólico. La infiltración de agua y su posterior purificación son otro aspecto destacable.

Por otra parte, Martínez, M. (2008), dice que: “De las dunas costeras obtenemos beneficio económico a través de la agricultura, la minería, el turismo y la extracción de arena para la construcción.”

“Las prácticas de gestión de los ambientes costeros han variado con el transcurso del tiempo. Inicialmente, se buscaba detener el movimiento de la arena. En la actualidad, se fomenta la conservación de la dinámica y variabilidad de esos ambientes (con zonas móviles, semimóviles y estabilizadas, cambiantes a lo largo del tiempo). Los programas de fijación se aplican sólo cuando resulta de vital importancia detener la arena en movimiento.”²⁹

²⁸ *Ibid.*

²⁹ Martínez, M. (2008). “Dunas Costeras”. Investigación y ciencia, agosto, 26- 35.

4.1.1.2 Manglares

Con una extensión aproximada de 7,700 kilómetros cuadrados de manglares, México es uno de los países con mayor abundancia de manglares tanto en la costa atlántica como en la del Pacífico. Los manglares son un tipo de vegetación que está compuesto por árboles que viven alrededor de bahías, lagunas costeras, estuarios y playas protegidas del oleaje. Son ecosistemas que están directamente en contacto con el mar y con el ambiente terrestre. Por lo general son tropicales, llegan a medir más de 30 m de altura y abarcan extensiones de miles de hectáreas. En Moreno Casasola, Peresbarbosa y Travieso Bello (2006) se apunta que “viven en ambientes salinos y forman una cobertura medianamente densa, con escaso o nulo estrato herbáceo. Su ubicación se limita a la zona intermareal, en las costas tropicales y subtropicales, entre los 25 grados de latitud norte y sur”.

Caracterizados por ser muy dinámicos y con procesos ecológicos acelerados, son muy sensibles a cualquier perturbación, además de ser el hogar de otras tantas especies que solo se desarrollan en ese hábitat (Lara-Lara, J. R., *et al.*, 2008). “En Oaxaca se localiza en la Planicie Costera del Pacífico, en los distritos de Juquila (alrededores de las Lagunas de Manialtepec y Chacahua), Pochutla y Tehuantepec (Bahías de Huatulco y a lo largo de la zona costera del distrito de Tehuantepec, en los municipios de Santiago Astata, Salina Cruz y San Mateo del Mar). Están constituidos por las especies de *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*”³⁰

Los manglares son uno de los ecosistemas más productivos e importantes del mundo, ya que proporcionan diversos servicios ambientales: son sumideros de carbono, estabilizan la línea de costa, forman barreras contra huracanes, son el hábitat de una variada fauna silvestre; también funcionan como filtros biológicos y son fuente de nutrientes para los hábitats de ambientes marinos adyacentes a las regiones áridas; tienen valor económico como productores de madera y leña y como atractivo turístico y cultural (Flores-Verdugo, *et al.*, 1998).

En América Latina la explotación de los manglares es una práctica común por parte de los grupos indígenas, utilizándose principalmente para la fabricación de vigas, postes, pilotes y

³⁰ García-Mendoza Abisaí J., Ordoñez María de Jesús, Briones-Salas Miguel. Coordinadores. *Op. Cit.*

durmientes, para la construcción de casas habitación, así como combustible en forma de leña y carbón; incluso, en muchas regiones de México, las hojas, corteza y flores de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* se utilizan a nivel medicinal (De la Lanza, *et al.*, 1994).

“Tovilla (1994), señaló que la extensión estimada de manglar para el estado de Oaxaca es de 13,903 ha; adicionalmente se registran 1,141 ha de marismas y 215 ha de pantanos de agua dulce; evaluándose que la pérdida de manglares en los últimos 25 años equivale a 1,894 ha (1966 – 1991). El Atlas Regional del Istmo de Tehuantepec (2003) reportó una extensión de manglar de 26,900 ha en 1970 y 25,000 ha en 2000, es decir una pérdida equivalente a 1,900 ha entre 1970 – 2000.”³¹

Dentro de la zona de estudio se puede identificar el geosistema de manglares principalmente en el área correspondiente a la laguna Superior e Inferior, que se localizan al suroeste de Salina Cruz, pero también un importante número de ejemplares de mangle en Salina Cruz, región que no puede ser separada de los geosistemas de manglar de las lagunas Superior e Inferior debido principalmente a que se localizan relativamente juntas y entre las cuales existe una constante comunicación de sedimentos y corrientes marinas con arrastre de nutrientes entre una zona y la otra.

En diversas partes del mundo existe una dependencia directa de las poblaciones humanas sobre los recursos locales para uso comercial, como madera, pulpa, astillas, leña, carbón, producción de miel y otros productos domésticos (Snedaker y Getter, 1985; en De la Lanza, *et al.*, 1994).

4.2 Sistemas marinos

En el ámbito marino existen diversos ambientes que son hogar de una amplia variedad de especies, los cuales están adaptados morfológica y funcionalmente a las condiciones de cada lugar. El relieve marino es sumamente accidentado. En todo el planeta existen

³¹ Bozada Robles, Lorenzo Manuel (2008). “*Las Pesquerías del Complejo Lagunar del Istmo de Tehuantepec. Istmo Mexicano*”. Tesis de Doctorado. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Oaxaca de Juárez, México.

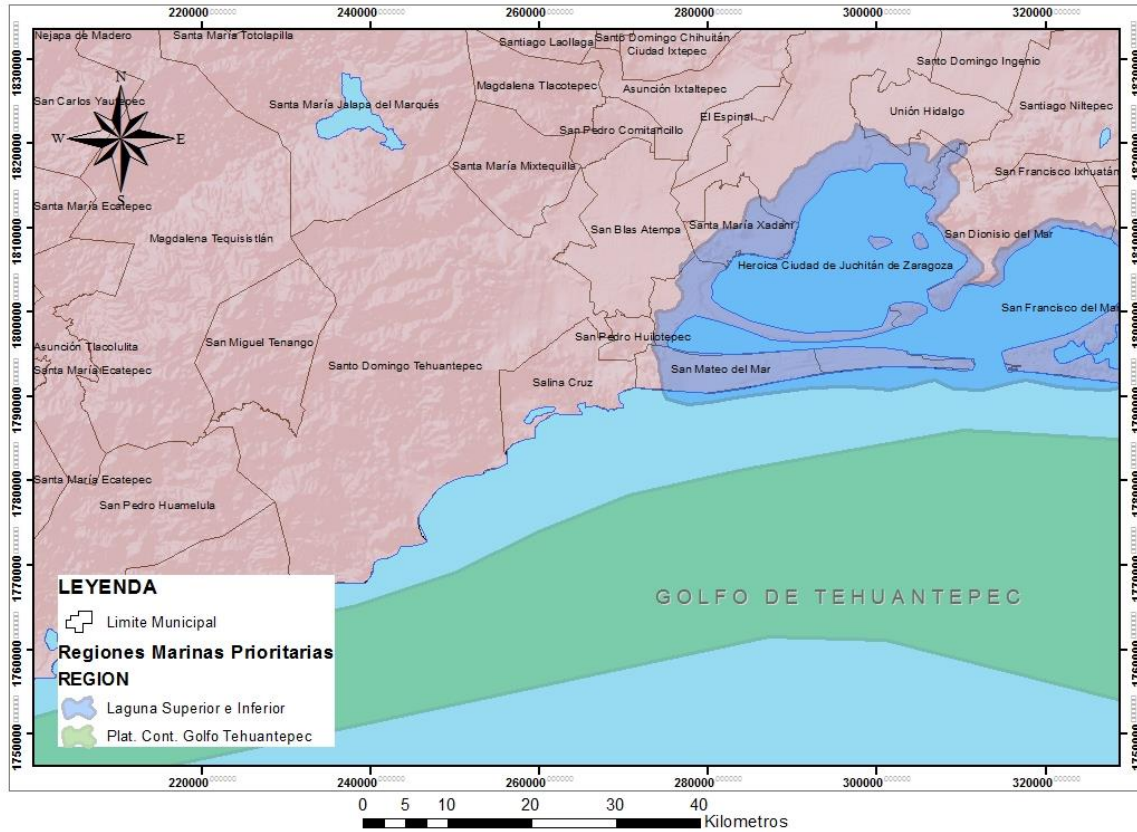
diferentes formaciones marinas como los arrecifes de coral, las trincheras oceánicas, las cordilleras oceánicas, los volcanes marinos, grandes planicies, etc.; cada uno de estos ambientes posee una enorme diversidad biológica. El estudio de estos sistemas marinos es relativamente reciente, en parte por falta de tecnología para la exploración a grandes profundidades y porque el financiamiento de proyectos ha sido escaso. “En el ámbito marino una serie de factores son determinantes de la asombrosa diversidad de organismos presentes en los mares del planeta, entre ellos: la profundidad, la disponibilidad de luz y la distancia a la costa. La profundidad influye sobre las características físicas y químicas de las aguas marinas las cuales, junto con el peso de la columna de agua, traducido en presión, son determinantes para la distribución de los organismos”³². De igual forma, las variaciones de salinidad en el agua, así como la presencia o ausencia de corrientes marinas influyen en las características de los sistemas marinos.

El municipio de Salina Cruz, Oaxaca, se encuentra rodeado por dos Regiones Marinas Prioritarias (véase *Mapa 5*). Al este se localiza la región Laguna Superior e Inferior (37), mientras que al sur, sobre el golfo de Tehuantepec, se encuentra la región Plataforma Continental del Golfo de Tehuantepec (41). La región 37, Laguna Superior e Inferior tiene una extensión de 1304 km², un clima cálido húmedo con lluvias en verano y geología básicamente de rocas ígneas y metamórficas. Esta región la conforman básicamente playas, marismas, estuarios y humedales; en cuanto a su biodiversidad destaca su alto endemismo de peces (familias *Gobiidae*, *Labrisomidae*, *Tripterygiidae*), así como zonas de anidación de aves (familia *Sulidae*) (CONABIO, 2012).

La región 41, Plataforma Continental del Golfo de Tehuantepec, tiene una extensión de 18 489 km², su clima es cálido subhúmedo con vientos estacionales y lluvias en otoño; se encuentra en la placa de Cocos, en la Trinchera Mesoamericana, que es una zona de subducción, con presencia de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias; existe un alto endemismo de equinodermos (*Luidia latiradiata*) y es una zona importante para la migración de aves y mamíferos.

³² Bezaury Creel, Juan. En: Lara-Lara, J.R. et al. (2008). “*Los ecosistemas marinos*”. Capital natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 135-159.

Existen problemas en común en estas regiones, como son las descargas de aguas negras, aguas residuales, agroquímicos y contaminación por basura y por derrames o fugas de hidrocarburos.



Mapa 5. Sistema costero y marino. Regiones marinas prioritarias y ecorregiones terrestres, 1:200,000 (Elaboración propia con base en INEGI 2010 y CONABIO 2012).

4.2.1 Los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos

Los arrecifes de coral están reconocidos como biomas con enorme diversidad biológica y sitios de importancia económica, ya que ofrecen recursos pesqueros y atractivos turísticos. Los arrecifes coralinos del Pacífico Mexicano tienen una extensión reducida y están geográficamente aislados entre sí (Reyes Bonilla, 2003). Es característico de los arrecifes poseer una amplia variedad de peces y algunos otros organismos asociados. En el Océano Pacífico, los corales presentan varios tipos de zooxantelas (Iglesias-Prieto, *et al.*, 2004 en;

Lara-Lara, J.R., *et al.*, 2008) dinoflagelados que, junto con los tapetes de algas, son los fijadores clave de carbono y nitrógeno (CONABIO, 2008).

En Salina Cruz no han sido identificados hasta ahora importantes sistemas coralinos; sin embargo existen muchas probabilidades de que existan ya que su distribución y sus características para adaptarse a distintas condiciones lo permiten y puede ser que de existir estos corales o incluso un arrecife de coral sea de muy pequeñas proporciones, lo cual haría aún más importante el estudio y análisis de los impactos que ha generado y sigue generando la actividad petrolera en la zona, ya que se está degradando este ambiente, que el cual, de existir como se supone, podría representar un importante potencial tanto ecológico como para el desarrollo de nuevos conocimientos en múltiples ramas de la ciencia. Cabe mencionar que al noreste de Salina Cruz, en el Área Natural Protegida de las lagunas de Chacahua y un poco más hacia la bahía de Huatulco sí se han localizado sistemas arrecifales importantes, hecho que refuerza la teoría de la existencia de arrecifes de coral en distintas zonas de la plataforma continental bastante extensa del golfo de Tehuantepec.

Por su parte, los pastos marinos son angiospermas que se establecen en ambientes marinos a profundidades someras; su morfología presenta un sistema de raíces, flores y hojas. Se establecen por lo regular en ambientes con un sustrato suave; su distribución es en forma de amplios manchones de gran densidad. El papel ecológico de los pastos marinos es fundamental en el ambiente marino, ya que sirven de hábitat para una gran diversidad de organismos (algas epifitas, epifauna sésil, epifauna vágil, fitoplancton, zooplancton, algas, microfauna, necton, camarones y peces) (Lara Domínguez, 2006; en Moreno Casasola, *et al.*, 2006).

La distribución de las especies de pastos marinos en el mundo está en función de la cantidad de luz solar que penetre el agua, el oleaje, las corrientes, la cantidad de nutrientes existentes, así como también el tipo de sustrato en el que se halla establecido. Para México, existen nueve especies de pastos marinos, cuatro se localizan en el Océano Pacífico y las otras cinco en el golfo de México; sin embargo, según Lara-Domínguez (2006), para el Pacífico Tropical Mexicano, no existe ni una especie de pasto marino; la causa de esto tiene que ver primordialmente a que en esta parte del Pacífico Mexicano las costas están caracterizadas por tener muy estrechas playas y una escasa o nula plataforma continental.

Como se sabrá, el municipio de Salina Cruz, se localiza ya dentro lo que se conoce como Pacífico Tropical Mexicano; sin embargo, las características morfológicas marinas de la región del golfo de Tehuantepec, con su amplia plataforma continental (100 km de promedio), permite que se den zonas con pastos marinos, aunque aún sin identificar a qué especie pertenecen.

La alta productividad que se pueda registrar en la zona costera del golfo de Tehuantepec es en gran medida gracias a la existencia de pastos marinos. La situación actual de este ecosistema, así como el enorme valor que representan las pesquerías, es, como la de otros ecosistemas marinos, desconocida para la población en general. “La desaparición de las praderas de pastos marinos por diferentes causas, ya sea de origen antrópico o por perturbaciones naturales, cambia drásticamente las características de la zonificación” (Lara Domínguez, 2006; en Moreno Casasola, *et al*, 2006).

4.2.2 Macroalgas

Se conocen como algas a los organismos autótrofos y heterótrofos que poseen pigmentos fotosintéticos y que viven flotando a la deriva o fijas a un sustrato. De igual modo, el término “alga” agrupa a una amplia variedad de organismos, todos ellos fotosintéticos, los cuales varían en forma y tamaño; así por ejemplo se tienen algas de estructuras unicelulares, coloniales, o hasta organismos multicelulares que llegan a formar pseudo tejidos que pueden llegar a ser parecidos a los tejidos de las plantas superiores. Es precisamente dentro de estas algas multicelulares en donde se localizan las macroalgas abundantes en la región costera del Océano Pacífico mexicano. Según los registros de CONABIO (2013), en la zona correspondiente a Salina Cruz, Oaxaca, se halla una importante cantidad de las denominadas macroalgas (véase *Tabla 7*).

La materia orgánica lixiviada o disuelta procedente de halófitas es una fuente importante de carbono para los heterótrofos planctónicos y bentónicos, y la particulada para los detritófagos. La biomasa de la vegetación halófitas de las áreas periféricas a los sistemas acuáticos es variable local y espacialmente. La vegetación sumergida como macroalgas y fanerógamas contribuyen también a la reserva de carbono orgánico disuelto y particulado,

de una manera intermedia entre el fitoplancton y la vegetación circundante (como mangle).

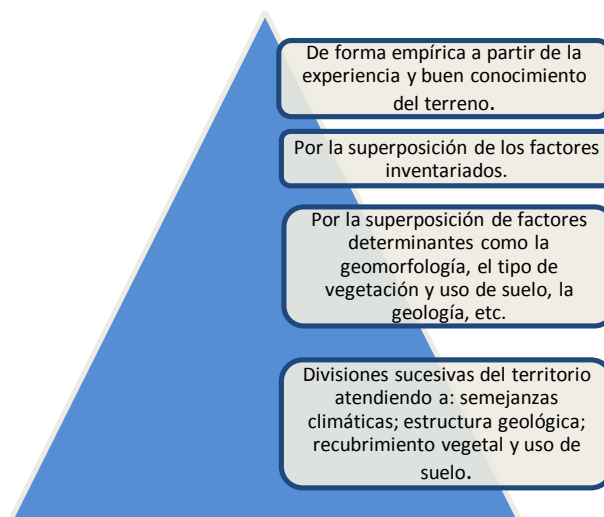
La vegetación acuática (macroalgas y fanerógamas) con altas tasas de producción primaria aporta una cantidad importante de carbono, pero su alto contenido en celulosa, lignina y proteínas complejas le conducen a un mayor tiempo de degradación y a la formación de compuestos húmicos (De la Lanza, *et al.*, 1994).

Tanto el fitoplancton como la macrovegetación excretan carbohidratos de bajo peso molecular y su concentración varía según el “estrés” producido por las condiciones ambientales y la fase del desarrollo; en consecuencia, el carbono excretado puede variar en un amplio intervalo entre el 0.0 y el 99% del asimilado en la fotosíntesis (De la Lanza, 1994; Calvario y De la Lanza, 1988).

4.3 Definición y características de las unidades ambientales

En un sistema urbano como Salina Cruz, las principales modificaciones se producen en la biota. Además de la pérdida de biodiversidad, las relaciones ecológicas se ven destruidas, si no es que eliminadas. Cambios en los ciclos del clima y el hidrológico, son la forma en que se manifiestan estas alteraciones al medio natural.

Existen distintas formas de señalar a una unidad ambiental (Gómez Orea, 2001):



A partir de las definiciones antes mencionadas, se clasificaron, en la zona costera de Salina Cruz, cuatro unidades ambientales. El tipo de uso de suelo y vegetación son el principal elemento que se tomó en cuenta para llegar a delimitar y caracterizar cada una de las unidades (véase *Mapa 6*).

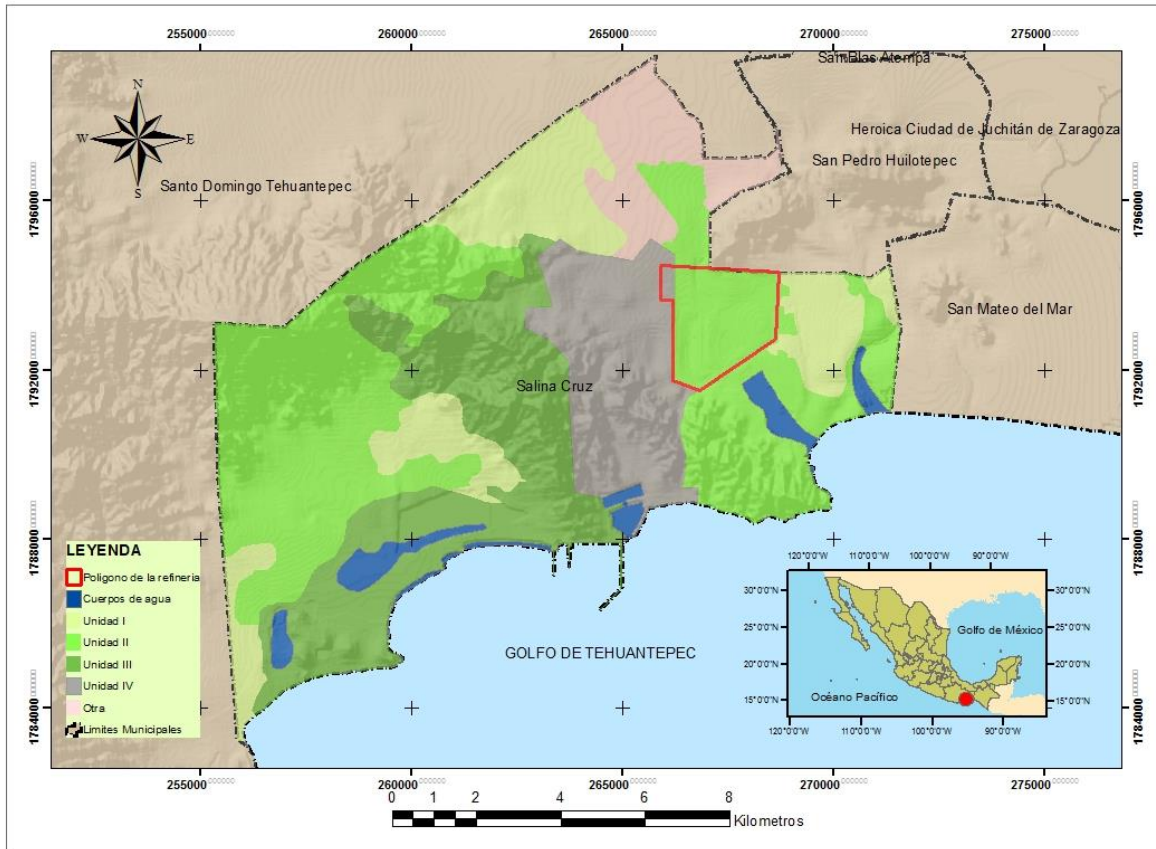
La unidad I corresponde a agricultura de temporal. Esta unidad se encuentra repartida en los dos extremos, oriental y occidental del municipio. Comprende las localidades de Boca del Río, La Refinería, gran parte de bahía La Ventosa y en el extremo oeste la localidad de Playa Azul.

La unidad II es selva baja caducifolia. En ella se ubican las localidades de Ensenada La Ventosa, principalmente, además de una porción costera al oeste del municipio, entre Punta Conejo y Playa Azul, conocida como Playa Brasil.

La unidad III es la de selva baja caducifolia con vegetación aparente. Las principales localidades aquí establecidas son Playa Las Escolleras, Salinas del Marqués y Punta Conejo. Comprende una amplia franja costera que comparte con la unidad urbana las instalaciones de la marina y el puerto. Se le puede considerar como una zona en transición entre lo urbano y lo rural. Los índices de marginación siguen siendo altos en esta parte del municipio; sin embargo, existe un mayor acceso a bienes y servicios, en comparación con las dos unidades anteriores. El impacto ambiental en esta zona se ha dado tanto por derrames de petróleo como por la actividad portuaria.

La unidad IV, de área urbana, comprende básicamente toda el área del centro político y administrativo del municipio de Salina Cruz. Se encuentra en expansión en detrimento de otras áreas naturales aledañas al municipio. Su porción costera corresponde a las instalaciones del puerto, de la Secretaría de Marina y la Terminal Marítima PEMEX Refinación.

Se puede afirmar que toda la costa en esta unidad ambiental ha sido alterada y fuertemente impactada por la contaminación de las actividades industriales que se realizan en el lugar.



Mapa 6. Identificación de las unidades ambientales. Escala 1:100,000 (Elaboración propia con base en cartografía digital de INEGI 2012).

Para definir cada unidad ambiental fue necesario conocer seis elementos que constituyen el geosistema: la geología, el relieve, la hidrología, el clima, la biota y el aspecto socio-económico de la zona. La información obtenida para cada elemento se organizó en una tabla con la información específica de cada unidad ambiental (véase *Tabla 8*).

4.3.1 Problemática ambiental

En el puerto de Salina Cruz, desde la puesta en operación de la refinería “Ing. Antonio Dovalí Jaime” en el año de 1975, se inició un proceso de contaminación, inicialmente de la Laguna Mayor o estero La Ventosa, posteriormente, de la bahía La Ventosa y de ensenada

La Ventosa, de las Salinas del Marqués y sus alrededores, de las aguas en el Océano Pacífico y en general del golfo de Tehuantepec.

La carga de combustible a los buquetanques se lleva a cabo en los muelles del puerto, pero los buquetanques de mayor calado se cargan con las monoboyas fondeadas en el mar, frente a la comunidad de Salinas del Marqués. Además de los hidrocarburos también se cargan agroquímicos y sustancias tóxicas como insecticidas, plaguicidas y fungicidas que ocasionan un deterioro ecológico irreversible en los ecosistemas acuáticos.

Los efectos negativos que ha ocasionado esta actividad en relación con su entorno ecológico son:

1. Contaminación de aguas interiores y oceánicas por el vertido de aguas residuales de los procesos de refinación, por las actividades de lastre de los buquetanques empleados en el puerto y por los desechos urbanos.
2. Modificación del medio natural. Salina Cruz, único puerto pesquero de importancia en el estado de Oaxaca por su infraestructura y por el número de embarcaciones mayores que se dedican principalmente a la captura de camarón, es hoy un puerto en decadencia.
3. Afectación de la laguna o estero que se ha visto deteriorado, ya que las aguas provenientes de la refinería descargan a la laguna por el arroyo “El Zanjón” que los conecta; estas aguas sucias traen aceites, grasas, chapopote y otras sustancias que arrastran a su paso, hacia el vaso de la laguna la cual, al llenarse, abre la barra que la separa del mar vaciándose y contaminando la bahía La Ventosa. La importante producción de camarón es afectada en su totalidad, “matándola” o, en el mejor de los casos, contaminándola. Toda esta contaminación se precipita sobre la plataforma continental del golfo de Tehuantepec adhiriéndose a los sedimentos, los cuales, posteriormente, con la llegada de los denominados “Tehuanos” vuelven a mezclarse con la masa de agua por efecto de la importante surgencia eólica de la región.

Tabla 8. Unidades ambientales. (Fuente: elaboración propia, con base en trabajo de campo, Salina Cruz, Oaxaca, del 23 a 26 de abril 2014; SEDESOL. "Actualización del atlas de riesgos de Salina Cruz, Oaxaca, 2011"; CONABIO 2013)

UNIDAD AMBIENTAL	GEOLOGÍA	RELIEVE	CLIMA	HIDROLOGÍA	BIOTA	SOCIO-ECONOMICO
I. Agricultura de temporal (antes Selva Baja Espinosa Caducifolia)	Suelo aluvial, Q(al). Comprende un área de 7,089 hectáreas. Ha sido formado principalmente por el depósito de materiales sueltos como gravas y arenas provenientes de rocas preexistentes, pertenecientes al periodo Cuaternario y se han depositado aquí por el transporte de corrientes superficiales.	Esta unidad se ubica principalmente sobre el litoral.	Cálido subhúmedo, temperatura media anual entre 26 y 28°C. Playa Azul tiene de 800 a 1000 mm de precipitación media anual. Boca del Río con precipitación media que rebasa los 1000 mm.	Regiones hidrológicas: Costa de Oaxaca (RH21), se ubica al sur del municipio y aloja la Cuenca Río Astata y Otros, contiene a la Subcuenca Salina Cruz (74.84%). Tehuantepec (RH22), se ubica al norte del municipio, aloja la Cuenca Río Tehuantepec, contiene a la Subcuenca Río Bajo Tehuantepec (25.16%).	En toda el área predominan pastizales y las tierras de cultivo. En Boca del Río la vegetación original ha desaparecido prácticamente por la cercanía a la ciudad además de las prácticas agrícolas que aquí se desarrollan. Se caracteriza por la abundancia de especies como <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Pereskia lychnidiflora</i> , <i>Cercidium praecox</i> , <i>Cephalocereus sp.</i> , <i>Pithecellobium sp.</i> , <i>Agonandra obtusifolia</i> , <i>Jacquinia aurantica</i> , <i>Randia aculeata</i> , <i>Ziziphus sonorensis</i> , <i>Acacia sp.</i> , <i>Opuntia sp.</i> , <i>Turnera diffusa</i> y <i>Mamillaria sp.</i> Animales terrestres, como: <i>Sciurus aureogaster</i> , <i>Lepus flavigularis</i> , <i>Sylvilagus floridanus</i> , <i>Mephitis macroura</i> , <i>Sigmodon mascotensis</i> , <i>Phrynosoma asio</i> , <i>Sceloporus undulatus</i> , <i>Leptophis diplotropis</i> y <i>Porthidium dumni</i> .	Superficie de 20.2 km ² . Las principales localidades son: Boca del Río, Bahía La Ventosa y Playa Azul. 1,898 personas viven aquí (INEGI, 2010). El grado de marginación social va de alto a muy alto. En cuanto a caminos y carreteras, la parte correspondiente a Boca del Río es la mejor comunicada, mientras que Playa Azul solo cuenta con una carretera que comunica la costa con el centro. 490 viviendas habitadas, de las cuales 334 no tiene agua entubada, 38 no tiene energía eléctrica y 80 cuentan con piso de tierra. En cuanto a obras de infraestructura lo principal es la refinera. La principal actividad está relacionada con el petróleo y en menor medida la pesca y el turismo.
II. Selva baja caducifolia	Ensenada la Ventosa localizada sobre granito, K (Gr), roca ígnea intrusiva acida perteneciente al periodo Cretácico. Al noroeste se encuentra esquisto, P (E), roca metamórfica del periodo Paleozoico. Al norte de Ensenada la Ventosa se encuentra también roca metamórfica del periodo Paleozoico, pero esta vez identificada como Cuarzita, P (C).	Al este y al oeste del se observan lomeríos. Los lomeríos del oeste tienen elevaciones de 280 msnm con inclinaciones de 15° a 64°. Los lomeríos del lado este tienen alturas máximas de 160 msnm y con pendientes de 17° a 45°.	El clima es cálido subhúmedo. Las precipitaciones son mayores a 1000 mm anuales y la temperatura al igual que en la región entera oscila de los 26 a 28°C.	Regiones hidrológicas: Costa de Oaxaca (RH21), se ubica al sur del municipio y aloja la Cuenca Río Astata y Otros, contiene a la Subcuenca Salina Cruz (74.84%). Tehuantepec (RH22), se ubica al norte del municipio, aloja la Cuenca Río Tehuantepec, contiene a la Subcuenca Río Bajo Tehuantepec (25.16%).	La vegetación es mejor representada por mezquites y yucas, además de amplios pastizales y matorrales de poca altura. Las copas de los árboles son muy abiertas y poco densas. Se tienen registro de especies como <i>Amphipterygium adstringens</i> , <i>Ceiba sp.</i> , <i>Plumeria rubra</i> , <i>Lonchocarpus sp.</i> , <i>Lysiloma sp.</i> , <i>Acacia cochliacantha</i> , <i>Randia nelsonii</i> , <i>Turnera diffusa</i> , <i>Bromelia pinguin</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Heliotropium curassavicum</i> Aves: <i>Nyctidromus albicollis</i> , <i>Quiscalus mexicanus</i> , <i>Hirundo rustica</i> , <i>Limosa haemastica</i> , <i>Larus pipixcan</i> y <i>Melanerpes chrysogenys</i> . Animales terrestres: <i>Sciurus aureogaster</i> , <i>Lepus flavigularis</i> , <i>Sylvilagus floridanus</i> , <i>Mephitis macroura</i> , <i>Sigmodon mascotensis</i> , <i>Phrynosoma asio</i> , <i>Sceloporus undulatus</i> , <i>Rhogeessa parvula</i> , <i>Odocoileus virginianus</i> , <i>Leptophis diplotropis</i> y <i>Porthidium dumni</i> .	En una superficie de 51.81 km ² tenemos las localidades de Playa Brasil y Ensenada La Ventosa. Viven aquí unas 1,269 personas (INEGI, 2010). El grado de marginación es de alto a muy alto. Unas 167 viviendas no disponen de agua entubada, 82 no cuentan con energía eléctrica y 69 tienen piso de tierra La principal infraestructura carretera se encuentra en Ensenada La Ventosa, localidad con una traza urbana más desarrollada.
III. Selva baja caducifolia con vegetación secundaria aparente.	Punta Conejo es una estructura de roca metamórfica. Playa Las Escolleras se localiza sobre depósitos de material aluvial. En esta parte del municipio se localiza Suelo lacustre, Q (la), integrado por depósitos recientes producto de los sistemas de lagunas y esteros de la zona. Está conformado por sales y arcillas, principalmente y su origen se remonta al periodo Cuaternario.	En esta región se extiende una llanura con una pendiente de norte a sur y una inclinación muy poco acentuada en el orden de 0.25°.	El clima es cálido subhúmedo. Para estas localidades los regímenes de lluvia oscilan entre 800 y 1000 mm por año.	Regiones hidrológicas: Costa de Oaxaca (RH21), se ubica al sur del municipio y aloja la Cuenca Río Astata y Otros. A su vez esta contiene a la Subcuenca Salina Cruz (74.84%).	La vegetación es de dunas costeras, cubre una superficie de 203 hectáreas. Se identificaron especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Algunas especies identificadas fueron <i>Mimosa deamii</i> , <i>Crateva tapia</i> , <i>Antigonon cinerascens</i> , <i>Rauvolfia tetraphylla</i> , <i>Coccoloba sp.</i> y <i>Distichlis spicata</i> . Aves: <i>Larus pipixcan</i> , <i>Melanerpes chrysogenys</i> , <i>Aratinga canicularis</i> y <i>Quiscalus mexicanus</i> Animales terrestres: <i>Sciurus aureogaster</i> , <i>Sylvilagus floridanus</i> , <i>Mephitis macroura</i> , <i>Leptophis diplotropis</i> y <i>Porthidium dumni</i> . Peces y crustáceos: <i>Rimopenaeus similis</i> , <i>Farfantepenaeus californiensis</i> , <i>Atya margaritacea</i> y <i>Euphyllax robustus</i> .	En una superficie de 29.38 km ² tenemos las localidades de Playa Las Escolleras, Salinas del Marqués y Punta Conejo. 368 viviendas están habitadas, con un total de 1,454 habitantes. Del total de viviendas 156 no dispone de agua entubada, 15 no tienen servicio de energía eléctrica y 32 tiene piso de tierra solamente. El grado de rezago en la zona es alto. Las actividades económicas en la región han cambiado con el tiempo. Las salineras han sido prácticamente abandonadas y la actividad pesquera es poco rentable. Esta unidad se extiende bastante hacia el norte del municipio y es básicamente una región de transición entre el centro urbano de Salina Cruz y las localidades rurales.
IV. Área urbana	Principalmente de sedimentos aluviales que caracterizan la llanura del Istmo. Sin embargo, existen dos regiones, al sureste y suroeste donde el basamento es de granito, K (Gr), roca ígnea intrusiva acida perteneciente al periodo Cretácico. También hay una pequeña región al noroeste que corresponde a esquisto, P (E), roca metamórfica del Paleozoico.	El área urbana se estableció primeramente sobre la llanura que se expande hacia el norte desde el litoral. Los últimos procesos de urbanización se han orientado más hacia los lomeríos y laderas de los mismos o pie de monte.	El clima es cálido subhúmedo, a esta región la divide por la mitad de noreste a suroeste la isoyecta de 1000 mm de precipitación media anual.	Regiones hidrológicas: Costa de Oaxaca (RH21), se ubica al sur del municipio y aloja la Cuenca Río Astata y Otros, contiene a la Subcuenca Salina Cruz (74.84%). Tehuantepec (RH22), se ubica al norte del municipio, aloja la Cuenca Río Tehuantepec, contiene a la Subcuenca Río Bajo Tehuantepec (25.16%).	Es la zona más alterada en el municipio. No existen parques o jardines que conserven las especies vegetales endémicas. Las zonas de agrícolas han sustituido a antiguas áreas de vegetación natural. Existe gran abundancia de árboles de mango (<i>Mangifera indica</i>), plátanos (<i>Musa paradisiaca</i>) e incluso tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>), que según información de CONABIO se encuentran entre las especies invasoras de la zona.	Esta Unidad abarca todo lo que es el centro político y administrativo del municipio, abarca una superficie de 17.07 km ² . Concentra el mayor número de población, 76,596 habitantes (INEGI, 2010). El grado de marginación es bajo. El número total de viviendas es de 21,636. Solo 1,749 de estas no disponen de agua entubada, 240 no cuentan con energía eléctrica y existen unas 505 viviendas con piso de tierra. Aquí se encuentra el palacio municipal y la sede de otras instituciones locales. La principal infraestructura en caminos y puentes se localiza aquí con el objetivo de conectar las actividades mercantiles del puerto y el transporte de hidrocarburos y sus derivados.

4. Concentración de materiales residuales y tóxicos. En la bahía la ventosa, PEMEX construyó dos tubos emisores que provienen de la refinería y de las colonias 'Refinería' y 'Petrolera', las descargas son de aguas negras e industriales principalmente. Dichos emisores han sufrido constantes fisuras y roturas en la orilla del mar por el embate de las olas, haciendo que los desechos que conducen queden en la bahía y se esparzan dentro de ella provocando mortandad en las especies sésiles que la habitan, principalmente el ostión de roca *Ostrea iridescens* cuyo hábito alimenticio es por medio de filtración para alimentarse del plancton, larvas y postlarvas de diversos peces, crustáceos y moluscos de importancia comercial como el camarón y la langosta.³³ Las especies que no se mueren, concentran en su cuerpo las toxinas y metales pesados que por su proceso metabólico asimilan, constituyendo un peligro grave para la salud.³⁴

4.3.2 Valoración del impacto

Las actividades petroleras siempre representan un riesgo constante para la conservación del medio natural. La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime es la responsable de numerosos derrames, fugas, explosiones y emisiones de aguas y gases contaminantes. La serie de medidas institucionales por parte de la otrora paraestatal PEMEX, han sido incorrectamente aplicadas, si no es que ignoradas.

Antes de que iniciara operaciones la refinería, las actividades portuarias eran las principales responsables de las alteraciones al medio. El análisis de Índice de Vegetación Normalizada (NDVI) muestra parte de estos cambios en la cobertura vegetal.

$$\text{NDVI} = \text{BIR} - \text{BR} / \text{BIR} + \text{BR}$$

BIR= Banda infrarroja

BR= Banda roja

³³ Curioca Andrade, Asís (2008). "Ponencia para el Foro Regional de Consulta sobre el Sector Pesquero", Gobierno del Estado de Oaxaca, Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercio, Dirección de Fomento y Desarrollo Pesquero. México.

³⁴ Ronsón Paulín, José Ángel. "Análisis retrospectivo y posibles causas de mareas rojas tóxicas en el litoral del sureste mexicano (Guerrero, Oaxaca, Chiapas)". Universidad del Mar. Instituto de Industrias.

El análisis a partir de los NDVI nos permite tener una idea del estado de la vegetación de manera general en el momento en que fue capturada la imagen satelital. Cuando nos interesa detectar algún aspecto específico de la superficie terrestre, pueden utilizarse índices que utilicen algunas bandas del espectro electromagnético.

Para el presente estudio se utilizó este índice por la relación directa que guarda con el estado de la biota (flora y fauna), aspecto que interesa conocer.

Los primeros signos de impacto ambiental en Salina Cruz se dieron muy probablemente en el momento que se convirtió en un puerto marítimo, el cual pasó por distintos momentos históricos. Sin embargo, y debido a la envergadura que conlleva la realización de las actividades relacionadas con la extracción, transformación y comercialización del petróleo, es de esperarse que sea esta actividad la principal responsable del deterioro del medio ambiente costero del municipio.

Han pasado 35 años desde que comenzó a operar la refinería Ingeniero Antonio Dovalí Jaime y la transformación del medio natural ha sido paulatina pero constante. Y así lo demuestra un análisis de transformación orientada como el NDVI, aplicado a la zona de estudio en cuatro momentos distintos: 1979, 1988, 1995 y 2009.

El NDVI determina en un gradiente que va de 1 positivo a 1 negativo, el grado de reflectividad de la superficie. En este gradiente 1 positivo corresponde a una vegetación sana, altamente abundante y en perfecto estado de conservación, mientras que 1 negativo representa la nula existencia de vegetación. Los valores cercanos a cero deben ser tomados como representación de escasa vegetación, mala calidad de la misma o correspondiente a vegetación caducifolia en época seca.

Tomando en cuenta lo anterior y conforme el análisis realizado, se tiene a 1979 como el referente en cuanto a niveles de cobertura vegetal preexistentes. Es justamente este año en el que empieza a funcionar la refinería y es, así mismo, el año que presenta los índices de vegetación más saludables tanto en abundancia vegetal como en extensión de la cobertura. En localidades como ensenada La Ventosa, Salinas del Marques y Playa Azul se registran niveles de valor por pixel mayor a 0.5 para 1979, lo que significa vegetación saludable y algo abundante. Sin embargo, son justamente estas las localidades que para 2009 presentaron

las mayores alteraciones en su cobertura vegetal, siendo, en el mejor de los casos, que se alcance un nivel de 0.4 en el índice de vegetación.

Para 1988, el cambio en el área de la refinería se muestra evidente, no así el cambio por uso urbano. Es hasta 1995 cuando la expansión demográfica y el crecimiento urbano a causa de la refinería se han consolidado. En el año 2009 la pérdida de vegetación a expensas de la refinería continúa, influyendo directamente sobre la vegetación y especies de fauna de las zonas aledañas a ésta. Para 2009 ya es posible detectar con mucha más facilidad una serie de conexiones con otros centros urbanos del istmo, repercutiendo directamente sobre la cobertura vegetal del suelo de la región.

Es, por último, la parte este del municipio, junto con toda la parte centro, la que presenta las mayores modificaciones y afectaciones al medio ambiente. También es precisamente aquí donde se localiza la refinería y el puerto marítimo.

Estos cambios en la cobertura vegetal del suelo corresponden con el análisis previo y posterior que se ha realizado con el apoyo de información sobre el uso de suelo y vegetación en distintos años. Asimismo, los factores, impactos y consecuencias que se han propuesto se verifican con un análisis de este tipo (véase *Anexo: Insumos cartográficos*).

En Salina Cruz, Oaxaca, según la información de uso de suelo y vegetación de INEGI (2014), existen cuatro principales usos de suelo en la costa: Agricultura de temporal, selva baja caducifolia, selva baja caducifolia con vegetación secundaria aparente y el urbano. Los cuatro tienen influencia costera.

En este mismo orden de ideas, fue posible reconocer con el apoyo de cartografía digital de INEGI sobre uso de suelo y vegetación, cuatro unidades ambientales. De las cuatro antes mencionadas, el uso urbano y el de agricultura de temporal han sido en los que más intenso ha sido el cambio de cobertura (véase *Anexo: Matrices 2, 3, 4 y 5*).

La unidad ambiental I se trata principalmente de suelos aluviales conformados por arcillas. Ha sufrido una fuerte alteración de la cubierta de suelo. El impacto por urbanización va en aumento. Los niveles de marginación social son muy elevados y la infraestructura es nula.

Aquí se resienten de manera directa la contaminación provocada por la refinería. En general, se trata de zonas utilizadas para cultivos.

El cambio de uso en esta unidad ha sido notable, anterior a la agricultura la vegetación que predominaba era la correspondiente a selva baja espinosa caducifolia, la que ha desaparecido para dar paso a prácticas agrícolas de temporal. Los mayores índices de contaminación por quema de desechos se pueden atribuir a la marginación de las localidades.

Boca del Río es la localidad dentro de la unidad ambiental que presenta las mayores alteraciones, siguiéndole la región al oeste de la ciudad. Playa Azul, más al poniente, tiene las máximas afectaciones en las playas a causa de ocasionales derrames que dejan la grasa en la arena de las playas (véase Anexos: *Matriz 2*).

La unidad ambiental II presenta niveles de marginación social muy altos. Ensenada La Ventosa al igual que bahía La Ventosa han resentido enormemente las actividades petroleras, que es el principal rasgo a destacar en la unidad, ya que en ella se encuentra la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime.

En ensenada La Ventosa existe un tiradero a cielo abierto que constantemente está quemando desechos, contribuyendo a la contaminación atmosférica de la región. En cuanto a infraestructura, además de las instalaciones de la refinería, existen un par de oleoductos de 30 y 48 pulgadas que cruzan más al norte de ensenada La Ventosa, en los terrenos de la refinería. Aquí se encuentran algunos de los principales rasgos superficiales del municipio tales como: Estero La Ventosa, arroyo El Zanjón, así como la desembocadura del río Tehuantepec. En estero La Ventosa la actividad de pesca de camarón ha decaído hasta desaparecer prácticamente (véase *Matriz 3*).

La unidad ambiental III comprende una amplia franja costera que comparte, con la unidad urbana, las instalaciones de la marina y el puerto. El suelo es principalmente de origen lacustre, formado por sales y arcillas. La mayor alteración en esta unidad se debe a la infraestructura portuaria de carga a granel y petrolera que se ha establecido en esta unidad y a la expansión demográfica. La infraestructura en la unidad es abundante; existen aquí plantas procesadoras de camarón, una fábrica de hielo, el puerto y la terminal marítima de PEMEX. Se le puede considerar a esta unidad como una zona en transición entre lo urbano

y lo rural. Los índices de marginación social siguen siendo altos en esta parte del municipio, sin embargo, existe un mayor acceso a bienes y servicios, en comparación con las dos unidades anteriores. El impacto ambiental en esta zona se ha dado, tanto por derrames de petróleo como por la actividad portuaria. La extracción de sal se ha visto afectada directamente por derrames de petróleo y otros combustibles. En esta unidad, junto con la unidad III, se han registrado el mayor número de accidentes relacionados con fugas en los ductos o explosiones (véase *Matriz 4*).

Esta unidad ambiental comprende una amplia franja costera que comparte, con la unidad urbana, las instalaciones de la marina y el puerto. El suelo es principalmente de origen lacustre, formado por sales y arcillas. La mayor alteración en esta unidad se debe a la infraestructura portuaria de carga a granel y petrolera que se ha establecido en ella y a la expansión demográfica. La infraestructura en la unidad es abundante, existen aquí plantas procesadoras de camarón, una fábrica de hielo, además de todo lo relacionado con el puerto y con la terminal marítima de PEMEX. Se le puede considerar como una zona en transición entre lo urbano y lo rural. Los índices de marginación social son altos en esta parte del municipio; sin embargo, existe un mayor acceso a bienes y servicios, en comparación con las dos unidades anteriores. El impacto ambiental en esta zona se ha dado tanto por derrames de petróleo como por la actividad portuaria. La extracción de sal se ha visto afectada directamente por derrames de petróleo y otros combustibles.

Por último, tenemos la unidad ambiental IV o urbana; esta se encuentra en expansión, en detrimento de otras áreas naturales aledañas al municipio (principalmente avanzando sobre la unidad III). La ciudad ha crecido sobre lo que alguna vez fuera selva baja caducifolia. La calidad del aire es palpablemente mala, la bruma y emisión de gases es algo cotidiano. El fenómeno de urbanización ha traído consigo especies de fauna y flora invasoras. Su porción costera corresponde a las instalaciones del puerto, de la Secretaría de Marina y de la Terminal Marítima PEMEX Refinación, compartiendo este espacio con la unidad III. Se puede afirmar que toda la costa en esta unidad ambiental IV ha sido alterada y fuertemente impactada por la contaminación de las actividades que se realizan en el lugar. El ferrocarril, autopistas y carreteras forman parte de la red vial (véase *Matriz 5*).

El impacto ambiental en las cuatro unidades ambientales ha sido importante; sin embargo, regiones como la unidad ambiental I, II y III son las principalmente afectadas, ocasionando que incluso la unidad ambiental I haya cambiado completamente de tipo de cobertura vegetal de selva baja espinosa caducifolia a agricultura de temporal. El grado de marginación social en estas tres unidades es alto y la calidad de los servicios que hay es muy mala. Las unidades I y III resienten directamente las actividades portuarias y de refinación por el simple hecho de estar dentro de éstas las instalaciones en que se realizan dichas actividades. También debe reconocérseles que han sido las que en un principio concentraban la mayor abundancia y diversidad de especies de flora y fauna, hecho que hace más evidentes las afectaciones. Por su parte la unidad 2 resiente el impacto de la refinería y el puerto de manera indirecta pero constante. La unidad 4 ó urbana es un espacio completamente transformado en el que la contaminación afecta e incide directamente sobre la vida de la población humana; sin embargo, se logró detectar con el trabajo de campo que existe un especie de normalización de la situación ambiental entre la población local, lo que ocasiona la falta de toma de conciencia sobre el grave deterioro que está sufriendo el medio natural que habita. Durante las encuestas levantadas, habitantes de las zonas más contaminadas o degradadas declaraban no percibir ningún tipo de contaminación, mientras que otros declaraban que la situación ya era normal y que no existía gran afectación.

Según Moreno-Casasola, *et al.*, “Beatley, Brower y Schwab (1994) describen una comunidad costera sustentable como aquélla que busca minimizar el impacto destructivo en los sistemas naturales y en el ambiente, que busca crear lugares perdurables y de alta calidad de vida y construir comunidades que son socialmente justas en las que las necesidades de todos los grupos sean consideradas. Ello implica desarrollar un proceso en el que se toma en cuenta no solamente el funcionamiento ecológico de los ecosistemas costeros, sino también las condiciones sociales, políticas y económicas de la región y la situación de sus habitantes”. Para esto, es preciso comenzar a desarrollar una metodología que permita alcanzar estas metas, lo cual no se logrará más que detallando a fondo la importancia de los elementos naturales aquí localizados para diseñar herramientas para el manejo y conservación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El mal manejo que se ha hecho de los recursos naturales en México genera importantes daños ambientales. El proceso de extracción, refinación, transporte y almacenamiento de petróleo, al igual que las actividades portuarias, han resultado, en conjunto, catastróficas para el medio natural del Istmo de Tehuantepec.

En abril de 1979 se instala en el municipio costero de Salina Cruz la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime. Según CONABIO dicha región es la más importante a nivel nacional en cuanto a biodiversidad. Su ubicación estratégica, al ser un punto de conexión interoceánica (Pacífico-Atlántico), destaca la importancia de los fenómenos naturales (atmosféricos, marinos y biológicos) y sociales (económicos, demográficos, políticos y culturales) que aquí ocurren.

PEMEX se encarga de la administración y operación de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime y de su Terminal Marítima PEMEX Refinación, esta última enclavada en el puerto de Salina Cruz. Incidentes como fugas de gases, combustibles, aceites, derrames de crudo y explosiones en la refinería y en los ductos que atraviesan el municipio han sido constantes a lo largo de los años. A pesar de que las legislaciones ambientales existen para frenar este tipo de impactos, la biota de este pequeño municipio costero se encuentra en una degradación constante desde 1979. El impacto más notorio se ha dado en las pesquerías del golfo de Tehuantepec, antes región de importantes registros de captura de camarón. Por otra parte, la biota terrestre ha sido igualmente afectada, posiblemente en mayor medida; sin embargo, lo prolongado del impacto ha ocasionado que esta degradación sea parte del paisaje común y no sea tan notoria para la población local.

La zona costera constituye un espacio fundamental en México y el mundo, al ser una región de alto riesgo y poca estabilidad, pero también fuente de importantes recursos económicos. Por ello, es necesario impulsar a escala global una serie de instrumentos que nos permitan un profundo conocimiento de los procesos que aquí tienen lugar para mirar hacia un manejo integral de la zona costera, conocimiento que debe ser impulsado por las comunidades y el municipio correspondiente con el respaldo del Estado. En este punto es

importante reconocer lo que dicen Moreno-Casasola *et al.* (1994), en el sentido de que las actividades de conservación deben siempre darse a una escala mucho más amplia del problema que se está abordando.

El manejo de la zona costera requiere de una evaluación de la biota, su composición, su estructura, sus estrategias de regeneración, y de su productividad de la misma, así como de los servicios ambientales que estos geosistemas proporcionan y los requerimientos ecológicos de estos sistemas y sus especies (Moreno-Casasola, *et al.*, 1994).

La región del istmo de Tehuantepec, tiene a lo largo del año una importante actividad económica debido a su ubicación espacial. En el plano ambiental hay que destacar las surgencias, huracanes, los vientos de norte y sur y las mareas que se dan hacia el golfo de Tehuantepec ocasionados por la influencia de corrientes oceánicas, así como el régimen de vientos que incide en la zona, elementos ambos que aportan las condiciones necesarias para el surgimiento de nutrientes del fondo marino, traducido en una gran producción de fitoplancton que incentiva la existencia de enormes bancos de peces, importantes para las pesquerías de la región. Destaca el papel económico que juega, tanto el puerto marítimo como la planta refinadora a nivel nacional; el puerto se ubica como uno de los más importantes para la exportación de hidrocarburos y de materias primas como minerales o granos. Sin embargo, resulta evidente la contradicción que aquí se presenta. La abundancia en biodiversidad de esta se ve amenazada por las actividades petroleras y de comercio.

El sector pesquero se encuentra sumamente mermado por el efecto de la actividad portuaria de gran calado (de altura) y las actividades petroleras. El puerto de Salina Cruz se caracteriza por manejar una gran parte del tráfico de carga de la región sur y sureste de la República mexicana que comprende los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Campeche, Tabasco y Puebla, entre otros. Los principales productos que se manejan en esta región son café, productos químicos, cemento, cerveza, madera y azúcar.

En lo que corresponde a las condiciones biológicas de la zona de estudio, se puede mencionar algunas especies de flora, en especial vegetación de dunas costeras, que se encuentran en mayor riesgo, es el caso de *Mimosa deamii*, *Crateva tapia*, *Antigonon cinerascens*, *Rauvolfia tetraphylla*, *Coccoloba sp.* y *Distichlis spicata*. Hay que reconocer que la superficie

ocupada por humedales en el municipio ha tenido los mayores impactos por contaminación de la refinería y el puerto. Una práctica que impacta de forma negativa en las comunidades biológicas de la región es la introducción de especies invasoras de flora por el hombre como: *Albizia lebbbeck*, *Calotropis procera*, *Tamarindus indica* y *Tecoma stans*.

Asímismo, de entre la amplia variedad de especies de aves (*Nyctidromus albicollis*, *Quiscalus mexicanus*, *Hirundo rustica*, *Passerina lechancherii* y *Melanerpes chrysogenys*), de mamíferos y reptiles (*Sciurus aureogaster*, *Lepus flavigularis*, *Sylvilagus floridanus*, *Mephitis macroura*, *Sigmodon mascotensis*, *Phrynosoma asio*, *Sceloporus undulatos*, *Leptophis diplotropis* y *Porthidium dumni*), las especies endémicas son las que se encuentran en un alarmante peligro : *Peromyscus leucopus*, *Lepus flavigularis*, *Bassariscus astutus* y *Phyllodactylus muralis*.

La economía de Salina Cruz depende del petróleo y del comercio y se han dejado de lado prácticas como la pesca, la obtención de sal y la agricultura. Esta situación hace mucho más vulnerable la durabilidad del desarrollo urbano y económico del municipio al encontrarse limitado a la actividad petrolera. En cuanto al perfil sociodemográfico del municipio debe reconocerse que el desarrollo portuario y de la industria petrolera trajo consigo mayores oportunidades de desarrollo económico para los habitantes no sólo del municipio, sino de la región en su conjunto. Sin embargo, este desarrollo no ha sido parejo; las obras de infraestructura están enfocadas en mejorar la accesibilidad y el transporte de mercancías y recursos en la refinería y en el puerto. Obras de seguridad social, culturales y deportivas giran en torno a estos dos polos de desarrollo en el municipio. El trabajo de campo permitió corroborar que la mayoría de habitantes carecen de servicios básicos como agua potable entubada, recolección de basura, red de drenaje, pavimentación de calles, alumbrado público y áreas verdes o recreativas; en contraste, la pérdida de playas y del ecosistema están a la orden del día.

Las recomendaciones giran en torno a la necesidad de mejorar las condiciones ambientales, no sólo en el municipio de Salina Cruz, sino en todo el istmo de Tehuantepec ya que, como se observó en el desarrollo del trabajo de tesis, las actividades de conservación deben siempre darse a una escala mucho más amplia del problema que se está abordando. Distintos proyectos energéticos, como el caso de la generación eólica en el istmo y

proyectos de modernización y ampliación de la planta industrial de PEMEX, contemplados en la más reciente reforma energética, sumamente ambiciosos se están poniendo en marcha en la región y si no se hacen de la manera correcta, atendiendo las necesidades ambientales y poniendo como objetivo primordial la conservación del ambiente, se estará hablando en pocos años de una enorme catástrofe ambiental en la región, que tendrá un impacto profundo en el bienestar nacional. Se recomienda lo siguiente: mejorar los servicios públicos de recolección de basura, así como el desazolve constante de canales y drenaje (actualmente se encuentran en operación sólo 5 camiones recolectores de basura para cubrir todo el municipio).

Contener el desarrollo urbano es un punto clave si se quieren mejorar las condiciones ambientales. La aplicación de programas de regularización de uso de suelo en viviendas, asentadas en suelos que no corresponderían a uso urbano o habitacional.

Fomentar una verdadera cultura y ética del cuidado ambiental entre la población, pero principalmente hacia la industria petrolera y portuaria.

Mejorar la infraestructura municipal, como por ejemplo la creación de nuevas plantas de tratamiento de aguas negras y residuales de origen municipal (se cuenta solamente con una planta de tratamiento de aguas en el municipio, mientras que regiones como Huatulco cuentan hasta con 5 plantas de tratamiento en un área mucho menos extensa). De igual manera, es necesario exigir a PEMEX el correcto funcionamiento y las condiciones óptimas en sus plantas de tratamiento de aguas residuales.

La transparencia en la rendición de cuentas es un tema primordial. Ésta se debe impulsar principalmente en materia ambiental hacia PEMEX y el gobierno, siendo parte medular de ésta la sociedad civil.

Impulsar otros polos de desarrollo en el municipio que vayan de la mano con objetivos de carácter conservacionista y ambientalista, donde el desarrollo sustentable sea el tema principal para cada actividad productiva.

Finalmente los principales actores del espacio, quienes lo viven, a través de la aplicación de encuestas corroboran lo anterior al mencionar

BIBLIOGRAFÍA

Alejo Plata, María del Carmen, *et al.*, 2006. “La pesquería artesanal del tiburón en Salina Cruz, Oaxaca, México”. *Ciencia y Mar*. XI (30). Recuperado desde: <http://www.umar.mx/revistas/30/pesqueriaartesanal.pdf> (27/03/2013).

Arcia Rodríguez, Miriam I. (Editora), 1994. “Geografía del medio ambiente: Una alternativa del ordenamiento ecológico”. Universidad Autónoma del Estado de México. México, D. F.

Ávila Chávez, Marco Antonio, 2000. “Determinación de las concentraciones de hidrocarburos aromáticos en el estero La Ventosa, Salina Cruz, Oaxaca”. (Tesis de Licenciatura). UNAM. FES-Zaragoza.

Bassols Batalla, 1972. “Recursos Naturales: climas, agua, suelos, vegetación”, Nuestro Tiempo, México.

Beatley, T. D. J., Brower & A. K., Schwab, 2002. “*An introduction to coastal zone management*”, (2ª Ed.). Washington: Island Press.

Bozada Robles, Lorenzo Manuel, 2008. “Las Pesquerías del Complejo Lagunar del Istmo de Tehuantepec. Istmo Mexicano”. (Tesis de doctorado). Instituto Tecnológico de Oaxaca. Recuperado desde: www.ciesas-golfo.edu.mx/istmo/docs/tesis/blorenzo.html (27/03/2013).

Camacho Barreiro, Aurora y Ariosa Roche, Liliana, 2000. “Diccionario de Términos Ambientales”. Publicaciones Acuario, Centro Félix Varela. La Habana, Cuba.

Capitanachi, C. (Coord.), E. Utrera y C. B. Smith, 2001. “Unidades Ambientales Urbanas: Bases metodológicas para la comprensión integrada del espacio urbano”. Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología A.C. Sistema de Investigación del Golfo de México (CONACyT). Xalapa, Ver., México.

Claude y Bertrand Georges, 2006. "Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje", traducción de Rodríguez Martínez F., Editorial Universidad de Granada. España.

CONABIO, 2008. "Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad". (Vol. I), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Distrito Federal.

Contreras Espinosa, Francisco, 1988. "Las lagunas costeras mexicanas". (2^a ed.). Centro de Eco-desarrollo. Secretaría de Pesca. México, Distrito Federal.

Contreras Espinosa, Francisco, 2010. "Ecosistemas Costeros Mexicanos. Una Actualización". México D.F.: U.A.M. Iztapalapa.

Curioca Andrade, Asís, 2008. "Ponencia para el Foro Regional de Consulta sobre el Sector Pesquero". México: Gobierno del Estado de Oaxaca, Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercio, Dirección de Fomento y Desarrollo Pesquero.

De La Lanza Espino, Guadalupe y Cáceres Martínez, Carlos, (eds.), 1994. "Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano". Universidad Autónoma de Baja California Sur. México, Baja California Sur.

Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología, 2010. Secretaría de Marina. Recuperado desde: <http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioSalinacruz.pdf> (27/03/2013).

Dollfus, Olivier, 1982. "El espacio geográfico", segunda edición. Oikos-Tau, Barcelona, España

Espinoza, Guillermo, 2007. "Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental". BID y CED. Santiago, Chile.

García Álvarez, Antonio, 1994. "Guía Práctica de Evaluación de Impacto Ambiental (Proyectos y actividades afectados)". Amarú Ediciones, Casa de la ecología, S.L. Salamanca, España.

García Guzmán, Genaro, 2007. “La construcción del espacio urbano: Proyectos de desarrollo, políticas públicas y acción colectiva en Salina Cruz, Oaxaca”. (Tesis de licenciatura) Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

García Mendoza, Abisaí J., Ordoñez, María de Jesús, Briones Salas, Miguel. (Coords.), 2004. “Biodiversidad de Oaxaca”. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.

Gobierno Municipal de Salina Cruz, Oaxaca, 2011. “Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013”. Oaxaca, México.

Gómez Orea, Domingo, 2002. “Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental”. (2ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

González Lozano, María Cristina, 2007. “Evaluación de la toxicidad de sedimentos de cuerpos acuáticos receptores de PEMEX-Refinación en Salina Cruz, Oaxaca”. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz Baja California Sur, Méx.

González Lozano, María Cristina & Méndez Rodríguez, Lía C., *et al.*, 2006. “Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, México”. *Revista Interciencia*, XXXI (9) 647-656. Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33912008> (19/05/2013).

Kremsa, Vladimir, 2002. “Desarrollo sustentable del paisaje costero: Evolución de los conceptos”. *Revista Ciencia y Mar*, 18. Recuperado desde: <http://www.umar.mx/revistas/9/jarp.pdf> (19/05/2013).

Lara-Lara, J.R., *et al.*, 2008. “Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales” en *Capital natural de México*, 1. *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.

López Cartaz, Romel, 2003. “Problemática de la terminal de contenedores del puerto de Salina Cruz”. (Tesis de Licenciatura). Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. Recuperado desde:

http://www.umar.mx/tesis_PA/tesis_digitales/Problematica%20de%20la%20terminal%20de%20contenedores/ROMEL%20LOPEZ%20CARTAZ.pdf (01/10/2013).

López, José A., *et al.*, 2009. “Mamíferos terrestres de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, LXXX, (2) 491-505. Recuperado desde: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v80n2/v80n2a20.pdf> (01/10/2013).

Martínez Laguna, *et al.*, 2002. “Istmo de Tehuantepec: un espacio geoestratégico bajo la influencia de intereses nacionales y extranjeros. Éxitos y fracasos en la aplicación de políticas de desarrollo industrial (1820-2002)”. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM. (49).

Mendoza Cantú, Ania y Cram Heydrich, Silke, (coord.), 2010. “Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz”. SEMARNAT-INE-UNAM-IG. México, D.F.

Morales de la Garza, E. A. & Carranza-Edwards, A., 1995. “Sedimentos fosfatados en el Golfo de México”. *Hidrobiológica*, 5 (1-2). Recuperado desde: http://oceanologia.ens.uabc.mx/~adriana/MaresMex/index_files/Golfo%20de%20Tehuantepec%20%5BGeologia%5D.pdf (27/03/2013).

Moreno Casasola, P., E. Peresbarbosa y A.C. Travieso Bello. (eds.), 2006. “Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal”. Instituto de Ecología A.C. y Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas, (SEMARNAT)-Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver., México.

OECD, 1993. “OECD core set of indicators for environmental performance reviews”. OECD Environment Monographs, 83. OECD. Paris. Recuperado desde: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Refer/gd93179.pdf> (27/03/2013).

Organización de Estados Americanos, 1987. “Comisión Mixta de Cooperación Amazónica – Ecuatoriano – Colombiana. Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos san Miguel y Putumayo”. Departamento de Desarrollo regional.

Washington, D.C.. Recuperado desde: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea32s/begin.htm#Contents> (01/10/2013).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2012. “Evaluación del impacto ambiental. Directrices para los proyectos de campo de la F.A.O.”. Roma, Italia.

Pineda Olmedo, Raúl, 2011. “Metodología de evaluación de riesgo ecológico de un ambiente lagunar estuarino”. *Multidisciplina*, 9. Recuperado desde: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/multidisciplina/article/view/34247/31230> (01/10/2013).

Agencia Portuaria Integral-Salina Cruz, 2011. “Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Salina Cruz 2011-2016”. Recuperado desde: <http://www.apisal.com.mx/upl/sec/pmp.pdf> (11/11/2013).

Reyes Bonilla, H., 2003. “Coral reefs of the Pacific coast of Mexico”, en J. Cortés (ed.). Atlas of Coastal Ecosystems in the Western Gulf of California. The University of Arizona Press. Arizona, EE.UU.AA.

Rodarte García, Raúl, 1997. “Ecosistemas y Biodiversidad en la Costa Oaxaqueña”. *Ciencia y Mar*. 1 (2). Recuperado desde: <http://www.umar.mx/revistas/2/ecosistemas.pdf> (11/11/2013).

Ronsón Paulín, José Ángel, 1999. “Análisis retrospectivo y posibles causas de mareas rojas tóxicas en el litoral del sureste mexicano (Guerrero, Oaxaca, Chiapas)”. Oaxaca, México: Universidad del Mar. Instituto de Ecología.

Sánchez Salazar, M.T. y Oropeza Orozco, O. (coords.), 2003. “Atlas Regional del Istmo de Tehuantepec”. Instituto de Geografía, UNAM, México.

Santos, Milton, 1996. “Metamorfosis del espacio habitado”. Oikos-Tau. España.

SEDESOL, 2011. “Actualización del Atlas de Riesgos de Salina Cruz, Oaxaca, 2011”. Tomo I. Oaxaca, México.

Tapia García, Margarito, 1998. “El Golfo de Tehuantepec. El Ecosistema y sus Recursos”. UAM-Iztapalapa.

V. Botello Alfonso, Villanueva Susana, et al., 1995. “Contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos y organismos del puerto de Salina Cruz, Oaxaca, México”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 11 (1). Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=370111104> (16/01/2014).

Velasco Gómez, Leonor, 2008. “Plan municipal de desarrollo sustentable: Diagnostico municipal participativo 2008-2010”. Salina Cruz, Oaxaca, México.

Verd Crespi, Josep, 2000. “Recursos para las CTMA: La Matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 8 (3). Recuperado desde: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88684/132833> (16/01/2014).

Zárate Toledo, Ma. Antonieta, 2004. “Desarrollo del Corredor del Istmo de Tehuantepec y su Importancia Estratégica para el Mercado Mundial” . (Tesis de licenciatura). UNAM. Fac. de Economía. México D.F.: Recuperado desde: <http://www.ciesas-golfo.edu.mx/istmo/docs/tesis/DESARROLLO%20CORREDOR%20DEL%20ISTMO%20A.%20ZARATE/PRESENTACION.pdf>. (11/11/2013).

ANEXO I. FOTOGRÁFICO



Bahía La Ventosa



Barra de arena que divide el estero y la bahía La Ventosa



La localidad de Boca del Río se localiza a un costado de la refinería, gran cantidad de hogares se han establecido aquí.



La contaminación por basura es otro de los elementos principales del paisaje de Salina Cruz.



Compuertas de desfogue de arroyo El Zanjón. A su paso por la refinería se vierten en él residuos de esta.



Montículos de basura en Salinas del Marqués



Pescadores en estero La Ventosa.



Vista de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime desde el estero La Ventosa.



Gran parte de los terrenos inundables utilizados para la obtención de sal han sido paulatinamente abandonados por la contaminación del agua.



Basura y abandono en Playa Las Escolleras



Residuos de hidrocarburo en bahía La Ventosa



Residuos de hidrocarburos en Salinas del Marqués.



Además del tiradero de basura a cielo abierto en La Ventosa, mucha gente quema su basura en tambos.



El asfalto es uno de los productos de la refinación que mayor contaminación provoca. En la imagen se ven depósitos de asfalto a un costado de la refinería.



El tránsito de remolques tipo pipa es constante hacia la refinería, no así hacia el puerto. Acceso a la refinería.



Acceso a la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime.



Bruma ocasionada por los gases de la refinera que se concentran sobre Estero La Ventosa.



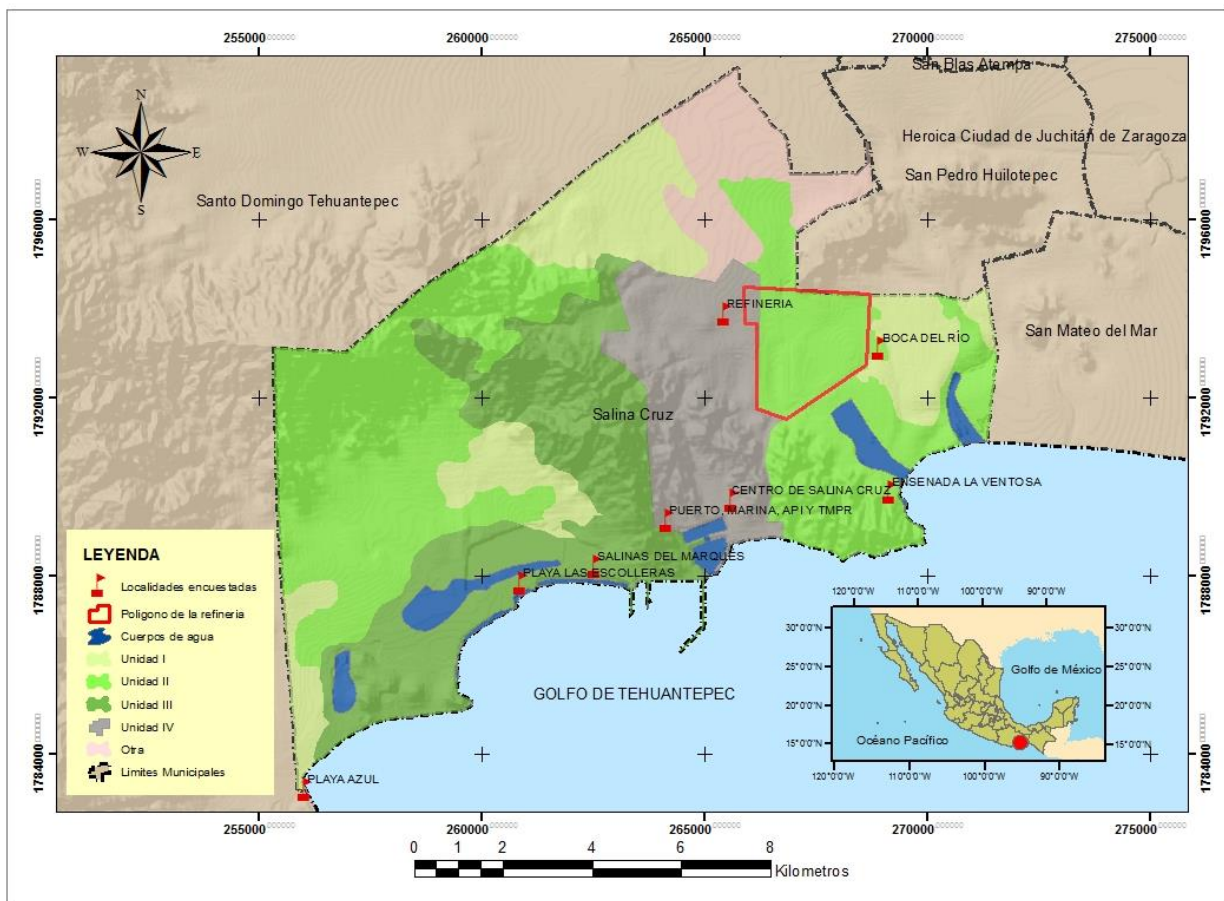
La introducción de cultivos en la zona costera ha ocasionado un incremento en el cambio de uso del suelo en la región.

ANEXO 2. ANÁLISIS DE ENCUESTAS (TRABAJO DE CAMPO)

Total de encuestas realizadas: 71

Tabla 9. Espacialidad de las encuestas aplicadas

SITIO	LOCALIDAD	NÚMERO DE ENCUESTAS
1	BOCA DEL RÍO	8
2	CENTRO DE SALINA CRUZ	18
3	LA VENTOSA	10
4	LAS ESCOLLERAS	8
5	PUERTO, MARINA, API Y TMPR	11
6	PLAYA AZUL	6
7	REFINERIA	5
8	SALINAS DEL MARQUÉS	5



Mapa 7. Distribución espacial de la aplicación de encuestas en la zona de estudio, 1:200,000
(Elaboración propia con base en cartografía digital de INEGI 2012)

LINEA DE ANÁLISIS CALIDAD DE VIDA

Tabla 10. Estado de la vivienda y servicios en las localidades encuestadas

			NÚMERO DE PERSONAS
VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	56
		DE MATERIAL PARCIALMENTE	14
		DE LAMINA, MADERA O CARTON	1
SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	55
		SOLO LLAVE	10
		POZO	6
	REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	56
		4 DÍAS A LA SEMANA	5
		DIARIO	10
	TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	39
		TIENE FOSA	29
		LETRINA	3
	COLONIA PAVIMENTADA	SI	32
		PARCIALMENTE	33
		NO	6

LÍNEA DE ANÁLISIS CALIDAD AMBIENTAL

Tabla 11. Percepción de los encuestados respecto a Afectaciones atmosféricas, Calidad de los cuerpos de agua naturales, Desechos sólidos y Fuentes de ruido

		NÚMERO DE PERSONAS	
AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR, COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	49
		NO	22
CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	13
		AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	2
		AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	7
		AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	10
		COMBUSTIBLES	8
		COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	5
		DESECHOS INDUSTRIALES	14
		NINGUNO	12
DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	2
		CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	11
		CAMIÓN RECOLECTOR	44
		CONTENEDORES	1
		SE QUEMA	10
		SERVICIO PARTICULAR	3
FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	38
		REFINERIA	8
		TRANSPORTE DE CARGA	1
		VEHICULOS	24

BOCA DEL RÍO

Tabla 12. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Boca del Río

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	7
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	1
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	6
			SOLO LLAVE	0
			POZO	2
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	6
			4 DÍAS A LA SEMANA	0
			DIARIO	2
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	3
			TIENE FOSA	4
			LETRINA	1
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	1
PARCIALMENTE	6			
NO	1			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	8
			NO	0
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	0
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	3
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	2
			COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			DESECHOS INDUSTRIALES	2
	NINGUNO	1		
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	2
			CAMIÓN RECOLECTOR	1
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	5
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	SERVICIO PARTICULAR	0
			NO HAY	2
REFINERIA			6	
TRANSPORTE DE CARGA VEHICULOS			0	

CENTRO

Tabla 13. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Centro de Salina Cruz

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	16
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	2
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	13
			SOLO LLAVE	4
			POZO	1
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	13
			4 DÍAS A LA SEMANA	1
			DIARIO	4
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	7
			TIENE FOSA	11
			LETRINA	0
	COLONIA PAVIMENTADA	SI	11	
PARCIALMENTE		5		
NO		2		
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	14
			NO	4
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	5
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	3
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	2
			COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	2
			DESECHOS INDUSTRIALES	3
			NINGUNO	3
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	3
			CAMIÓN RECOLECTOR	15
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	0
			SERVICIO PARTICULAR	0
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	5
			REFINERIA	1
			TRANSPORTE DE CARGA	0
			VEHICULOS	12

LA VENTOSA

Tabla 14. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad La Ventosa

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	2
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	7
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	1
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	5
			SOLO LLAVE	3
			POZO	2
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	6
			4 DÍAS A LA SEMANA	2
			DIARIO	2
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	3
			TIENE FOSA	6
			LETRINA	1
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	5
PARCIALMENTE	2			
NO	3			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	7
			NO	3
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	1
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	3
			COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			DESECHOS INDUSTRIALES	6
			NINGUNO	0
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	2
			CAMIÓN RECOLECTOR	5
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	2
			SERVICIO PARTICULAR	1
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	7
			REFINERIA	1
			TRANSPORTE DE CARGA	0
			VEHICULOS	2

LAS ESCOLLERAS

Tabla 15. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Las Escolleras

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	6
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	2
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	8
			SOLO LLAVE	0
			POZO	0
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	8
			4 DÍAS A LA SEMANA	0
			DIARIO	0
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	7
			TIENE FOSA	1
			LETRINA	0
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	4
PARCIALMENTE	4			
NO	0			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	5
			NO	3
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	2
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES	1
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	2
			DESECHOS INDUSTRIALES	2
			NINGUNO	1
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	0
			CAMIÓN RECOLECTOR	7
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	1
			SERVICIO PARTICULAR	0
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	8
REFINERIA			0	
TRANSPORTE DE CARGA			0	
VEHICULOS			0	

PUERTO, MARINA, API Y TMAPR

Tabla 16. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Puerto, Marina, API y TMAPR

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	11
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	0
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	10
			SOLO LLAVE	1
			POZO	0
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	10
			4 DÍAS A LA SEMANA	1
			DIARIO	0
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	10
			TIENE FOSA	1
			LETRINA	0
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	6
PARCIALMENTE	5			
NO	0			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	8
			NO	3
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	1
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	2
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	1
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	3
			COMBUSTIBLES	1
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			DESECHOS INDUSTRIALES	0
			NINGUNO	4
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	2
			CAMIÓN RECOLECTOR	7
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	2
			SERVICIO PARTICULAR	0
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	5
			REFINERIA	0
			TRANSPORTE DE CARGA	1
VEHICULOS			5	

PLAYA AZUL

Tabla 17. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Playa Azul

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	5
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	1
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	5
			SOLO LLAVE	0
			POZO	1
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	5
			4 DÍAS A LA SEMANA	0
			DIARIO	1
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	5
			TIENE FOSA	1
			LETRINA	0
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	0
PARCIALMENTE	6			
NO	0			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	2
			NO	4
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	2
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES	4
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			DESECHOS INDUSTRIALES	0
			NINGUNO	0
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	2
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	0
			CAMIÓN RECOLECTOR	2
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	0
			SERVICIO PARTICULAR	2
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	6
			REFINERIA	0
			TRANSPORTE DE CARGA	0
			VEHICULOS	0

REFINERÍA

Tabla 18. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Refinería

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	4
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	1
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	3
			SOLO LLAVE	2
			POZO	0
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	3
			4 DÍAS A LA SEMANA	1
			DIARIO	1
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	2
			TIENE FOSA	3
			LETRINA	0
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	3
PARCIALMENTE	2			
NO	0			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	3
			NO	2
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	1
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES	1
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			DESECHOS INDUSTRIALES	1
			NINGUNO	2
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	0
			CAMIÓN RECOLECTOR	4
			CONTENEDORES	1
			SE QUEMA	0
			SERVICIO PARTICULAR	0
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	0
			REFINERIA	0
			TRANSPORTE DE CARGA	0
			VEHICULOS	5

SALINAS DEL MARQUÉS

Tabla 19. Análisis ambiental y de calidad de vida de la localidad Salinas del Márquez

				NÚMERO DE PERSONAS
CALIDAD DE VIDA	VIVIENDA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DE MATERIAL COMPLETAMENTE	5
			DE MATERIAL PARCIALMENTE	0
			DE LAMINA, MADERA O CARTON	0
	SERVICIOS	TIPO DE ABASTO DE AGUA POTABLE	LLAVE Y PIPA	5
			SOLO LLAVE	0
			POZO	0
		REGULARIDAD DEL ABASTO DE AGUA POTABLE	MENOS DE 3 DÍAS POR SEMANA	5
			4 DÍAS A LA SEMANA	0
			DIARIO	0
		TIPO DE DRENAJE	CONECTADO A LA RED MUNICIPAL	3
			TIENE FOSA	2
			LETRINA	0
		COLONIA PAVIMENTADA	SI	2
PARCIALMENTE	3			
NO	0			
ANÁLISIS AMBIENTAL	AFECTACIONES ATMOSFERICAS	PERCEPCIÓN DE OLOR COLOR O HUMO DESAGRADABLE	SI	2
			NO	3
	CALIDAD DE LOS CUEPOS DE AGUA NATURALES	PERCEPCIÓN DE LOS TIPOS DE DESCARGAS CONTAMINANTES EN CUERPOS DE AGUA	AGUAS NEGRAS	1
			AGUAS NEGRAS Y COMBUSTIBLES	0
			AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES	0
			AGUAS NEGRAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y COMBUSTIBLES	0
			COMBUSTIBLES	2
			COMBUSTIBLES Y DESECHOS INDUSTRIALES	1
			DESECHOS INDUSTRIALES	0
			NINGUNO	1
	DESECHOS SÓLIDOS	QUÉ MANEJO SE DA A LA BASURA	CAMIÓN RECOLECTOR, SE QUEMA O SE ENTIERRA	0
			CAMIÓN RECOELCTOR O SE QUEMA	2
			CAMIÓN RECOLECTOR	3
			CONTENEDORES	0
			SE QUEMA	0
			SERVICIO PARTICULAR	0
	FUENTES DE RUIDO	PERCIBE CONTAMINACIÓN SONORA	NO HAY	5
			REFINERIA	0
			TRANSPORTE DE CARGA	0
VEHICULOS			0	

ANEXO 3. TABLAS Y MATRICES

ESQUEMA PRESION-ESTADO-RESPUESTA SOBRE LAS VARIABLES DE ESTUDIO EN SALINA CRUZ, OAXACA

INDICADORES DE PRESIÓN	INDICADORES DE ESTADO	INDICADORES DE RESPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> • INFRAESTRUCTURA PORTUARIA • INFRAESTRUCTURA PETROLERA <ul style="list-style-type: none"> • CAMBIO DE USO DE SUELO <ul style="list-style-type: none"> • DESCARGA DE CONTAMINANTES EN ZONAS MARINAS POR ACTIVIDADES PETROLERAS. • CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA ZONA COSTERA (POBLACIÓN TOTAL, RURAL Y URBANA) <ul style="list-style-type: none"> • CRECIMIENTO DE LA RED CARRTERA • TURISTAS EN DESTINOS COSTEROS <ul style="list-style-type: none"> • CARGA MARITIMA TRANSPORTADA • ESPECIES INVASORAS EN ECOSISTEMAS COSTEROS Y MARINOS • VARIACION EN LAS CONDICIONES FISICO QUIMICAS DEL AGUA MARINA. 	<ul style="list-style-type: none"> • ESPECIES DE FLORA Y FAUNA MARINAS Y TERRESTRES EN PELIGRO • REGIONES BIOGEOGRAFICAS • ECOSISTEMAS EN LA REGIÓN 	<ul style="list-style-type: none"> • ACTIVIDADES DE INSPECCION Y VIGILANCIA DE LOS RECURSOS PESQUEROS • ORDENAMIENTOS ECOLOGICOS EN LA ZONA <ul style="list-style-type: none"> • PLANES DE DESARROLLO MUNICIPAL

Tabla 20. Variables e indicadores aplicados al sistema costero y marino

	VARIABLE	INDICADOR
SISTEMA COSTERO	PLAYAS Y DUNAS	INFRAESTRUCTURA PETROLERA. INFRAESTRUCTURA PORTUARIA. INFRAESTRUCTURA TURISTICA.
	BIOTA	ESPECIES VEGETALES Y ANIMALES RARAS, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN. MIGRACIÓN ANIMAL. ESPECIES INTRODUCIDAS. INDICE DE VEGETACIÓN. VARIABILIDAD DE ORGANISMOS VIVENTES Y HABITATS.
	MANGLAR	COBERTURA DE MANGLAR (DEFORESTACIÓN Y APERTURA DE TIERRAS PARA GANADERIA Y AGRICULTURA). ESPECIES ASOCIADAS AL MANGLAR (PECES CRUSTACEOS, MOLUSCOS, REPTILES, MAMIFEROS Y AVES). VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DESECHOS SOLIDOS. INFRAESTRUCTURA PETROLERA. INFRAESTRUCTURA PORTUARIA. INFRAESTRUCTURA TURISTICA.
SISTEMA MARINO	PESQUERIAS (NECTON Y DEMERSALES)	ESPECIES ENDEMICAS. REGISTROS DE CAPTURA POR TIPO DE PEZ.
	PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	SURGENCIAS EOLICAS. FITOPLANCTON. ZOOPLANCTON.

Matriz 2. Matriz de Leopold aplicada a la Unidad Ambiental I

Acciones que pueden causar impacto		Condiciones ambientales	
CATEGORÍA	ACCIÓN	CATEGORÍA	FACTOR
Modificación del régimen.	Modificación del hábitat. Expansión de la mancha urbana. Alteración de la cubierta de suelo. Cambio de la cubierta de suelo debido a la expansión demográfica. Quemas. Prácticas agrícolas de quema. Se calcula en base a encuestas que el 64% de la población quema basura.	Características físicas y químicas.	
		1. Tierra.	Suelos. El basamento es principalmente aluvial. Está formado por arcillas principalmente.
		2. Agua.	Calidad. La calidad del agua es pésima, en todo el municipio solo se cuenta con una planta potabilizadora de agua. Recarga. La región al norte de Salinas del Marques y Playa las Escolleras, por su geomorfología de pequeño valle es la más importante zona de recarga en la unidad.
Transformación del suelo y construcción.	Urbanización. En esta unidad existe un incipiente desarrollo urbano, pequeñas localidades se han asentado aquí principalmente al norte de Salinas del Marques y Playa Las Escolleras. Parcelas. Esta unidad se caracteriza por ser prácticamente de uso agrícola exclusivo. Autopistas y puentes. La carretera federal 200 "Santiago Pinotepa Nacional – Salina Cruz" cruza la zona por la parte central. La carretera 185 o "Transistmica", cruza una parte de esta unidad que se ubica al norte y no tiene contacto con la costa.	3. Atmosfera.	Calidad (gases y partículas). Más del 70% de los encuestados declararon percibir coloraciones o aromas extraños en la atmosfera. Clima (micro). Cálido subhúmedo.
		4. Procesos.	Deposición (sedimentación). En la zona se dan importantes procesos de sedimentación a causa del arrastre aluvial de las zonas más elevadas. Tensión (terremotos). La región entera se encuentra en el choque de dos placas tectónicas altamente activas: "Cocos" y la placa "Norteamericana". Movimientos del aire. El principal fenómeno son los "nortes" y "sures", que soplan a través del istmo.
Producción.	Agricultura. Los principales productos agrícolas que se cultivan en el municipio son el sorgo y maíz. En menor medida existen cultivos cíclicos de ajonjolí, chile, frijol, melón y sandía.	Condiciones biológicas.	
		1. Flora.	Cultivos. Maíz, sorgo, ajonjolí, chile, frijol, melón y sandía.
		2. Fauna.	<i>Aves. Nyctidromus albicollis, Quiscalus mexicanus y Hirundo rustica.</i> <i>Animales terrestres, incluso reptiles. Sciurus aureogaster, Lepus flavigularis, Sylvilagus floridanus, Mephitis macroura, Sigmodon mascotensis, Phrynosoma asio, Sceloporus undulatos, Leptophis diplotropis y Porthidium dumni.</i> Especies en peligro. Ratón de pata blanca, liebre de Tehuantepec, cacomixtle norteño, salamanguera oaxaqueña.
Acumulación y tratamiento de residuos.	Vertidos al mar. Principalmente aguas contaminadas por desechos de la refinera. En las localidades que conforman esta unidad 90% de la población encuestada declaro algún tipo de vertido (aguas negras, desechos industriales y combustibles). Depósitos subterráneos. Un 14% de población en la unidad entierra su basura. Emisiones de los residuos municipales. Casi la mitad de la población aquí establecida reconoce que llegan a los cuerpos de agua los residuos municipales. Fosas sépticas domésticas. (35% de la población tiene una).	Factores culturales.	
		1. Usos del suelo.	Agricultura. Cultivos de maíz, sorgo, ajonjolí, chile, frijol, melón y sandía. Residencial. Asentamientos irregulares.
		2. Estatus cultural.	Empleo. La mayor parte de la población se ocupa en actividades de agrícolas. Densidad de población.
		3. Instalaciones fabricadas y actividades.	Redes de transporte (movimiento, acceso). La carretera federal 200 "Santiago Pinotepa Nacional-Salina Cruz", es la principal vialidad, además de esta existen pequeños caminos pavimentados y de terracería.
		4. Relaciones ecológicas.	Insectos vectores y enfermedades. Mosquito del dengue.

Matriz 3. Matriz de Leopold aplicada a la Unidad Ambiental II

Acciones que pueden causar impacto		Condiciones ambientales	
CATEGORÍA	ACCIÓN	CATEGORÍA	FACTOR
Modificación del régimen.	Modificación del hábitat. La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime es al principal modificación del hábitat además de la expansión de la mancha urbana Alteración de la cubierta de suelo. Cambio de la cubierta de suelo debido a la expansión demográfica y el establecimiento de la refinería. Quemas. Existe en esta unidad un tiradero municipal a cielo abierto, donde se quema la basura a todas horas del día. Se calcula en base a encuestas que alrededor del 26% de la población quema basura.	Características físicas y químicas. 1. Tierra. 2. Agua. 3. Atmosfera. 4. Procesos. Condiciones biológicas. 1. Flora. 2. Fauna. Factores culturales. 1. Usos del suelo. 2. Estatus cultural. 3. Instalaciones fabricadas. 4. Relaciones ecológicas.	Suelos. Ensenada La Ventosa se localiza sobre granito, K (Gr). En la parte noroeste de la unidad tenemos presencia de esquisto, P (E). Y en la zona cercana a la refinería existe la presencia de cuarcita, P(C).
Transformación del suelo y construcción.	Urbanización. El principal proceso de urbanización se registra en las zonas aledañas a la refinería. Autopistas y puentes. Tanto la carretera federal 200 "Santiago Pinotepa Nacional-Salina Cruz", así como la carretera 185 o "Transistmica", están presentes en la unidad como las dos principales vialidades. Oleoductos. En la parte norte de la unidad, donde se localiza la refinería existe la presencia de un par de ductos de 30 y 48 pulgadas. Canales. Se ha adaptado el arroyo "El Zanjón" para evacuar aguas residuales de la refinería.		Superficial. Los principales rasgos superficiales son el Estero La Ventosa, el Arroyo el Zanjón y el río Tehuantepec, que desemboca hacia el océano en la parte más oriental de la unidad. Océano. Nos encontramos en la región denominada Pacífico Tropical Mexicano. En esta región el Istmo de Tehuantepec se caracteriza por ser un área de importantes surgencias marinas. Calidad. La calidad del agua es pésima, en todo el municipio solo se cuenta con una planta potabilizadora de agua. Aunado a esto las descargas de aguas contaminantes que realiza la refinería van a dar al Estero La Ventosa, empeorando la situación local.
Extracción de recursos.	Pesca comercial. En lo que son las costas de Bahía La Ventosa y dentro del estero La Ventosa, se realiza pesca de camarón principalmente.		Calidad (gases y partículas). Más del 65% de los encuestados declararon percibir coloraciones o aromas extraños en la atmósfera. El tiradero municipal de basura desprende gases y humos constantemente. Clima (micro). Cálido subhúmedo.
Producción.	Refinado de petróleo. Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime, con capacidad para procesar 330 000 BPD. Almacenaje de productos. Existen contenedores de amoníaco, gas y sustancias líquidas derivadas de la refinación de hidrocarburos.		Deposición (sedimentación). El principal proceso de deposición se da en la desembocadura del río Tehuantepec. En menor medida existe sedimentación en la zona noroeste del municipio. Erosión. Los nortes y sures que atraviesan el istmo, han erosionado por miles de años los afloramientos rocosos que se presentan en gran magnitud en esta región. Tensión (terremotos). La región entera se encuentra en el choque de dos placas tectónicas altamente activas: "Cocos" y la placa "Norteamericana". Movimientos del aire. El principal fenómeno son los "nortes" y "sures", que soplan a través del istmo.
Cambios en el tráfico.	Camiones. El aforo de vehículos de carga o camiones es constante principalmente en las cercanías de la refinería. Oleoductos. En la parte norte de la unidad, donde se localiza la refinería existe la presencia de un par de ductos de 30 y 48 pulgadas, que provienen de Veracruz y bastecen de petróleo a la refinería.		Vegetación. Mezquites, yucas, amplios pastizales y matorrales de poca altura. Árboles con copas poco densas. Se tienen registro de especies como <i>Amphipterygium adstringens</i> , <i>Ceiba sp.</i> , <i>Plumeria rubra</i> , <i>Lonchocarpus sp.</i> , <i>Lysiloma sp.</i> , <i>Acacia cochliacantha</i> , <i>Randia nelsonii</i> , <i>Turnera diffusa</i> , <i>Bromelia pinguin</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Heliotropium curassavicum</i> y <i>Thevetia ovata</i>
Acumulación y tratamiento de residuos.	Vertidos al mar. Principalmente aguas contaminadas por desechos de la refinería. En las localidades que conforman esta unidad poco más del 85% de la población encuestada declaró algún tipo de vertido (aguas negras, desechos industriales y combustibles). Emisiones de los residuos municipales. Alrededor de 33% de la población aquí establecida reconoce que llegan a los cuerpos de agua los residuos municipales. Fosas sépticas domésticas. (60% de la población tiene una). Emisiones de chimeneas y tubos de escape. Las chimeneas de la refinería arrojan las 24 horas gases.		<i>Aves. Nyctidromus albicollis, Quiscalus mexicanus, Hirundo rustica, Limosa haemastica, Larus pipixcan y Melanerpes chrysogenys.</i> <i>Animales terrestres, incluso reptiles. Sciurus aureogaster, Lepus flavigularis, Sylvilagus floridanus, Mephitis macroura, Sigmodon mascotensis, Phrynosoma asio, Sceloporus undulatus, Rhogeessa parvula, Odocoileus virginianus, Leptophis diplotropis y Porthidium dunnii.</i> Especies en peligro. Ratón de pata blanca, liebre de Tehuantepec, cacomixtle norteño, salamanquesa oaxaqueña.
			Humedal. Se localiza principalmente en el área del Estero La Ventosa. Bosques/Pastos. Selva baja caducifolia. Existen amplios pastizales entremezclados con matorrales pequeños Residencial. Ensenada La Ventosa principal zona residencial. Comercial. A lo largo de la carretera transistmica se han establecido una amplia variedad de comercios de distintos giros. Industrial. Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime.
			Empleo. Densidad de población.
			Redes de transporte (movimiento, acceso). La carretera federal 200 "Santiago Pinotepa Nacional-Salina Cruz", es la principal vialidad junto con la carretera federal 185 "transistmica".
			Insectos vectores y enfermedades. Mosquito del dengue.

Matriz 4. Matriz de Leopold aplicada a la Unidad Ambiental III

Acciones que pueden causar impacto		Condiciones ambientales	
CATEGORÍA	ACCIÓN	CATEGORÍA	FACTOR
Modificación del régimen.	Modificación del hábitat. Instalaciones portuarias, Terminal Marítima PEMEX refinación, desarrollo urbano irregular. Alteración de la cubierta de suelo. La mayor alteración es debida a la infraestructura portuaria (petrolera y de carga) en la costa, además del cambio de uso de suelo debido a la expansión demográfica. Quemas. Quema clandestina de basura. El 29.16% de la población encuestada quema su basura	Características físicas y químicas. 1. Tierra. 2. Agua. 3. Atmosfera. 4. Procesos. Condiciones biológicas. 1. Flora. 2. Fauna. Factores culturales. 1. Usos del suelo. 2. Estatus cultural. 3. Instalaciones fabricadas y actividades. 4. Relaciones ecológicas.	Recursos minerales (comunes). 600 hectáreas para la extracción de sal. Suelos. El basamento es principalmente aluvial y lacustre. Está formado por sales y arcillas principalmente.
Transformación del suelo y construcción.	Urbanización. Alrededor de 6.22 km ² de la superficie total de esta unidad presenta algún grado de urbanización. Parcelas y edificios industriales. Existen instalaciones para el almacenamiento de derivados del petróleo, plantas empacadoras de camarón, una fábrica de harina de pescado. También existe una fábrica de hielo, una planta de gas industrial, una fábrica de cemento y existen yacimientos de sal, se explotan las Salinas del "Fraile" y Salinas del Márquez Autopistas y puentes. La carretera federal 200 cruza la zona por la parte central. También existen varios distribuidores viales y puentes, además de un pequeño túnel que conecta con la carretera federal 200. Oleoductos. Poliducto de 16 pulgadas que conecta la refinería con la Terminal Marítima de PEMEX. Dragado de canales. Muelles, espigones, marinas y terminales portuarias.		Superficial. Laguna Salinas del Marques es el principal rasgo. Océano. Nos encontramos en la región denominada Pacífico Tropical Mexicano. En esta región el Istmo de Tehuantepec se caracteriza por ser un área de importantes surgencias marinas. Calidad. La calidad del agua es pésima, en todo el municipio solo se cuenta con una planta potabilizadora de agua. Temperatura. Recarga.
Extracción de recursos.	Pesca comercial. La pesca ribereña marina, lagunar y en aguas interiores aporta el 98% de la producción estatal, destacan por volumen el camarón, tiburón, jurel, guachinango y mojarra.		Calidad (gases y partículas). 62.5% de los encuestados declararon percibir coloración o aromas extraños en la atmosfera. Clima (micro). Cálido subhúmedo.
Producción.	Tratamiento del mineral. 600 hectáreas de manto para la extracción de sal. Almacenaje de productos. 20 tanques que almacenan crudo istmo, maya y sus mezclas, además de metanol.		Deposición (sedimentación). En la zona se dan importantes procesos de sedimentación a causa del arrastre aluvial de las zonas más elevadas. Tensión (terremotos). La región entera se encuentra en el choque de dos placas tectónicas altamente activas: "Cocos" y la "Norteamericana". Movimientos del aire. El principal fenómeno son los "nortes" y "sures", que soplan a través del istmo, desde el Golfo de México al Golfo de Tehuantepec y viceversa.
Cambios en el tráfico.	Automóvil. Camiones. Buques. Oleoductos. Poliducto de 16 pulgadas que conecta la refinería con la Terminal Marítima de PEMEX		Vegetación de dunas costeras. <i>Mimosa deamii</i> , <i>Crateva tapia</i> , <i>Antigonon cinerascens</i> , <i>Rauvolfia</i> , <i>tetraphylla</i> , <i>Coccoloba sp.</i> y <i>Distichlis spicata</i> . Especies en peligro.
Acumulación y tratamiento de residuos.	Vertidos al mar. Principalmente aguas contaminadas por actividades portuarias y petroleras. 75% de la población encuestada declaro algún tipo de vertido (aguas negras, desechos industriales y combustibles). Depósitos subterráneos. Fosas sépticas (16.6% de la población tiene una). Emisiones de los residuos municipales. 41.6% de los encuestados reconoce que se arrojan estos residuos a los cuerpos de agua. Lubricantes usados. 62.5% de los encuestados declararon la presencia de estos residuos.		Aves. <i>Larus pipixcan</i> , <i>Melanerpes chrysogenys</i> , <i>Aratinga canicularis</i> y <i>Quiscalus mexicanus</i> Animales terrestres, incluso reptiles. <i>Sciurus aureogaster</i> , <i>Sylvilagus floridanus</i> , <i>Mephitis macroura</i> , <i>Leptophis diplotropis</i> y <i>Porthidium dumni</i> . Peces y crustáceos. <i>Rimapenaeus similis</i> , <i>Farfantepenaeus californiensis</i> , <i>Atya margaritacea</i> y <i>Euphyllax robustus</i> . Especies en peligro. Ratón de pata blanca, liebre de Tehuantepec, cacomixtle norteño, salamanquesa oaxaqueña, mangle botoncillo y mangle rojo.
Accidentes.	Derrames y escapes. Agosto de 2013 fuga de combustóleo, en la colonia Vicente Guerrero. Otro derrame similar se presentó en enero de 2013. El derrame más severo se dio en agosto de 2012, cuando frente a las costas de Salinas del Marques se derramaron de la monoboya número 3 por lo menos 1000 litros de combustible.		Naturaleza y espacios abiertos. La vegetación principal es secundaria de selva baja caducifolia y de dunas costeras Residencial. Asentamientos irregulares a orillas de la ciudad. Industrial. Existen instalaciones para el almacenamiento de derivados del petróleo, plantas empacadoras de camarón, una fábrica de harina de pescado. También existe una fábrica de hielo, una planta de gas industrial, una fábrica de cemento y existen yacimientos de sal, se explotan las Salinas del Fraile y Salinas del Márquez.
			Empleo. La mayor parte de la población se ocupa en actividades de pesca.
			Construcciones. Las principales construcciones están relacionadas con el puerto y la terminal marítima de PEMEX. Redes de transporte (movimiento, acceso). La carretera federal 200 es la principal vialidad.
			Insectos vectores y enfermedades. Mosquito del dengue.

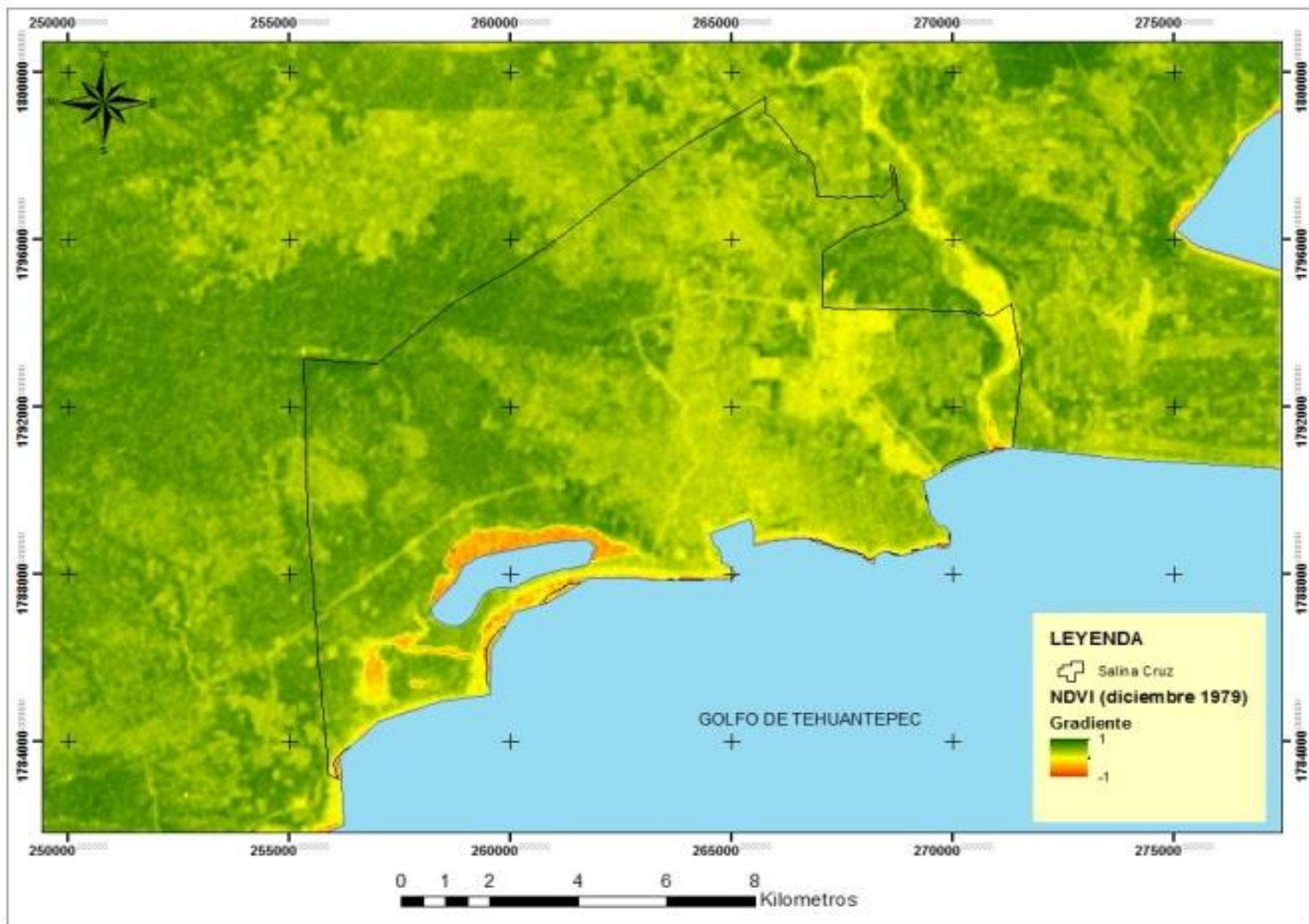
Matriz 5. Matriz de Leopold aplicada a la Unidad Ambiental IV

Acciones que pueden causar impacto		Condiciones ambientales	
CATEGORÍA	ACCIÓN	CATEGORÍA	FACTOR
Modificación del régimen.	<p>Modificación del hábitat. La ciudad de Salina Cruz, ha crecido sobre lo que alguna vez fue considerado como selva baja caducifolia.</p> <p>Alteración de la cubierta de suelo. Debido a la expansión demográfica (cemento).</p> <p>Alteración de la hidrología subterránea. La cubierta de cemento y otros materiales impide la infiltración del agua, alterando los flujos subterráneos.</p> <p>Quemas. Se calcula en base a encuestas que solo el 15% de la población quema basura.</p>	Características físicas y químicas.	<p>1. Tierra. Suelos. Sedimentos aluviales que conforman la llanura del istmo.</p> <p>2. Agua. Superficial. Un canal de aguas negras y pluviales cruza la ciudad de norte a sur. Calidad. La calidad del agua es pésima, en todo el municipio solo se cuenta con una planta potabilizadora de agua.</p> <p>3. Atmosfera. Calidad (gases y partículas). Más del 75% de los encuestados declararon percibir coloraciones o aromas extraños en la atmosfera. Incluso se reportó una espesa bruma de gases sobre la ciudad en ciertas épocas del año. Clima (micro). Cálido subhúmedo.</p> <p>4. Procesos. Tensión (terremotos). La región entera se encuentra en el choque de dos placas tectónicas altamente activas: "Cocos" y la placa "Norteamericana". Movimientos del aire. El principal fenómeno son los "nortes" y "sures", que soplan a través del istmo.</p>
Transformación del suelo y construcción.	<p>Urbanización. Alta concentración de servicios urbanos y población.</p> <p>Autopistas y puentes. Tanto la carretera federal 200 "Santiago Pinotepa Nacional-Salina Cruz", así como la carretera 185 o "Transistmica", están presentes en la unidad como las dos principales vialidades. Además existe una amplia traza urbana de calles y avenidas menores.</p> <p>Oleoductos. El poliducto que conecta la refinería con la TMPR, rodea la ciudad.</p> <p>Canales. Un canal de aguas negras cruza de norte a sur la ciudad.</p>	Condiciones biológicas.	
Cambios en el tráfico.	<p>Ferrocarril. El ferrocarril entra por el norte del municipio y la ciudad hasta el centro de la última.</p> <p>Automóvil. En la zona centro de la ciudad existe una gran concentración de vehículos, tanto de uso particular como de servicio de transporte público.</p> <p>Camiones. El aforo de vehículos de carga o camiones es constante principalmente en las cercanías de la refinería y el puerto.</p> <p>Oleoductos. El poliducto que conecta la refinería con la TMPR, rodea la ciudad.</p>	1. Flora.	
Acumulación y tratamiento de residuos.	<p>Vertidos al mar. En las localidades que conforman esta unidad casi el 85% de la población encuestada declaro conocer de algún tipo de vertido (aguas negras, desechos industriales y combustibles).</p> <p>Emisiones de los residuos municipales. Alrededor de 33% de la población aquí establecida reconoce que llegan a los cuerpos de agua los residuos municipales.</p> <p>Fosas sépticas domésticas. (60% de la población tiene una).</p> <p>Emisiones de chimeneas y tubos de escape.</p>	2. Fauna.	
		Factores culturales.	<p>1. Usos del suelo. Naturaleza y espacios abiertos. Es nula la existencias de áreas verdes y espacios de esparcimiento, el principal espacio abierto son las playas. Residencial. Ensenada La Ventosa principal zona residencial. Comercial. La zona centro de la ciudad concentra las principales actividades comerciales.</p> <p>2. Estatus cultural. Salud y seguridad. Datos del municipio informan que el 70% de la población del municipio es derechohabiente de algún sistema de salud. Empleo. Densidad de población.</p> <p>3. Instalaciones fabricadas. Redes de transporte. Dos ejes viales (carretera federal número 200 y la carretera federal número 185) conforman los principales rasgos viales, además de una amplia traza de calles y avenidas secundarias.</p> <p>4. Relaciones ecológicas. Insectos vectores y enfermedades. Mosquito del dengue.</p>
		1. Flora.	
		2. Fauna.	
		Factores culturales.	

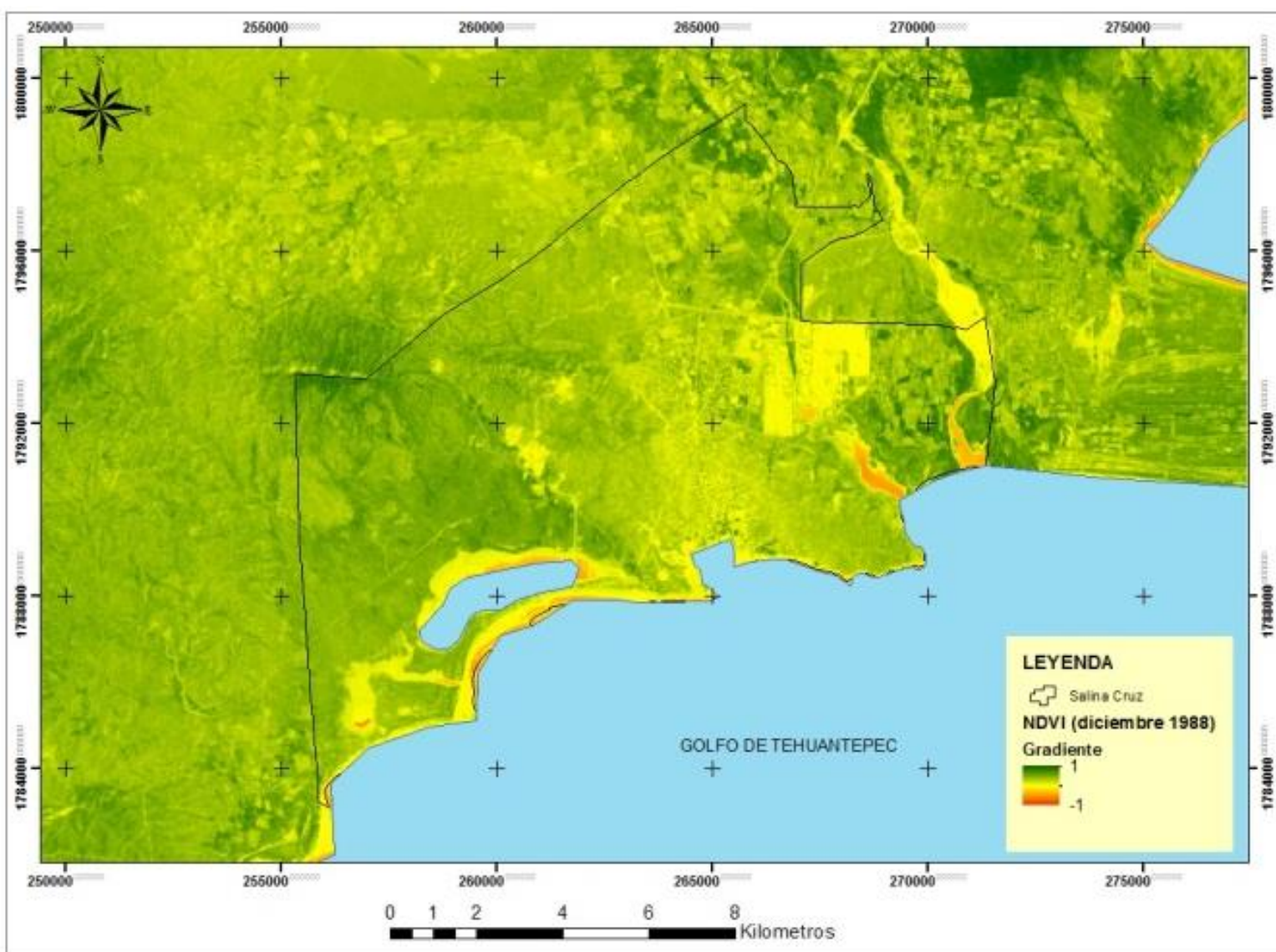
Tabla 21. Proceso “Causa-Efecto-Impacto”

UNIDAD AMBIENTAL	CAUSA	EFEECTO	IMPACTO
<p>1. (AGRICULTURA DE TEMPORAL)</p> <p>Localidades:</p> <p>Boca del Rio Playa Azul</p>	<p>Actividades petroleras: desfogue atmosférico, desfogue de aguas residuales.</p> <p>Ineficiencia del sistema de recolección de basura.</p> <p>Falta de cobertura de la red de drenaje, principalmente en Boca del Río.</p>	<p>Vertido de combustibles (amoniaco, combustóleo, gasolinas). Contaminación de cuerpos de agua en la zona. Uso de fosa séptica y letrinas. Contaminación atmosférica.</p>	<p>Perdida de áreas de cultivo. Amenaza a especies de flora y fauna marinas. Bajas pesquerías de camarón, especialmente en lo que se refiere a las capturas en estero La Ventosa. Las colonias aledañas a la refinería no han percibido el impacto positivo de la presencia de la refinería, su ambiente se encuentra cada vez más degradado. A pesar de que la refinería cuenta con una planta de tratamiento de agua, estos sistemas de tratamiento de aguas residuales no son adecuados para controlar la cantidad de aceite que pasa en el flujo de desecho, dejando la contaminación de áreas aledañas a estas descargas, como por ejemplo; canales, ríos o lagunas de la agencia municipal Boca del Rio y Ensenada La Ventosa.</p>
<p>2. (SELVA BAJA CADUCIFOLIA)</p> <p>Localidades:</p> <p>Ensenada La Ventosa Refinería</p>	<p>Tiradero municipal de basura a cielo abierto.</p> <p>Desfogue atmosférico y de aguas residuales de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime.</p> <p>Alta afluencia vehicular, principalmente pipas y otros vehículos de carga, vehículos particulares y autobuses de servicio público.</p>	<p>Montículos de basura sobre las calles y carreteras, los cuales son arrastrados por el viento esparciendo este tipo de contaminación. Contaminación atmosférica y del suelo.</p>	<p>La construcción de la presa en el cauce superior del río Tehuantepec, así como la canalización del agua del río para actividades de la refinería (por medio del arroyo El Zanjón), ha ocasionado que el aporte de nutrientes provenientes del continente sean escasos prácticamente (contribuyendo a la escasa producción de fitoplancton y zooplancton en esta zona, principalmente causada por derrames y fugas de hidrocarburos). A cambio de esto, se reciben aportes constantes de aguas residuales de la refinería.</p> <p>Degradación ambiental a casusa de gases de metano producto de la descomposición de materia orgánica, contaminación del suelo y erosión del mismo a causa de elementos contaminantes no reciclados y que requieren un tratamiento especial (PET, aluminio, desechos electrónicos, baterías).</p> <p>Distintas especies de aves han desaparecido de la región, viéndose forzadas a buscar nuevos lugares que habitar. Perdida de cobertura de vegetal.</p>
<p>3. (SELVA BAJA CADUCIFOLIA CON VEGETACIÓN APARENTE)</p> <p>Localidades:</p> <p>Las Escolleras Salinas del Marques Puerto, Marina, API y TMPR</p>	<p>Alto crecimiento urbano sin planeación.</p> <p>Se concentran en la zona las instalaciones portuarias mercantiles (Administración Portuaria Integral Salina Cruz) así como la Terminal Marítima PEMEX Refinación, que cuenta con 16 buquetanques para almacenamiento y exportación de hidrocarburos. Aquí se localizan también las instalaciones de la Marina Armada de México y otras industrias relacionadas con la producción de sal y con el procesamiento de especies marinas como camarón.</p> <p>Se han realizado actividades de dragado y construcción de diques para el arribo de embarcaciones de gran calado.</p>	<p>Perdida del área de costa utilizada para la obtención de sal.</p> <p>Perdida de playas públicas por las actividades portuarias</p> <p>Arribo de embarcaciones de distintos calados, muchas de estas embarcaciones se encuentran en pésimas condiciones.</p> <p>Asentamientos humanos irregulares. Aumento de la densidad de población. Contaminación por vertidos de aguas negras, hidrocarburos y otros desechos relacionados con la actividad marítima.</p>	<p>Uno de los principales impactos es la pérdida de terrenos con condiciones óptimas, en cuanto a calidad del suelo, para poder desarrollar actividades agrícolas y de obtención de sal. La ineficiencia del servicio de agua potable origina que el recurso se obtenga de pozos, los cuales tiene aguas contaminadas tanto por los altos niveles de sal que se llegan a infiltrar al manto freático, así como por el resultado de la lixiviación de desechos orgánicos provenientes de fosas sépticas, letrinas y basura que es enterrada.</p> <p>Por otra parte está el aspecto marino, una actividad característica de la región es la pesca de cazón, barlett, jurel y chapeta. Dicha actividad ha sido muy alterada, por las constantes fugas de hidrocarburo, las descargas de aguas negras, tanto de embarcaciones marítimas como de la misma zona urbana. Hoy en día, según pobladores del municipio, las pesquerías se han trasladado hacia el sureste, en localidades y pequeños puertos chiapanecos.</p> <p>Un poco más al norte, se presenta principalmente una condición de deforestación, erosión de los suelos y la aparición de manchas urbanas, ocasionando la baja rentabilidad de las actividades primarias.</p>
<p>4. (ÁREA URBANA)</p> <p>Localidad:</p> <p>Centro de Salina Cruz</p>	<p>Ubicación estratégica del puerto y ciudad de salina Cruz, Oaxaca a nivel no solo nacional sino internacional. Puerto de exportación de hidrocarburos para la región de la cuenca del Pacifico. Crecimiento urbano sin planificación. Polo de atracción para migrantes durante las últimas tres décadas del siglo pasado. Cercanía inmediata a la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime. Ineficiencia del sistema de recolección de basura. Falta de cobertura de la red de drenaje y carencia en el abasto de agua potable.</p>	<p>El crecimiento no planeado del área urbana del municipio tiene efecto directo sobre la calidad del suelo, sobre el aumento en la demanda de servicios por la aparición de nuevos asentamientos no aptos para desarrollo urbano.</p> <p>Otro efecto es la acumulación y el depósito de basura en las calles, parques y avenidas de la ciudad.</p>	<p>La zona urbana está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y selva. Básicamente esta es una región que se encuentra totalmente alterada. Al no haber existido en sus orígenes un plan de desarrollo urbano, el centro de Salina Cruz quedo desprovisto de áreas verdes importantes para la filtración de agua y la existencia de especies vegetales y animales propias de la región. La basura ocasiona grandes problemas, en épocas de lluvia ocasiona encharcamientos e inundaciones y en las épocas de estiaje, la basura se acumula ocasionando focos de infección.</p>

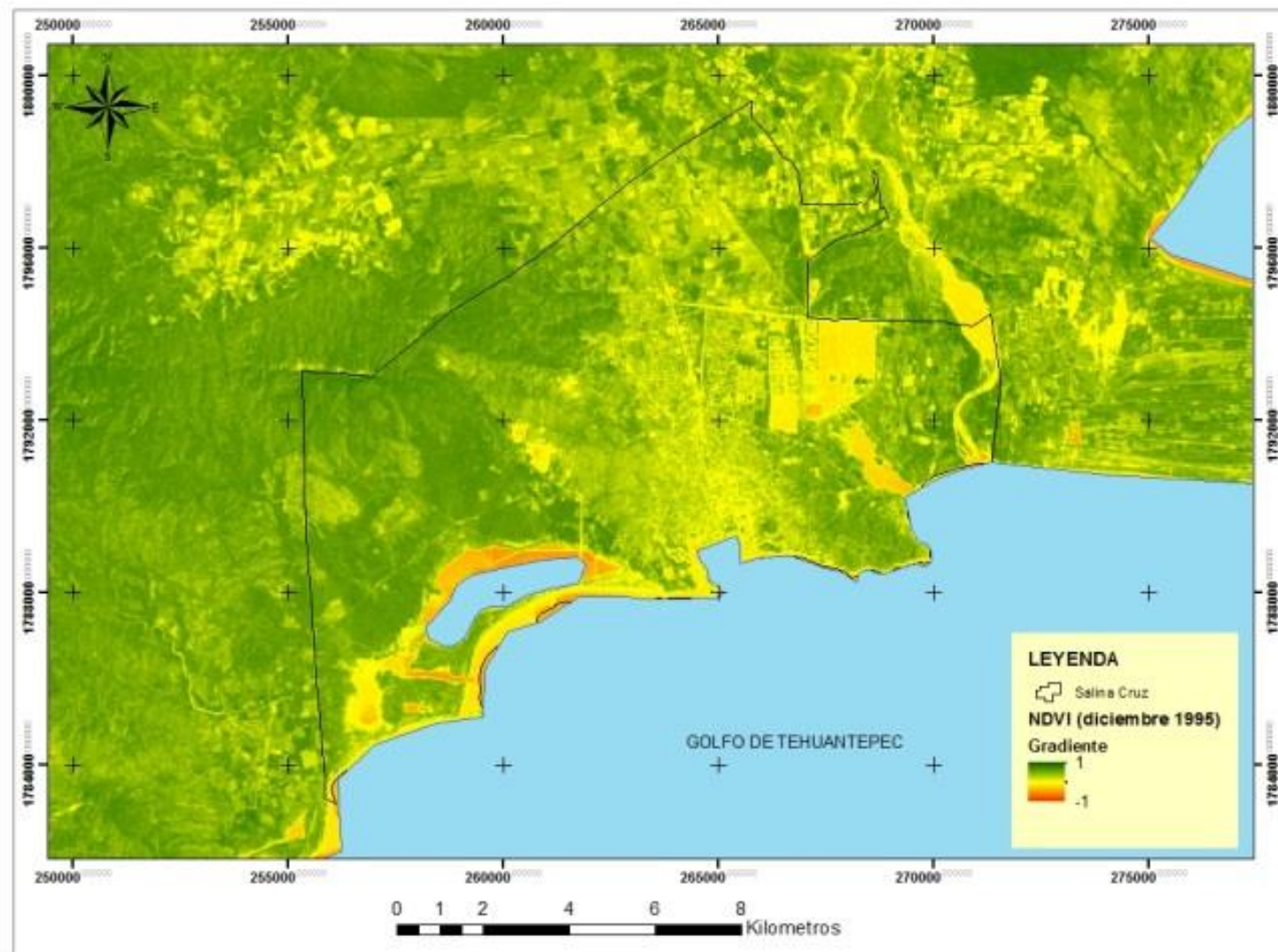
ANEXO 4. INSUMOS CARTOGRÁFICOS



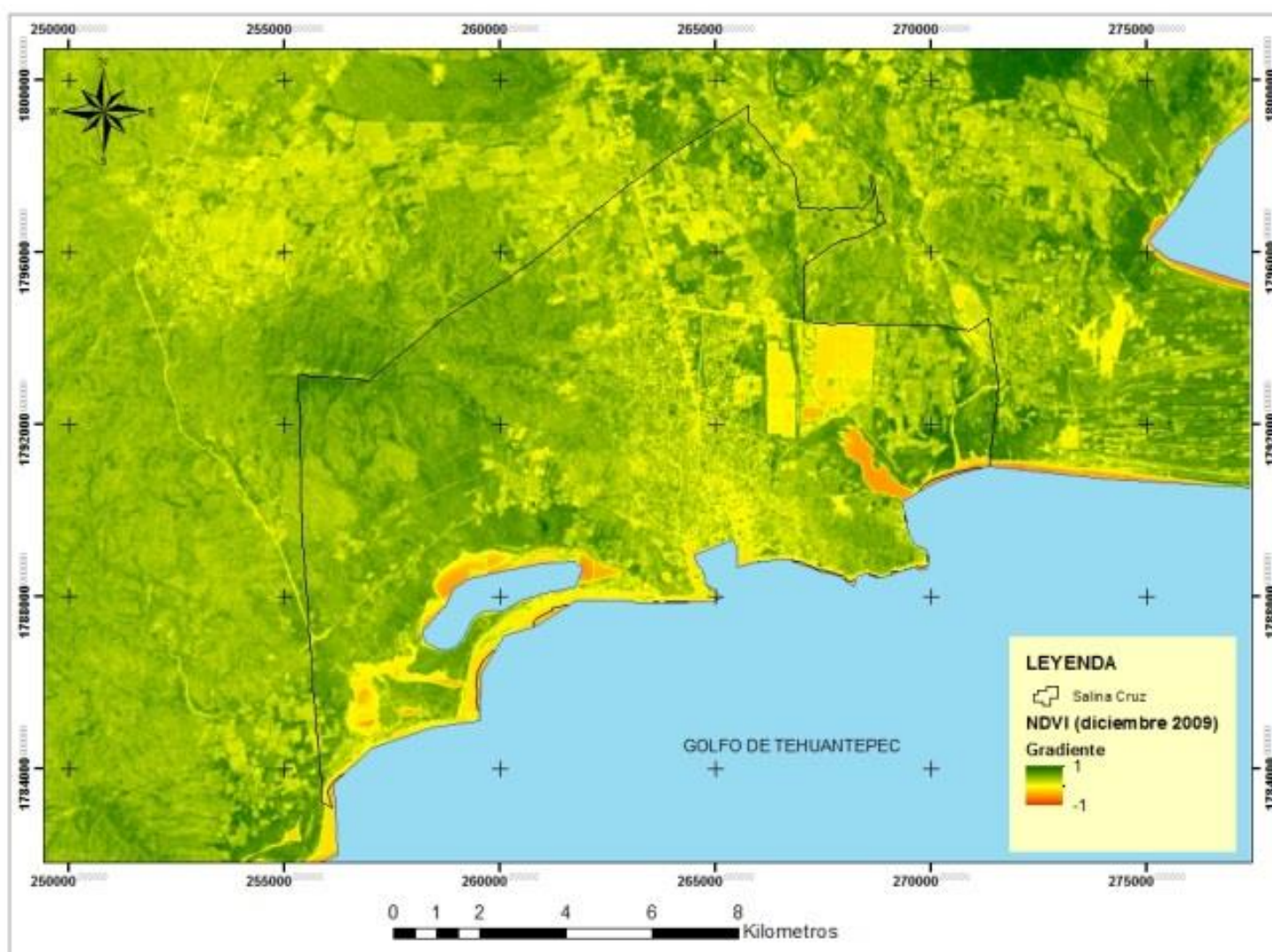
Mapa 7. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1979, escala 1:100,000 (Elaboración propia. Fuente USGS: Imágenes de satélite LANDSAT 3 MSS y cartografía de INEGI)



Mapa 8. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1988, escala 1:100,000 (Elaboración propia. Fuente USGS: Imágenes de satélite LANDSAT 3 MSS y cartografía de INEGI)



Mapa 9. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 1995, escala 1:100,000 (Elaboración propia. Fuente USGS: Imágenes de satélite LANDSAT 5 MSS y cartografía de INEGI)



Mapa 10. Índice de Vegetación Normalizado para el mes de diciembre de 2009, escala 1:100,000 (Elaboración propia. Fuente USGS: Imágenes de satélite LANDSAT 7 y cartografía de INEGI)