

ETAPA DE DIAGNÓSTICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE VILLA DE TUTUTEPEC DE MELCHOR OCAMPO, OAXACA

SEPTIEMBRE 2010.

COORDINACIÓN GENERAL

Dra. Juana América Loza Llamas

COORDINACIÓN TÉCNICA

Ing. José Francisco Calderón Calderón
MC. Sergio Honorio Contreras Rodríguez
Dr. Eduardo López Alcocer
MC. Miguel Enrique Magaña Virgen

PARTICIPANTES

ÁREAS CRÍTICAS O DE IMPORTANCIA

Ing. Héctor Gerardo Frías Ureña
MC. Raymundo Ramírez Delgadillo
Dr. Sergio Guerrero Vázquez
Biol. Carlos Félix Barrera Sánchez
Dr. Raymundo Villavicencio García

DELIMITACION DE AREAS DE PRESERVAR O PROTEGER, CONSERVAR Y/O RESTAURAR

Ing. Héctor Gerardo Frías Ureña
MC. Raymundo Ramírez Delgadillo
Dr. Sergio Guerrero Vázquez
Biol. Carlos Félix Barrera Sánchez
Dr. Raymundo Villavicencio García
Dr. Javier García Velasco
Dr. José Ariel Ruiz Corral

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Dra. Ana Isabel Ramírez Quintana
Dr. Roberto Maciel Flores
Dr. Rubén Langlé Campos

ANALISIS DE APTITUD SECTORIAL Y CONFLICTOS

Ing. Héctor Gerardo Frías Ureña
MC. Raymundo Ramírez Delgadillo
Dr. Sergio Guerrero Vázquez
Biol. Carlos Félix Barrera Sánchez
Dr. Raymundo Villavicencio García
MC. Aurora Rosas Ramírez
Dr. José Ariel Ruiz Corral
Ing. José Francisco Calderón Calderón
MC. Sergio Honorio Contreras Rodríguez
MC. Miguel Enrique Magaña Virgen
Dra. Ana Isabel Ramírez Quintana
Dra. Juana América Loza Llamas

AUXILIARES TÉCNICOS

1. QFB Ángel Pérez Zamora
2. MC Daniel Ibarra Castillo
3. MC Aurora Rosas Ramírez
4. Biol. Beatriz Rodríguez Pérez
5. Lic. Auxtin Ortiz Etxeberria
6. MC Miriam Tostado Plascencia
7. Dr. Miguel Ángel Alatorre Zamora
8. MC Arturo Malagón Montalvo
9. Dr. José Guadalupe Rosas Elguera
10. Geog. Esther Celis Guevara
11. Biol. Ana Mólgora Tapia
12. Biol. Samantha Saray Manzano Armas
13. MC Juan Alfredo Hernández Guerrero
14. Geog. Karina Ibarra Salinas

EDICIÓN

Ing. José Francisco Calderón Calderón
Geog. Esther Celis Guevara
Dra. Juana América Loza Llamas

| CONTENIDO | |
|---|-----------|
| PRESENTACIÓN | 1 |
| INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 3 |
| I. ÁREAS CRÍTICAS O DE IMPORTANCIA EN EL TERRITORIO MUNICIPAL | 4 |
| 1.1. Áreas de conservación, protección o preservación | 5 |
| 1.1.1. Manglar (Sistema Lagunar Costero) | 5 |
| 1.1.2. Dunas Costeras | 7 |
| 1.1.3. Vegetación riparia | 9 |
| 1.1.4. Cobertura forestal no fragmentada | 11 |
| 1.1.5. Cuerpos de Aguas Naturales | 13 |
| 1.2. Áreas de restauración | 15 |
| 1.2.1. Coberturas forestales fragmentadas | 15 |
| 1.2.2. Suelos degradados | 17 |
| 1.3. Áreas prioritarias de conservación | 19 |
| 1.3.1. Áreas Naturales Protegidas | 19 |
| 1.4. Áreas prioritarias de conservación | 19 |
| II. DELIMITACIÓN DE ÁREAS A PRESERVAR, PROTEGER, CONSERVAR O RESTAURAR | 22 |
| 2.1. Áreas con alta diversidad biológica, endemismos, fragilidad u otros factores relacionados con la integridad ecológica | 22 |
| 2.1.1. Conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de servicios ambientales | 23 |
| 2.1.2. Recursos naturales importantes para el desarrollo de actividades | 24 |
| 2.1.3. Áreas de hábitats críticos para la conservación de refugios para proteger especies acuáticas | 24 |
| 2.2. Áreas bajo fuerte presión por cambios de uso del suelo | 25 |
| 2.2.1. Desertificación | 25 |
| 2.2.2. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal | 26 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.3. Contaminación | 27 |
| 2.2.4. Calidad de aguas | 31 |
| III. ANALISIS DE VULNERABILIDAD | 33 |
| 3.1.-Vulnerabilidad Ambiental | 33 |
| 3.1.1. Sismos | 35 |
| 3.1.2. Tsunamis | 38 |
| 3.1.3. Movimientos de masa | 42 |
| 3.1.4. Inundaciones | 43 |
| 3.1.5. Incendios | 45 |
| 3.1.6. Síntesis de vulnerabilidad ambiental | 45 |
| 3.2. Vulnerabilidad Social y Poblacional | 47 |
| 3.2.1. Índice de Género | 48 |
| 3.2.2. Interculturalidad. | 48 |
| 3.2.3. Índice de Desarrollo Humano (IDH) | 49 |
| 3.2.4. Marginación | 49 |
| 3.2.5. Conflictos Agrarios | 51 |
| 3.2.6. Problemática socioterritorial | 51 |
| 3.2.7. Percepción social de los desastres naturales. | 52 |
| 3.2.8. Síntesis de la vulnerabilidad social y poblacional | 54 |
| IV. ANALISIS DE APTITUD SECTORIAL | 57 |
| 4.1. Delimitación de áreas de aptitud | 57 |
| 4.2. Mapas de Aptitud Sectorial | 57 |
| 4.2.1. Sector Turismo | 60 |
| 4.2.2. Sector Agricultura | 62 |
| 4.2.3. Sector Conservación | 64 |
| 4.2.4 Sector Forestal | 66 |
| 4.2.5. Sector Ganadería | 69 |
| 4.2.6 Sector Pesca | 70 |
| 4.2.7 Mapa de Aptitud para áreas de conservación y restauración | 72 |
| 4.3. Identificación y análisis de causas, efectos y consecuencias sociales de conflictos ambientales | 76 |
| 4.4 Obtención de grupos de aptitud y representación de | 94 |
| V. BIBLIOGRAFIA | 99 |

| INDICE DE CUADROS | |
|--|-----------|
| 1 Regionalización por tipo de instrumento y/o áreas de conservación reconocidas por la SEMARNAT – CONABIO y relación porcentual ocupada del municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Oaxaca Áreas prioritarias de conservación identificadas por la CONABIO. | 21 |
| 2. Riqueza de especies presentes en el municipio. | 23 |
| 3 Clasificación de los usos del agua en base al valor de Índice de Calidad del Agua en los muestreos realizados en Villa de Tututepec | 31 |
| 4 Concentrado de Grado de Marginación por localidades y población, Tututepec | 50 |
| 5. Rangos de rezago social 2005. Tututepec | 50 |
| 6. Superficies por cobertura arboladas en el municipio de Tututepec | 58 |
| 7. Superficie total de cambio en la ocupación del suelo | 58 |
| 8. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Turismo | 61 |
| 9. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Agricultura | 63 |
| 10. Resultados de la metodología interpretativa propuesta del sector Conservación | 65 |
| 11. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Forestal | 67 |
| 12. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Ganadería | 69 |
| 13. Resultados de la metodología interpretativa de propuestas del sector Pesca | 71 |
| 14. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas de conservación de los expertos | 72 |
| 15. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas de | 74 |

| | |
|--|----|
| restauración de los expertos | |
| 16. Relación entre conflictos ambientales y sectores productivos | 93 |
| 17. Aptitudes promedio por sectores | 96 |
| 18. Residuales de Gower por grupo de Aptitud | 96 |

| INDICE DE FIGURAS | |
|--|-----------|
| 1. Zonificación sísmica de México (Zúñiga y Guzmán, 1994) | 36 |
| 2. Epicentros de los terremotos ocurridos durante los años 1900 hasta 1996 en México con magnitud $M_w > 6.5$. Los epicentros color rojo son sismos con profundidad menor de 50 km, los de color azul oscuro han ocurrido a una profundidad mayor de 50 km. (Servicio Sismológico Nacional, 2010) | 37 |
| 3. Regionalización Sísmica de México. | 38 |
| 4. Esquema de generación y propagación de un tsunami. | 39 |
| 5. Escenario sismo-tectónico de la costa del Pacífico potencial de México para la generación y recepción de tsunamis. (CENAPRED,2001) | 40 |
| 6. Puertos industriales y turísticos en la zona costera de desarrollo prioritario según el Plan Nacional de Urbano, con alturas máximas de ola y fechas ocurrencia de tsunamis locales (CENAPRED, 2001) | 41 |
| 7. Foto satelital de un huracán. | 43 |
| 8. Puntos de inundación principales del estado de Oaxaca (Gobierno del Estado de Oaxaca et al., 2003) | 44 |
| 9 . Municipios de Oaxaca con mayor riesgo de incendios | 45 |
| 9 A. Superficies cambio de ocupación del suelo y vegetación | 59 |
| 10. Aptitud del sector Turismo | 62 |
| 11. Aptitud del Sector Agricultura | 64 |
| 12. Aptitud del Sector Conservación | 66 |
| 13. Aptitud del sector Forestal | 68 |
| 14. Aptitud del sector Ganadería | 70 |
| 15. Mapa de Aptitud del sector Pesca | 71 |
| 16. Mapa de áreas para la conservación | 72 |

| | |
|--|-----------|
| 17. Mapa de áreas para la restauración | 73 |
| 17a. Centros arqueológicos en Villa de Tututepec de Melchor Ocampo. | 75 |
| 18. Cobertura arbolada en Municipio Tututepec | 78 |
| 19. Mapa de componentes principales | 95 |
| 20. Mapa de grupos de aptitud | 95 |
| 21. Representación de Residuales de Gower | 97 |
| INDICE DE CUADROS | |
| 1 Regionalización por tipo de instrumento y/o áreas de conservación reconocidas por la SEMARNAT – CONABIO y relación porcentual ocupada del municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Oaxaca Áreas prioritarias de conservación identificadas por la CONABIO. | 21 |
| 2. Riqueza de especies presentes en el municipio. | 23 |
| 3 Clasificación de los usos del agua en base al valor de Índice de Calidad del Agua en los muestreos realizados en Villa de Tututepec | 31 |
| 4 Concentrado de Grado de Marginación por localidades y población, Tututepec | 50 |
| 5. Rangos de rezago social 2005. Tututepec | 50 |
| 6. Superficies por cobertura arboladas en el municipio de Tututepec | 58 |
| 7. Superficie total de cambio en la ocupación del suelo | 58 |
| 8. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Turismo | 61 |
| 9. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Agricultura | 63 |
| 10. Resultados de la metodología interpretativa propuesta del sector Conservación | 65 |
| 11. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Forestal | 67 |

| | |
|--|-----------|
| 12. Resultados de metodología interpretativa de propuestas del sector Ganadería | 69 |
| 13. Resultados de la metodología interpretativa de propuestas del sector Pesca | 71 |
| 24. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas de conservación de los expertos | 72 |
| 15. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas de restauración de los expertos | 74 |
| 16. Relación entre conflictos ambientales y sectores productivos | 93 |
| 17. Aptitudes promedio por sectores | 96 |
| 18. Residuales de Gower por grupo de Aptitud | 96 |
| ANEXOS | |
| 1. Diagnóstico OT Villa de Tututepec de Melchor Ocampo | |
| 2. Análisis de Vulnerabilidad. | |
| 3. Vulnerabilidad y Percepción social | |
| 4. Percepción social de Vulnerabilidad Tonameca | |
| 5. Resultados del Cuestionario de Percepción social de Vulnerabilidad | |

PRESENTACIÓN

En el presente documento se desarrollan temáticas contempladas en el marco del Proceso de Ordenamiento Ecológico de Territorios establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, las cuales contienen información con la cual se realiza la etapa de diagnóstico del territorio del municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, del Estado de Oaxaca.

Para esta etapa de diagnóstico se planteo como objeto acorde a los términos de referencia elaborados por SEMARNAT, con base en el estado o condición de la estructura y función del ecosistema y las fuentes de presión que actúan sobre el, identificar y analizar los conflictos ambientales (conurrencia de actividades incompatibles en un área determinada) en el área se estudio.

Para cumplimiento de lo anterior se estructuraron cinco apartados o capitulados. En el primero de ellos titulado *Introducción y objetivos*, se describen en forma breve los antecedentes y se plantean las acciones para la etapa de diagnóstico, del Estudio Técnico para el *Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo* y se puntualizan en base a los términos de referencia los factores relevantes del proyecto.

En el segundo apartado *Áreas críticas o de importancia* a partir del inventario de recursos descritos en la etapa de caracterización, se seleccionaron mediante un panel de expertos las áreas a conservar, restaurar y proteger estableciendo para cada una de ellas indicadores como “*Factores relevantes*” y “*Factores condicionantes*” para su conservación, restauración o protección.

En el tercer apartado “*Delimitación de las áreas que se deberán preservar, conservar, proteger o restaurar*” se desprende una primer sección a donde se da el soporte para identificar las “*Áreas con alta diversidad biológica, endemismos, fragilidad u otros factores relacionados con la integridad ecológica*”, mediante el comentario particular del estatus de “*Conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de servicios ambientales*”, el señalamiento de los “*Recursos naturales importantes para el desarrollo de actividades*”, y la definición de “*Áreas de habitats críticos para la conservación de refugios para proteger especies marinas*”. En una segunda sección se comentan definen las “*Áreas bajo fuerte presión por cambios de uso del suelo, incluyendo los vectores de presión*” describiendo para ello sus relaciones con procesos de “*Desertificación*”, “*Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal*”, “*Contaminación*” y condición de la “*Calidad de aguas*”

En un cuarto apartado “*Análisis de vulnerabilidad*” se discuten los efectos de las amenazas naturales en las cuales se incluyen; sismos, tsunamis, huracanes, movimientos de masa e incendios. A estas mismas se les relaciona con la

percepción social y poblacional contemplando para ello, entre otros, indicadores demográficos.

En el quinto apartado “*Análisis de aptitud sectorial y conflictos*” se utilizó la identificación y descripción de los distintos sectores que inciden en el municipio y la información (atributos ambientales requeridos por cada sector) generada en los talleres de análisis sectorial realizados. Esta información se sistematizó y se obtuvieron mapas de aptitud sectorial con objeto de posteriormente delimitar las áreas de aptitud de los sectores involucrados en las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales en el municipio.

Finalmente se complementa el contenido con el apoyo de un índice de figuras, gráficas mapas, Cuadros y anexos

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el presente documento se identifican y analizan los conflictos ambientales en el área del territorio municipal, mediante la realización de las siguientes acciones:

1. Elaborar un análisis de aptitud para los sectores involucrados en las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales en el área de estudio, del cual se producirá el mapa de aptitud del territorio municipal;
2. Identificar los conflictos ambientales a partir del análisis de la concurrencia espacial de actividades sectoriales incompatibles; y
3. Delimitar las áreas que se deberán preservar, conservar, proteger o restaurar, así como aquellas que requieran el establecimiento de medidas de mitigación para atenuar o compensar impactos ambientales adversos, considerando:
 - Degradación ambiental, desertificación o contaminación;
 - Conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
 - Áreas naturales protegidas, hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre y áreas de refugio para proteger especies acuáticas;
 - Recursos naturales importantes para el desarrollo de actividades sectoriales;
 - Susceptibilidad a riesgos naturales o a efectos negativos del cambio climático.

Se plantearon para la etapa de diagnóstico como factores relevantes del proyecto de ordenamiento desarrollar los siguientes puntos:

I. Áreas críticas o de importancia en el territorio municipal

II. Delimitación de las áreas que se deberán preservar, conservar, proteger o restaurar.

III. Análisis de vulnerabilidad

IV. Análisis de aptitud Sectorial y conflictos

I. ÁREAS CRÍTICAS O DE IMPORTANCIA EN EL TERRITORIO MUNICIPAL

Para el territorio municipal a partir del inventario y descripción de recursos realizado en la etapa de caracterización del proceso de ordenamiento, se han seleccionado por su importancia para la conservación, protección o preservación las cinco siguientes áreas: Manglar (Sistema lagunar costero), Dunas costeras, Vegetación riparia, Cobertura forestal no fragmentada y Cuerpos de aguas naturales.

Por su importancia como áreas para restauración, las dos siguientes; Coberturas forestales fragmentadas y Suelos degradados. Por su importancia como áreas de protección, las dos siguientes: Áreas Naturales Protegidas y Áreas prioritarias para conservación identificadas por CONABIO.

Para cada una de las áreas de importancia para su conservación y protección se describen puntualmente los “Factores relevantes para su conservación, protección o preservación” y los “Factores que condicionan la conservación, protección o preservación”.

Para cada una de las áreas de importancia para la restauración se describen puntualmente los “Factores relevantes para su restauración” y “Factores que condicionan su restauración”. Para las áreas de protección se describen los “Factores relevantes para su protección”

1.1. Áreas de conservación, protección o preservación

1.1.1. Manglar (Sistema Lagunar Costero)



Factores relevantes para su conservación, protección o preservación

Son áreas de reproducción de especies de peces y crustáceos marinos, dentro de las cuales se encuentran especies de importancia comercial

Son zonas importantes para la reproducción, alimentación y pernocta de aves acuáticas tanto residentes como migratorias.

Son hábitat de especies relevantes tales como cocodrilo, tigrillo.

Es un ecosistema que requiere condiciones especiales de suelo, agua y salinidad.

Todas las especies de plantas que caracterizan esta comunidad vegetal están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2001 y vinculadas con el Art. 60 y Art. 99, Párrafo II de la Ley General de la Vida Silvestre.

Para estas áreas la NOM-022-SEMARNAT-2003 establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en la zona de manglar.

Las áreas de manglar tienen además importancia por estar consideradas como áreas prioritarias en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se tipifican como Regiones terrestres prioritarias (RTP) al situarse en la cuenca Bajo río Verde-Chacahua; como Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) al ubicarse en la cuenca Río Verde - Laguna de Chacahua; como Área Natural Protegida (ANP) de acuerdo a la CONANP , al estar decretado como Parque Nacional Lagunas de Chacahua; como Sitio Ramsar ya que incluye esta denominación al Parque Nacional Lagunas de Chacahua; como Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) al considerar al sistema lagunar Laguna de Chacahua-Pastoría; y como Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad (SPM) al considerar identificado en este apartado al Sistema Lagunar de Chacahua-Pastoría

Factores que condicionan la conservación, protección o conservación

Las actividades humanas constituyen la principal amenaza para los manglares, entre las que se pueden citar:

La contaminación de los recursos naturales que los conforman

Destrucción del hábitat

Sobre explotación de los recursos

Reducción de aportes de volúmenes de agua dulce

Cambio de uso del suelo por actividades antropicas

Actividad turística sin regulación

Actividad ganadera

1.1.2. Dunas Costeras



Factores relevantes para su conservación, protección o preservación

La vegetación de dunas costeras está considerada de alta fragilidad, ya que un gran número de sus especies debe su presencia a factores edáficos específicos, a la influencia de la brisa marina y a la no modificación antropica de su estado natural.

Son topofomas de regulación microclimática e hidrostáticas y se encuentran de tipo frontal y móvil para el caso de Oaxaca. En este ecosistema encontramos especies de vegetación endémicas, tales como *Melocactus curbispinus*, *Prosopis juliflora*, entre otras. Además del servicio biológico que representa la vegetación, es un importante soporte para la estabilidad de las dunas, representada principalmente por los géneros *Ipomoea*, *Jouvea*, *Distichlis*, *Canavalia*, *Eragrostis* y *Pectis*.

Las dunas son áreas de transición entre el sistema continental y marino por su singular importancia en el soporte del intercambio de energía alimenticia, entre la fauna marina y fauna terrestre.

Son zonas de desove y anidación de tortugas marinas.

Funcionan como zona de amortiguamiento y regulación de la energía cinética producida por el oleaje sobre la parte continental.

Las áreas de Dunas costeras tienen además importancia por estar consideradas como áreas prioritarias en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se tipifican como Ecorregiones Terrestres (ECORT) al situarse en la Planicie Costera y lomeríos del pacífico Sur con selva baja caducifolia; como Región Marina Prioritaria (RMP) al situarse en Chacahua – Escobilla.

Factores que condicionan la conservación, protección o conservación

Cambio de uso de suelo por actividades del:

Sector primario (Agricultura, ganadería, forestería, pesca)

Sector Terciario (Extracción de recursos naturales con fines comerciales – conchas, plantas, fauna, y otros-)

Actividades turísticas (Marinas, escolleras, espigones, construcciones, actividades motorizadas, extracciones de arena y otros)

1.1.3. Vegetación riparia



Factores relevantes para su conservación, protección o preservación

Son corredores naturales para la conectividad de los sistemas biológicos.

Áreas de protección de sistemas lóticos.

Son hábitat importantes de especies de vertebrados tanto acuáticos como terrestres.

Fortalecen la asociación planta-animal, como el caso de quirópteros que utilizan como zonas de percha árboles tales como *Enterolobium cyclocarpum* (huanacaxtle), *Ficus* (amates), *Salix* (sauce) y *Astianthus viminalis* (sauce de la costa).

Son áreas de retención de sedimentos generados por procesos erosivos.

La vegetación de estas áreas estabilizan los causes de manera natural.

Las áreas de Vegetación riparia tienen además importancia por estar consideradas como áreas prioritarias en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se tipifican como Sitios prioritarios terrestres p/conservación de biodiversidad (SPT) al situarse en las áreas 8235 (media), 8185 (alta), 8212 (media) y 8213 (alta)

Factores que condicionan la conservación, protección o conservación

Eliminación de la cubierta vegetal

Cambio de régimen hidrológico (flujos y corrientes)

Contaminación de agua

Infraestructura fluvial e hidráulica (represas, vados)

Extracciones de material geológico

1.1.4.-Cobertura forestal no fragmentada



Factores relevantes para su conservación, protección o preservación

Son áreas que mantienen una alta riqueza biológica.

Áreas donde el ecosistema esta en equilibrio.

Brinda, mantiene y conservan servicios ecosistémicos (recarga de acuíferos, recreación, entre otros).

Son áreas forestales continuas que funcionan como corredores biológicos.

Son áreas alta calidad paisajística.

Las áreas de Cobertura vegetal no fragmentada tienen además importancia por estar consideradas como áreas prioritarias en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se tipifican como Ecorregiones terrestres (ECORT) al situarse en las áreas; Humedales del Pacífico Sur Mexicano, Lomeríos con selva mediana caducifolia del Sur de Oaxaca, Bosque mesófilo de montaña de las Sierras del Sur de Oaxaca, y Planicie Costera y lomeríos del pacífico Sur con selva baja caducifolia

Factores que condicionan la conservación, protección o conservación

Cambio de uso de suelo (cuamiles, ganadería,)

Tala clandestina

Incendios intencionales

Infraestructura vial, hidráulica, de generación eléctrica)

Urbanización

Introducción de especies exóticas.

1.1.5. Cuerpos de Aguas Naturales



Factores relevantes para su conservación, protección o preservación

Contempla los ríos y lagunas costeras porque sostienen la vegetación acuática y subacuática (vegetación riparia, vegetación arraigada a la orilla y al fondo, además de la vegetación libre flotante) y fauna asociada.

Se consideran a los esteros porque sostienen tanto al manglar, a la vegetación halófila y fauna asociada

Las áreas de Cuerpos de aguas naturales tienen además importancia por estar consideradas como áreas prioritarias en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se tipifican como Ecorregiones terrestres (ECORT) al situarse en las áreas de Humedales del Pacífico Sur Mexicano; como Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) al situarse en las áreas de Río Verde - Laguna de Chacahua; como Área natural protegida (ANP) al ubicarse en el área del Parque Nacional Lagunas de Chacahua; como Sitio Ramsar (RAMSAR) al ubicarse en el área del Parque Nacional Lagunas de Chacahua; como Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) al situarse en las áreas de Laguna de Chacahua-Pastoría y Laguna de Manialtepec; como Regiones marinas prioritarias (RMP) al ubicarse en el área de Chacahua-Escobilla

Factores que condicionan la conservación, protección o conservación

Contaminación de los recursos naturales que la conforman

Alteración de flujos hidrológicos

Deforestación

Extracción de material geológico

1.2. Áreas de restauración

1.2.1. Coberturas forestales fragmentadas



Factores relevantes para su restauración

Para favorecer la conectividad y con ello la recuperación de la biodiversidad, los procesos ecosistémicos y los servicios ambientales

Porque son áreas más vulnerables a procesos de perturbación o cambios ecológicos al estar expuestas a un mayor efecto de borde en longitud, como presentar superficies reducidas y/o aisladas

Las áreas de Coberturas forestales fragmentadas tienen además importancia por estar estas superficies en zonas consideradas como áreas prioritarias en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se tipifican como Ecorregiones terrestres (ECORT) al situarse en las áreas de Humedales del Pacífico Sur Mexicano, Lomeríos con selva mediana caducifolia del Sur de Oaxaca, Bosque mesófilo de montaña de las Sierras del Sur de Oaxaca y Planicie Costera y lomeríos del pacífico Sur con selva baja caducifolia

Factores que condicionan su restauración

Incremento de la fragmentación de la cobertura vegetal

Cambio de uso del suelo por actividad humana

Cambios de clima local (incidencia en cambio climático global)

Introducción de especies exóticas

Expansión urbana no planificada

1.2.2. Suelos degradados



Factores relevantes para su restauración

Por presentar pérdidas de suelo, de la fertilidad del suelo y la pérdida de la capacidad de este para sostener vida.

Las áreas de suelos degradados tienen además importancia por estar estas zonas dentro de la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se ubican en las Ecorregiones terrestres (ECORT) al encontrarse suelos degradados en las áreas de Humedales del Pacífico Sur Mexicano, en Lomeríos con selva mediana caducifolia del Sur de Oaxaca, en el Bosque mesófilo de montaña de las Sierras del Sur de Oaxaca y en la Planicie Costera y lomeríos del pacífico Sur con selva baja caducifolia.

Factores que condicionan su restauración

Incremento de la fragmentación de la cobertura vegetal

Cambio de uso del suelo por actividad humana

Cambios de clima local (incidencia en cambio climático global)

Expansión urbana no planificada

1.3. Áreas de protección

1.3.1. Áreas Naturales Protegidas



Factores relevantes para su protección

Las Áreas Naturales Protegidas porque mantienen representatividad de la riqueza biológica de la región y sus ambientes

Estas áreas tienen además importancia por estar en la identificación de áreas de conservación propuesta por SEMARNAT – CONABIO, ya que se ubican en el Área Natural Protegida “Parque Nacional Lagunas de Chacahua”.

1.4. Áreas prioritarias de conservación

El municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo alberga en su territorio la regionalización de 11 instrumentos de planeación y/o áreas de conservación representativos de los rasgos de la biodiversidad de México designados oficialmente por la SEMARNAT - CONABIO (Cuadro 1).

La superficie del municipio está cubierta por 4 diferentes tipos de ecorregiones terrestres, siendo la de mayor proporción la ocupada por los lomeríos con selva mediana caducifolia del sur de Oaxaca (76.2%), seguido del bosque mesófilo de montaña (13.8%), los humedales del pacífico sur mexicano (6.7%) y en menor medida la planicie costera y lomeríos del pacífico sur con selva baja caducifolia (0.3%).

Las regiones hidrológica y terrestre prioritarias río Verde-Laguna de Chacahua cubren un 96.3% y 23.7%, respectivamente. Así también al interior del municipio están delimitadas 4 áreas que son consideradas sitios prioritarios terrestres para la conservación de biodiversidad (SPT), de los cuales dos sitios conjuntan una superficie de 36% de prioridad media (en la porción norte del municipio en colindancia con Santiago Jamiltepec y la porción sur en vecindad con el municipio de San Miguel Panixtlahuaca) y otros sitios de prioridad alta correspondiente a 6.2% de extensión (un área al sureste de los poblados de Santa Cruz Tututepec y Peñas Negras y que comprende el complejo de cerros Chinche, Lana, El Cuateco y Fruta; y dos áreas: una al este del poblado Cerro Tigre y otra al extremo del municipio bordeando el río de San José. Al sur del poblado San José del Progreso se localiza el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, el cual cubre 12.3% de la superficie del municipio, y que a su vez es reconocido como sitio Ramsar con 14.4% de su extensión y un 6.7% de la Laguna Chacahua-Pastoria es un AICA; mientras que los límites de otra AICA, Laguna de Manialtepec ocupa un 1.1% dentro del municipio.

En el litoral de Tututepec se extiende la región marina prioritaria Chacahua-Escobilla (12.4%) y el Sistema Lagunar de Chacahua-Pastoria (15.1%) como sitio prioritario marino. Solamente un 0.4% del municipio es ocupada por una Región Biocultural Prioritaria: Sierra Mixteca-Triqui, cuenca Papagayo-Ometepec. El municipio forma parte de las provincias herpetológicas Mexicana del Oeste (94.4%) y de la provincia Sierra Madre del Sur (0.5%), respectivamente.

Cuadro 1 Regionalización por tipo de instrumento y/o áreas de conservación reconocidas por la SEMARNAT – CONABIO y relación porcentual ocupada del municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Oaxaca Áreas prioritarias de conservación identificadas por la CONABIO

| Villa de Tututepec de Melchor Ocampo | | Municipio | |
|--|---|-----------------|------|
| Áreas de conservación SEMARNAT - CONABIO | | Superficie (ha) | % |
| ECORT: | Ecorregiones terrestres | | |
| 1 | Lomeríos con selva mediana caducifolia del Sur de Oaxaca | 92020.05 | 76.2 |
| 2 | Bosque mesófilo de montaña de las Sierras del Sur de Oaxaca | 16613.11 | 13.8 |
| 2 | Humedales del Pacífico Sur Mexicano | 16.75 | 0.0 |
| 3 | Humedales del Pacífico Sur Mexicano | 6881.30 | 5.7 |
| 4 | Planicie Costera y lomeríos del pacífico Sur con selva baja caducifolia | 322.37 | 0.3 |
| 5 | Humedales del Pacífico Sur Mexicano | 1185.46 | 1.0 |
| RTP: | Regiones terrestres prioritarias | | |
| 1 | Bajo río Verde-Chacahua (superficie total: 957 km ²) | 28644.82 | 23.7 |
| RHPR: | Regiones hidrológicas prioritarias | | |
| 1 | Río Verde - Laguna de Chacahua (superficie total: 8,346.8 km ²) | 116287.27 | 96.3 |
| SPT: | Sitios prioritarios terrestres p/conservación de biodiversidad | | |
| 1 | 8185 (alta) | 7188.22 | 6.0 |
| 2 | 8212 (media) | 18430.82 | 15.3 |
| 3 | 8213 (alta) | 311.90 | 0.3 |
| 4 | 8235 (media) | 25129.61 | 20.8 |
| ANP: | Área natural protegida | | |
| 1 | Parque Nacional Lagunas de Chacahua | 14854.69 | 12.3 |
| RAMSAR: | Sitio Ramsar | | |
| 1 | Parque Nacional Lagunas de Chacahua | 17347.10 | 14.4 |
| AICAS: | Áreas de importancia para la conservación de las aves | | |
| 1 | Laguna de Chacahua-Pastoría (superficie total: 5,042.66 ha) | 8082.69 | 6.7 |
| 2 | Laguna de Manialtepec (superficie total: 2,890.86 ha) | 1315.48 | 1.1 |
| RMP: | Regiones marinas prioritarias | | |
| 1 | Chacahua-Escobilla (superficie total: 615 km ²) | 15015.37 | 12.4 |
| SPM: | Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad | | |
| 1 | Sistema Lagunar de Chacahua-Pastoría | 18190.58 | 15.1 |
| RBP: | Región Biocultural Prioritaria | | |
| 1 | Sierra Mixteca-Triqui, cuenca Papagayo-Ometepec | 461.08 | 0.4 |
| | Región: Pacífico Tropical, Lengua: Chatino, Sup total: 121545.11 ha | | |
| PHERPE: | Provincia herpetológica | | |
| 1 | Mexicana del Oeste | 114000.29 | 94.4 |
| 2 | Sierra Madre del Sur | 646.96 | 0.5 |

II. DELIMITACIÓN DE ÁREAS A PRESERVAR, PROTEGER, CONSERVAR O RESTAURAR

A continuación se describen los valores e indicadores que realzan la importancia de las áreas a preservar, proteger, conservar o restaurar.

2.1. Áreas con alta diversidad biológica, endemismos, fragilidad u otros factores relacionados con la integridad ecológica.

El municipio de Tututepec muestra una riqueza observada a partir de fuentes bibliográficas y consulta de base de datos con un total de 941 especies incluyendo plantas y animales, de las cuales para flora con 586 y de fauna de vertebrados mayores son 355.

Respecto a la distribución por tipos de vegetación; son las selvas incluyendo la selva baja caducifolia y las selvas medianas subcaducifolias son las comunidades vegetales que muestran el mayor número de especies, con una representación del 26.04 y 18.17 % de la riqueza identificada Cuadro 2.

La mayor concentración de especies endémicas se manifestó en la selva mediana caducifolia, la selva baja caducifolia y la selva mediana subcaducifolia, las cuales junto con la vegetación acuática y subacuática y el manglar, albergan la mayor riqueza, tanto de flora como de fauna, lo cual enfatiza su relevancia para su conservación. De manera contrastante, también son los sitios en donde se presenta el número más alto de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Es importante indicar que la Sabana a pesar de ser una de las comunidades vegetales con mayor deterioro por cambio de uso de suelo presenta un número importante de especies. Cabe destacar la importancia del Pinar con una riqueza importante a pesar de presentar poca área de distribución en el municipio. En lo referente a la selva mediana caducifolia muchas de las veces su riqueza se debe a que se distribuye en laderas protegidas, por lo que son un poco más húmedas y los arbustos y herbáceas son más frecuentes. Al igual que el pinar, el bosque mesófilo de montaña, presenta poca distribución en el municipio, y es por eso que también el nivel de conocimiento florístico es interesante, ya que al igual que las selvas tropicales, son de los más diversos.

En lo referente a matorral la riqueza se debe a la gran cantidad de especies arbustivas y herbáceas que hacen que esta comunidad vegetal sea también de las relevantes en cuanto a riqueza, lo que también se debe indicar, es que muchas de estas especies tiene una distribución amplia y un gran número de ellas, son catalogadas como melezoides. El manglar tiene un papel importante en la parte costera, dado el papel ecológico que juega, compartiendo el espacio se encuentra la vegetación halófila y la duna costera, todas estas comunidades tiene algo en común, las especies que en ellas crecen se han adaptado a condiciones de

diferentes niveles de salinidad, es por eso que su riqueza es muy semejante. En cuanto a la vegetación acuática y subacuática las especies que en ella se desarrollan deben su existencia al agua dulce y es de vital importancia evitar la contaminación, el cambio de régimen y el flujo, ya que estos serían limitantes para su existencia y diversidad.

Cuadro 2. Riqueza de especies presentes en el municipio.

| Ocupación | Especies Flora | Especies NOM | Endémicas * | % del total listado Flora | Especies Fauna | Endémicas | Especies NOM | % del total listado Fauna | Total Flora y Fauna | % Riqueza observada |
|-----------------------------------|----------------|--------------|-------------|---------------------------|----------------|-----------|--------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| Selva baja caducifolia | 173 | 1 | 2 | 29.57 | 72 | 7 | 9 | 20.28 | 245 | 26.04 |
| Selva mediana subcaducifolia | 95 | 5 | 0 | 16.24 | 76 | 6 | 8 | 21.41 | 171 | 18.17 |
| Sabana | 51 | 0 | 0 | 8.72 | 64 | 2 | 4 | 18.03 | 115 | 12.22 |
| Pinares | 45 | 0 | 0 | 7.69 | 51 | 3 | 5 | 14.37 | 96 | 10.20 |
| Selva mediana caducifolia | 18 | 1 | 0 | 3.08 | 74 | 7 | 9 | 20.85 | 92 | 9.78 |
| Vegetación dunas costeras | 56 | 0 | 0 | 9.57 | 11 | 2 | 2 | 3.10 | 67 | 7.12 |
| Bosque mesofilo de montaña | 26 | 5 | 0 | 4.44 | 48 | 3 | 5 | 13.52 | 74 | 7.86 |
| Matorral | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 40 | 3 | 3 | 11.27 | 40 | 4.25 |
| Vegetación acuática / subacuática | 20 | 0 | 1 | 3.42 | 33 | 6 | 7 | 9.30 | 53 | 5.63 |
| Vegetación halófila | 13 | 0 | 0 | 2.22 | 22 | 4 | 6 | 6.20 | 35 | 3.72 |
| Manglar | 4 | 4 | 0 | 0.68 | 76 | 9 | 13 | 21.41 | 80 | 8.50 |
| Pastizal | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 17 | 2 | 2 | 4.79 | 17 | 1.81 |
| Agricultura | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 17 | 2 | 2 | 4.79 | 17 | 1.81 |
| Cuerpo de agua | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | - | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| Sin cobertura vegetal aparente | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | - | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| Asentamientos humanos | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | - | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| Palmar | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | - | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 586 | | | | 355 | | | | 941 | |

2.1.1. Conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de servicios ambientales

Se presentan perturbaciones en la mitad de su territorio por ello las opciones de desarrollo de los recursos naturales se verán disminuidas considerando el uso sustentable de sus recursos de no atender esquemas de restauración y conservación adecuadas a la conservación de su riqueza biológica.

Cuenta con importantes porcentajes de cobertura vegetal lo cual coadyuva a la captura de CO₂, recarga de acuíferos, regulación climática, generación de oxígeno, hábitat de fauna y protección de cuencas, entre otros servicios ambientales.

Las características climáticas y de su balance hídrico le confieren al municipio la posibilidad de contar con buena cantidad de agua en el suelo para el

mantenimiento de diversos tipos de vegetación y posibilitan la práctica de agricultura de temporal o ganadería de pastoreo

2.1.2. Recursos naturales importantes para el desarrollo de actividades

El municipio presenta recursos forestales, etnobiológicos, paisajísticos, geológicos, edafológicos, climáticos e hidrológicos, entre otros.

Tiene áreas que mantienen una alta riqueza biológica, áreas donde el ecosistema esta en equilibrio y áreas que brindan, mantienen y conservan servicios ecosistémicos (recarga de acuíferos, recreación, entre otros).

Mantiene áreas forestales continuas que funcionan como corredores biológicos y además presenta áreas con alta calidad paisajística.

2.1.3. Áreas Naturales Protegidas, habitats críticos para la conservación de refugios para proteger especies acuáticas

El municipio presenta paisajes excepcionales, tal es el caso del Área Natural Protegida “Parque Nacional Lagunas de Chacahua” en la cual mantiene su representatividad tanto en la riqueza biológica de la región como en sus ambientes.

2.2. Áreas bajo fuerte presión por cambios de uso del suelo

A continuación se describen los vectores de presión relacionados con la disminución de calidad y cantidad de los siguientes procesos.

2.2.1. Desertificación

Se presentan en el área procesos de deforestación, pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal, pérdidas de suelo por erosión, cambio climático que de una u otra forma inciden en condiciones que inducen a la desertificación.

Con relación a los *procesos de degradación, en las unidades geomorfológicas* delimitadas, se observa que al clasificar este proceso en las geoformas con aristas, crestas y laderas el “tipo” de degradación que se presenta lo son; pérdida superficial del suelo, formación de cárcavas, y en las áreas de “llanura” lo es la gleyzación como resultado de anegamientos. En el “grado” de degradación se presenta niveles de moderado a ligero, con porcentajes de dominancia variables (15 a 100%), con presencia de “tasas” moderada, baja y alta, y como “factor” causal primordial la deforestación y el uso extensivo.

Respecto a los *procesos de degradación del suelo*, en el municipio se observa afectación en el 27.7% del área. La manifestación más común es la formación de cárcavas asociada con la pérdida del suelo superficial, que afectan conjuntamente al 21.40% de la superficie. En cuanto a la tasa y nivel de degradación, las categorías preponderantes son “bajas” y “moderadas”, respectivamente,

Con relación al análisis del *cambio climático* a continuación se describen las siguientes aseveraciones en cuanto a los cambios térmico y pluvial para el municipio:

Cambio térmico

En la Cuadro 1 del Anexo 5, se aprecian los resultados obtenidos del análisis de cambio climático realizado para la localidad de Río Grande. En dicha Cuadro se presentan los valores de temperatura media para cinco períodos del Siglo XXI más el período 1961-2003, el cual representa la climatología actual. Al comparar los valores de temperatura se estima que la temperatura media anual se irá incrementando paulatinamente desde un valor de 27.2 °C hasta los 28.9°C, lo que representa un *incremento de 1.7°C en las próximas cinco décadas, esto es 0.34°C/década.*

Como se puede apreciar los incrementos térmicos se verificarán en todos los meses del año, tendiendo a ser los más altos el mes de Marzo y Agosto, con incrementos de 2°C, y Abril con un incremento de 1.9°C. Estos incrementos muy probablemente tendrán impactos sobre posibles cultivos de primavera-verano.

Cambio pluvial

Con relación a cambios en la precipitación, se puede observar en la Cuadro 2 del Anexo 5, que en la mayor parte de los meses se aprecian cambios pluviales poco significativos al analizar una década con respecto a las otras. Sin embargo existen algunos rasgos interesantes, tales como un incremento de lluvia en Junio en todas las décadas del Siglo XXI analizadas, con respecto a la climatología actual. El *mayor incremento* de precipitación en este mes se tendrá en la década próxima 2011-2020 con un 11% más de lluvia mensual.

La *mayor disminución* de precipitación mensual se tendrá en Septiembre durante la década de 2041-2050, con una reducción del 16%, esto es 51.3 mm menos que en la actualidad.

En la escala anual, la mayor reducción de la lluvia acumulada en el año se tendrá en la década de 2041-2050 con una disminución del 6%, esto es pasará de 1365 a 1291.8 mm.

2.2.2. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal

A nivel de paisaje, una alta diversidad de parches indica una mayor fragmentación de los ecosistemas naturales, sobre todo cuando existe un gran número de parches de origen humano (agricultura, pastizal, asentamientos); el municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo presentó la mayor diversidad de parches, por lo tanto, los parches de los ecosistemas se encontraron inmersos entre parches de origen antrópico que los fragmentan.

Villa de Tututepec de Melchor Ocampo presenta una alta diversidad de coberturas en su paisaje con 18 tipos de clases (incluyen coberturas forestales y otros usos de suelo), además de una amplia heterogeneidad de los parches (10765 parches). Un 67.4% de la superficie del paisaje está ocupada por parches pequeños (7258 parches de entre una y cinco hectáreas) distribuidos de manera agrupada; en contraste se identificaron 519 parches mayores a 30 ha, los cuales representan casi el 58% de la cobertura del paisaje.

Las coberturas forestales más fragmentadas por su mayor número de parches son la selva mediana caducifolia, seguidas del matorral subtropical y la selva alta mediana subperennifolia. Los parches de tamaño reducido por tipo de vegetación los representan el bosque mesófilo de montaña y la selva baja caducifolia, además ambas coberturas contienen un mínimo porcentaje de área interior, esto último también lo presentan el matorral subtropical, el palmar, la sabana y la selva mediana caducifolia. La mayor complejidad en la forma de los parches se registró para las coberturas forestales de bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, manglar, selva alta mediana subperennifolia y selva mediana caducifolia.

Las coberturas más vulnerables a procesos de perturbación o cambios ecológicos por estar expuestas a mayor área de borde son los bosques mesófilo de montaña, seguidos de la sabana y la selva baja caducifolia. La densidad de los parches es mayor en la selva mediana caducifolia (cobertura más crítica), seguida del matorral subtropical y la selva alta mediana subperennifolia. La distribución de los parches de la vegetación halófila es aleatoria, la cobertura del manglar es agregada y la dispersión es uniforme en la cobertura matorral subtropical.

La superficie de cuatro porciones del municipio son reconocidos como SPT (selva alta y mediana subperennifolia, bosque mesófilo, bosque de pino-encino): sitios de prioridad alta (6.2%) correspondiente al área sureste de los poblados de Santa Cruz Tututepec y Peñas Negras y dos áreas: una al este del poblado Cerro Tigre y otra al extremo del municipio bordeando el río de San José; en tanto que otras dos áreas conjuntaron un 36% de la superficie del municipio con prioridad media (porción norte en colindancia con Santiago Jamiltepec y la porción sur en vecindad con el municipio de San Miguel Panixtlahuaca). Los sitios de prioridad alta incluyeron a la RBP: 0.4% de Sierra Mixteca-Triqui, cuenca Papagayo-Ometepec.

La superficie costera de Tututepec (planicie costera, lomeríos y humedales del Pacífico Sur), específicamente en el Sistema Lagunar Chacahua-Pastoria se encuentran delimitados 6 importantes instrumentos de planeación para la conservación: RTP río Verde-Laguna de Chacahua (23.7% del total del municipio), SPM Sistema Lagunar de Chacahua-Pastoria (15.1%), ANP Parque Nacional Lagunas de Chacahua (12.3%), sitio RAMSAR (14.4%), RMP Chacahua-Escobilla (12.4%), AICA Laguna Chacahua-Pastoría (6.7%).

Con todo el alcance que las declaratorias de áreas de conservación implica, la zona costera requiere de la aplicación de un ordenamiento ecológico territorial, dada la dinámica de actividades productivas primarias y el sector turístico que presionan y restan espacios a la continuidad de los hábitats naturales.

2.2.3. Contaminación

Considerando que las causas de los diversos efectos e impactos ambientales que pueden presentarse en el territorio municipal son antrópicas y naturales, a continuación se describen de forma general las posibles fuentes u origen de contaminación a los recursos naturales.

Para cada una de las actividades productivas que factiblemente se desarrollen en el municipio al utilizar los recursos naturales, se consideran por cada sector las **posibles áreas críticas** a donde se realizan estas, y que pueden presentarse para el territorio municipal, tomando como eje descriptor los “Fenómenos típicos y relevantes de transferencia de contaminantes”, y los “Procesos típicos de deterioro”.

En las actividades del sector primario, como la **Agricultura**, se presentan fenómenos típicos de transferencia de contaminantes y procesos típicos de deterioro, tales como:

Fenómenos típicos de transferencia de contaminantes

- Contaminación de suelo, agua y cultivos por aplicación de agroquímicos
- Eutrofización y azolve de lagunas por recepción de lixiviados (fertilizantes) agrícolas y material edáfico
- Salinización de suelos y pérdida de los mismos por riego con agua con alto contenido de sales, principalmente en el área agrícola costera
- Daños a la Salud Pública por el riego de vegetales comestibles con aguas residuales municipales sin tratamiento

Procesos típicos de deterioro

- Agotamiento de suelos, erosión laminar y desertificación por prácticas culturales inadecuadas y mala selección de cultivos.
- Disminución o pérdida de flora y fauna silvestre por expansión de la frontera agrícola y urbana.

En la **Ganadería**:

Fenómenos típicos de transferencia de contaminantes

- Contaminación al agua, aire y suelo por disposición inadecuada de excretas en granjas porcinas y avícolas, establos de ganado bovino u otras instalaciones de producción pecuaria estabulada.

Procesos típicos de deterioro

- Pérdida de cubierta vegetal por sobrepastoreo de ganado bovino, ovino y caprino.
- Pérdida de selvas y bosques por el establecimiento de pastizales y agostaderos, o por la quema sin control del estrato herbáceo.

En la **Silvicultura y explotación Forestal**

Procesos típicos y relevantes de deterioro y contaminación

- Erosión por sobreexplotación y falta de reforestación
- Destrucción del hábitat de especies amenazadas, en peligro de extinción, raras y endémicas
- Disminución de superficies de Ecosistemas o Asociaciones Vegetales endémicas como el Bosque Mesófilo de Montaña.
- Cambios microclimáticos por eliminación de cubierta vegetal

- Deterioro del paisaje por una explotación no planificada
- Incendios forestales, plagas y enfermedades por practicas inadecuadas
- Extracción selectiva de especies, provocando su desaparición y la perdida significativa de superficies de selvas tropicales y matorrales principalmente
- Eliminación de la recarga de Acuíferos por ausencia de cobertura vegetal, disminución de volúmenes hídricos y alteración en el régimen hidrológico
- Contaminación de cuerpos de agua por acarreo de suelo en zonas deforestadas y erosionadas

En la Pesca y Acuicultura

Procesos típicos y relevantes de deterioro y contaminación

- Sobreexplotación selectiva de especies poniéndolas en riesgo de desaparición de las mismas
- Alteración de flujos hidrológicos en cuerpos de agua costeros
- Asolvamiento y contaminación de cuerpos de agua costeros que causan mortandad de los recursos pesqueros, alteración en su calidad comestible o ausencia del recurso por falta de condiciones ecológicas apropiadas para su desarrollo.

En las Actividades del Sector secundario como en la **Industria de la transformación:**

Procesos típicos y relevantes de deterioro y contaminación

- Contaminación del suelo por la generación de residuos sólidos y líquidos, y la ausencia de una disposición adecuada de rellenos sanitarios
- Contaminación de cuerpos de agua por vertimiento de residuos líquidos y sólidos sin tratamiento
- Inducción de crecimiento urbano en forma irregular y modificación del uso del suelo, cancelando otras opciones productivas.
- Deterioro del paisaje en áreas urbanas habitacionales y turísticas

En la Industria Extractiva

- Contaminación del aire y agua por Bancos de Material no controlados
- Cambio de uso del suelo y deterioro del paisaje en paseos, caminos turísticos y zonas habitacionales por extracción de materiales de construcción

En la Industria de la generación de energía

Riesgos industriales por almacenamiento de combustibles

Inducción de procesos de urbanización y modificación de los usos del suelo

En las Actividades del Sector terciario como en el **Desarrollo Urbano**

- Contaminación del suelo y agua por manejo inadecuado de residuos sólidos municipales (tiraderos y basureros no controlados)
- Contaminación de cuerpos de agua por vertimiento de residuos líquidos y sólidos sin tratamiento
- Carencia de áreas verdes y deterioro de la imagen urbana afectando la calidad de vida de la población
- Contaminación ambiental en el aire por emisión de contaminantes vehiculares y emisión de ruidos
- Expansión de la mancha urbana en áreas boscosas y dedicadas a actividades primarias

En el Turismo

- Sustitución de ecosistemas acuáticos por áreas recreativas o turísticas, provocando la desaparición de especies o la alteración de ciclos ecológicos (agua)
- Obstrucción y desviación de corrientes de agua
- Asentamientos irregulares que deterioren la imagen urbana y el paisaje de la zona turística y demeriten su calidad
- Sobreexplotación de áreas naturales con espacios recreativos populares, que demeritan su calidad y conservación por rebasar su capacidad de carga, y;

En las Comunicaciones

- Alteración de flujos de agua por construcción de terraplenes de carreteras
- Deforestación y erosión causada por abertura de caminos y explotación de bancos de materiales
- Deterioro del paisaje en zonas turísticas por una inadecuada planeación de áreas de servicios carreteros (miradores, aeropuertos y terminales de autobuses)

2.2.4. Calidad de aguas

Para el cotejo de los resultados obtenidos respecto a los diferentes usos del agua, se tomo como base la “Clasificación de los usos del agua en base al valor de Índice de Calidad Del Agua (ICA), establecidos por la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la Comisión Nacional del Agua, adscritas a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el 2002.

Con base a la clasificación, se presentan de acuerdo a los resultados obtenidos, la clasificación respectiva para los valores encontrados en los muestreos realizados en el Río Verde, Laguna La Pastoría y pozo profundo La Luz. en el municipio de Villa de Tututepec. Los intervalos de las categorías del ICA son: 0-39%, Altamente contaminado; 40-59%, Contaminado; 60-90% Levemente contaminado; 91-100% Aceptable Cuadro 3.

Cuadro 3 Clasificación de los usos del agua en base al valor de Índice de Calidad del Agua en los muestreos realizados en Villa de Tututepec.

| | Riό verde | Laguna La Pastoría | Pozo profundo La Luz. |
|-------------------------------------|---|---|--|
| Usos del agua | ICA 33.2 | ICA 37.0 | ICA 71.1 |
| Uso publico | Inaceptable | Inaceptable | Mayor necesidad de tratamiento |
| Recreo | Sin contacto con el agua | Sin contacto con el agua | Aceptable pero no recomendable |
| Pesca y vida acuática | Solo para organismos muy resistentes | Solo para organismos muy resistentes | Excepto especies muy sensibles |
| Industria agrícola | Con tratamiento para la mayor parte de la industria | Con tratamiento para la mayor parte de la industria | Requiere una ligera purificación |
| Navegación | Contaminado | Contaminado | Aceptable para todo tipo de contaminación |
| Transporte desechos tratados | Contaminado | Contaminado | Aceptable para todo tipo de transporte de desechos |

Con base a lo anterior los limitantes de uso del agua, de acuerdo a la clasificación del ÍCA en el municipio para el Río Verde seria; para “Uso publico”, *inaceptable*; para, “Recreo”, *Sin contacto con el agua*; para “Pesca y vida acuática”, *Solo para organismos muy resistentes*; para, “Industria agrícola”, *Con tratamiento para la mayor parte de la industria*; para “Navegación”, *Contaminado*; para Transporte desechos tratados, *Contaminado*.

Para el caso de la Laguna Pastoría la clasificación para los diferentes usos es similar al Río Verde. Sin embargo para las muestras tomadas en el pozo profundo la Luz, las limitantes del uso del agua seria; para “Uso público”, *Mayor necesidad de tratamiento*; para, “Recreo”, *Aceptable pero no recomendable*; para “Pesca y

vida acuática”, *Excepto especies muy sensibles*; para, “Industria agrícola”, *Requiere una ligera purificación*; para “Navegación”, *Aceptable para todo tipo de contaminación*; para Transporte desechos tratados, *Aceptable para todo tipo de transporte de desechos*.

III. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

3.1.-Vulnerabilidad Ambiental

La década de los noventa fue decretada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales. Al término del decenio de los 90'S, la ONU hizo un recuento de los desastres ocurridos a nivel mundial y declara que los objetivos planteados para prevenir los desastres no han sido alcanzados y en consecuencia proponen por tiempo indefinido continuar con las acciones necesarias para lograr la reducción de los desastres a nivel mundial. Para este apartado se describen los temas tratados con mayor amplitud en los Anexos 1 y 2



Amenaza o peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado y pueden ser de origen natural o antropogénico. Vulnerabilidad se define como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso.

Elementos bajo riesgo como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

En este caso se considera el personal, las visitas y la maquinaria y equipo existente. Riesgo total es el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del riesgo específico y los elementos bajo riesgo. $R_t = E R_s = E (AV)$. Una vez conocida la amenaza o peligro entendida como la probabilidad de que se presente un evento, durante un período de exposición, y conocida la vulnerabilidad, entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento, el riesgo puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento, como consecuencia de la ocurrencia de un evento. Es decir la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un período de tiempo dado.

Con relación de la geodinámico que se desarrolla en Oaxaca, podemos citar que este territorio se ubica dentro una región activa, desde el punto de vista sísmico, como se describió en el capítulo del medio físico. Podemos asignar valores a las amenazas considerando los efectos a la salud y a la vida, al medio ambiente, a la propiedad, la velocidad de manifestación y la probabilidad de ocurrencia.

Se considera que la vulnerabilidad de la población es la resultante de relacionar demanda con la oferta. Demanda se define como las necesidades de servicios de salud que presentan la población en situaciones de desastre, donde se considera estructura de la población según edad, ingreso económico familiar, densidad de la población e infraestructura de la población.

Estos conceptos ya se han revisado en el análisis poblacional. Oferta se define como la capacidad que tienen los servicios de salud para actuar en caso de un desastre requiere del conocimiento de los niveles de atención, número de unidades de salud, número de camas y recursos humanos, planes de emergencia hospitalarios, y sistemas de vigilancia epidemiológica.

Dentro de los antecedentes de estudios realizados en la zona de estudio destaca el Atlas de Riesgos de Oaxaca, el cual encuentra en Anexo 2, el cual se ubica en <http://proteccionciviloaxaca.net/Default1.asp?src=http://www.proteccionciviloaxaca.net/uepc/atlas/atlas.html>

Las amenazas naturales incluyen eventos geológicos tales como vulcanismo, sismos, movimientos de masas, concentración natural de gases o minerales, en agua o aire (metano, radioactividad, arsénico, boro, entre otros) y los eventos hidrometeorológicos como son: ciclones, huracanes, tornados, temperaturas extremas, granizadas, sequías, precipitaciones extraordinarias, y tormentas eléctricas, entre otros.

3.1.1. Sismos

Las zonas sismogénicas principales, según "La Regionalización de la Sismotectónica de México" de *Zúñiga and Guzmán (1994)*, se muestran en la Figura 1. Para esta zonificación se tienen las siguientes consideraciones: La localización hipocentral de eventos de características similares, las características tectónicas de la zona, los mecanismos focales y/o patrones de fallamiento, las características principales de la liberación de energía de los sismos dentro de cada región, la historia sísmica de cada región, adicionalmente reducir a un mínimo el número de regiones primarias, de las cuales se pudiera partir para posibles subdivisiones futuras más refinadas y, los eventos históricos se consideraron para delimitar las regiones. El Municipio en estudio, se encuentra dentro de las zonas sismogénicas definidas en la Figura 1, incluye una zona transtensional entre la convergencia de las placas de Rivera y Norteamérica y la convergencia de las placas de Cocos y Norteamérica.

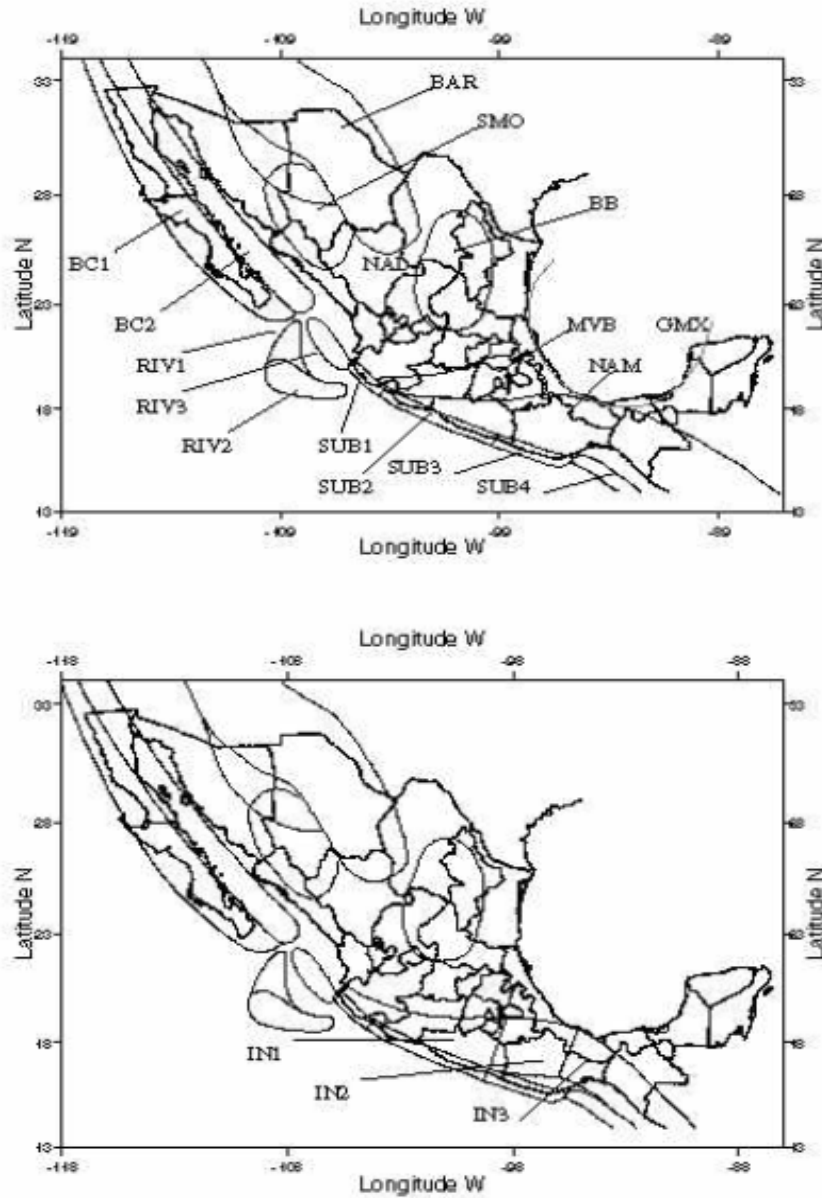


Figura 1. Zonificación sísmica de México (Zuñiga y Guzmán, 1994).

En la Figura 2 se muestran los epicentros de os terremotos ocurridos durante los años 1900 al 1996, en México con una magnitud mayor a 6.5 en la escala de Richter.

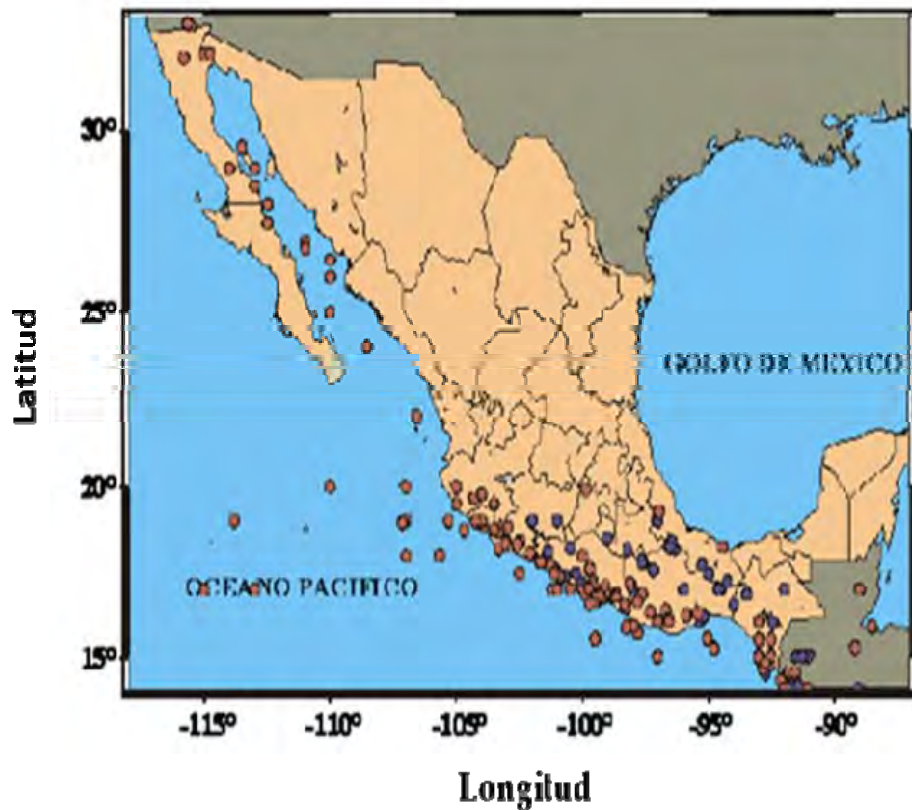


Figura 2. Epicentros de los terremotos ocurridos durante los años 1900 hasta 1996 en México con magnitud $M_w > 6.5$. Los epicentros color rojo son sismos con profundidad menor de 50 km, los de color azul oscuro han ocurrido a una profundidad mayor de 50 km. (Servicio Sismológico Nacional, 2010).

Regionalización Sísmica de México

En el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Capítulo Diseño por Sismo, se encuentra publicado el mapa de Regionalización Sísmica de México Figura 3.

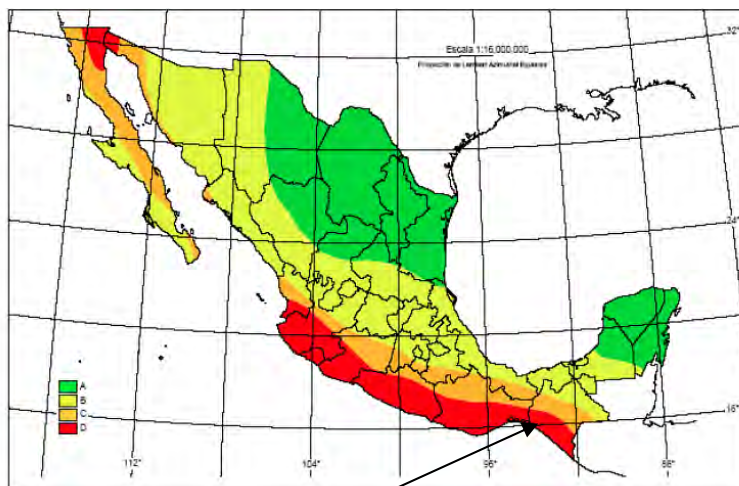


Figura 3. Regionalización Sísmica de México

Este mapa permite conocer, en términos generales, el nivel de peligro sísmico que tiene un área determinada. Para ello, el territorio nacional se encuentra clasificado en cuatro regiones, de la A a la D, las cuales representan un nivel creciente de peligro.

Los niveles de Peligro Sísmico de Acuerdo a la Regionalización es la siguiente; la zona A corresponde a la zona de menor peligro, B a medio-bajo, C medio-alto y la D a la de mayor peligro.

De acuerdo a esta clasificación el Municipio en estudio se encuentra en una zona de muy alta peligrosidad sísmica Figura 3. <http://www.cenapred.unam.mx>, con aceleraciones mayores al 40 %g.

3.1.2. Tsunamis.

Tsunami es palabra japonesa y significa 'ola de puerto'. El nombre se impuso a nivel internacional para denominar ondas oceánicas largas (conocidos también como maremotos) generadas por movimientos verticales del fondo de mar, deslizamientos en el talud continental, erupciones volcánicas submarinas, explosiones submarinas, caída de meteoros, o cualquier fuerza capaz de amontonar el agua de un océano.

Los terremotos tectónicos submarinos causan el 96 % de los tsunamis, pero solo un 10 % de los terremotos submarinos causan tsunamis. Erupciones volcánicas submarinas producen un 3 % de los tsunamis, deslizamientos en el talud continental un 0.8 %.

Frente de la costa sur-oeste de México, entre el Golfo de Tehuantepec y Jalisco, el fondo oceánico se empuja abajo del continente. El rozamiento entre las dos masas causa un movimiento a sacudidas, cada vez que se suelta la energía,

causa un terremoto, pero sólo aquellos eventos están acompañados por un tsunami que generan un movimiento vertical del fondo de mar introduciendo una gran cantidad de energía en la columna de agua por encima Figura 4.

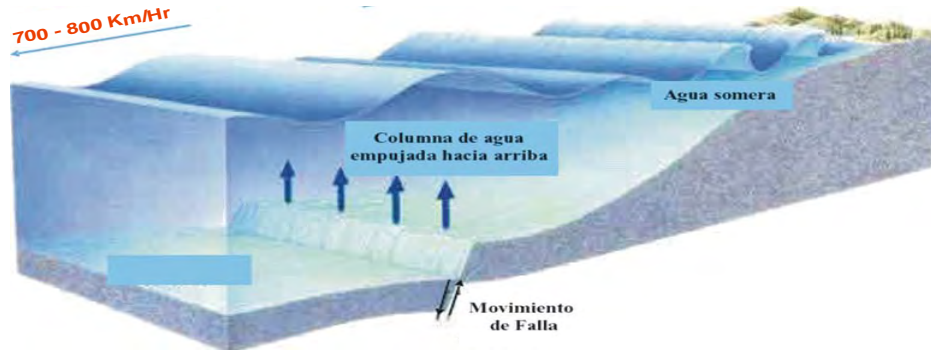


Figura 4. Esquema de generación y propagación de un tsunami.

La forma y cantidad de energía de un tsunami que acompaña un terremoto depende de la magnitud del desplazamiento vertical del fondo de mar, la profundidad del océano por encima, la extensión del área afectada, y la velocidad de ruptura de la falla.

La velocidad de fase (de propagación) de un tsunami depende esencialmente de la profundidad de agua pero si se acerca a una costa se disminuye su velocidad en función de la profundidad y se concentra su energía, causando que la onda de tsunami se acorta y empina a 5.14 m y el nivel del mar crece en la costa, como se observa en la Figura 4.

Pues la cresta de una onda propaga más rápido que su valle. Eso no produce efecto algún mientras un tsunami propaga en el agua profunda de un océano, pero sobre la plataforma continental y en la zona costera un tsunami se puede acortar y empinar tanto que la cresta rebasa al valle, es decir rompe y forma un frente quebrado, que llegando a la costa puede causar mucho daño.

La zona de subducción de la Placa de Cocos, adyacente a la costa occidental de México es una de las zonas sísmicas más activas en el Hemisferio Occidental. En esta zona han ocurrido aproximadamente 40 sismos de magnitud mayor que siete en el presente siglo.

En comparación, en la zona correspondiente a la falla de San Andrés en California han ocurrido cinco sismos con magnitud mayor de siete grados (Singh et.al., 1981 y 1984).

Del total de sismos mexicanos producidos en la zona de Subducción de la Fosa Mesoamericana en los últimos tres siglos, al menos 14 eventos generaron tsunamis destructivos con alturas de 2 a 11 metros. La costa Este de México ha

recibido también tsunamis de origen distante no-destructivos, generados por sismos producidos alrededor del océano Pacífico. En la costa mexicana del Pacífico se puede diferenciar claramente dos zonas de riesgo.

Vulnerabilidad de las Costas de México a los Tsunamis

Para que un sismo genere un tsunami es necesario que ocurra en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas; es decir: que la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre con movimiento lateral.

En la costa del Pacífico de México, esta condición permite diferenciar 2 zonas Figura 5.



Figura 5. Escenario sismo-tectónico de la costa del Pacífico potencial de México y su potencial para generación y recepción de tsunamis. (CENAPRED,2001).

Al norte de la Placa de Rivera, donde la Placa del Pacífico se desliza hacia el Norte con respecto a la Placa de Norteamérica, a lo largo de la falla de desgarre del Golfo de California.

En el sur, la Placa de Rivera gira y la de Cocos se hunde bajo la Placa de Norteamérica a lo largo de la Fosa Mesoamericana; constituye una frontera de colisión con hundimiento, generadora de tsunamis locales, algunos de los cuales han demostrado destructividad en las costas de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, con alturas de olas máximas esperables de 10 metros.

Esta zona también es receptora de tsunamis lejanos y regionales, con alturas esperables menores.

A la segunda zona, en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano de México se le considera área prioritaria para descentralización y desarrollo. Del país es la expuesta a mayor riesgo de tsunamis destructivos; por ser asiento de comunidades costeras densamente pobladas, importantes instalaciones portuarias, industriales y de almacenamiento de combustibles, también es la más vulnerable. Comprende los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Salina Cruz, y un corredor turístico de aproximadamente 1,000 kilómetros de longitud, que incluye Puerto Vallarta, Manzanillo, Cuyutlán, Ixtapa-Zihuatanejo, Acapulco, Puerto Escondido, Puerto Ángel y Bahías de Huatulco Figura 6.

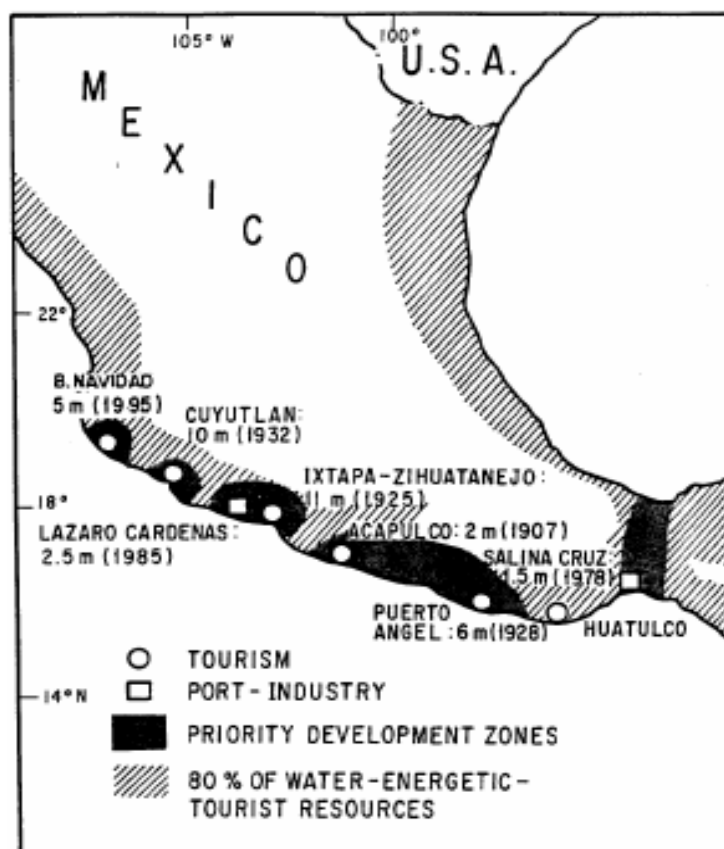


Figura 6. Puertos industriales y turísticos en la zona costera de desarrollo prioritario según el Plan Nacional de Urbano, con alturas máximas de ola y fechas ocurrencia de tsunamis locales (CENAPRED, 2001).

3.1.3. Movimientos de masa.

Son movimientos asociados a la inestabilidad de laderas, estos van desde la caída de rocas hasta la reptación del suelo. Según el Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca (Gobierno del Estado de Oaxaca et al., 2003), los movimientos de masa pueden ser desprendimientos que consiste en el descenso veloz de las rocas o suelo; flujos, que se producen en ambientes húmedos, el agua se comporta como el medio de transporte del suelo, y deslizamiento, que es un movimiento de rocas, suelos o material, éstos son desplazados hacia abajo por una pendiente, incluyen la caída de rocas, deslizamientos y soliflucción (sedimentos finos), además de la reptación y los canales de flujo. Son consecuencia de la ruptura, normalmente, en pequeños bloques, suceden en las laderas de fuerte inclinación.

Tras la ruptura se forman grietas o zonas de debilidad de la roca. Normalmente sucede en la época de lluvias, cuando se saturan las arcillas localizadas en las fracturas.

Estos pueden ocasionar un verdadero desastre en caso de que las condiciones físicas y socioeconómicas estén vulnerables. La deforestación es una causa importante en el incremento de la inestabilidad de terrenos y por lo tanto de los riesgos de padecer desprendimientos. También pueden presentarse del tipo reptación que es el movimiento lento e imperceptible de una película de suelo con sentido a la pendiente.

La erosión es un proceso natural que afecta desgastando y destruyendo continuamente los suelos y las rocas de la capa externa de la corteza terrestre. Este proceso es de naturaleza física (choques y arrastres) y química (disolución). Los factores que participan en este proceso son el clima, la lluvia, el viento, la vegetación, la presencia de animales y las actividades humanas.

Acorde a los reportes del Servicio Meteorológico Nacional, la zona ha sido impactada por diferentes eventos naturales Figura 7.



Figura 7. Foto satelital de un huracán.

Al igual que una máquina de vapor, la cual posee aire caliente y húmedo, los rayos solares hacen su función, calentar las aguas oceánicas, entonces el aire húmedo se calienta, se expande y empieza a elevarse como los globos aerostáticos. Más aire húmedo sustituye al caliente y comienza el proceso que tiene por resultado una gran presión y la formación de ráfagas de viento a gran velocidad.

México se ha visto devastado a lo largo de su historia por estas formaciones, las cuales alcanzan diferentes categorías dependiendo de la fuerza de sus vientos que van desde 118 km (categoría 1) hasta los 250 km por hora (categoría 5).

Un huracán catastrófico para México fue el **Huracán Paulina** que se presentó por el Pacífico en octubre de 1997, dejando un saldo destructivo y mortífero en diferentes estados de México. Alcanzó la categoría 4 y tocó tierra en Puerto Escondido para después internarse y devastar el popular puerto de Acapulco. Más de 300,000 personas se quedaron sin casa, las pérdidas económicas fueron cerca de 7.5 billones de dólares de esa época, y las muertes se calculan entre 300 y 400 en México.

3.1.4. Inundaciones

El alto porcentaje de zonas bajas y planas que pueden ser modificadas por la tectónica activa de la región que también puede generar Tsunamis, combinado con los cambios climáticos globales que puede generar aumento en los niveles del mar, la cercanía a la costa y la histórica presencia de depresiones tropicales, genera las condiciones propicias para que la parte baja del municipio, sobre todo aquellas localidades e infraestructuras como las carreteras, ubicadas debajo de los 10 msnm, sufran una afectación.

El análisis de las imágenes de satélite de la zona permite observar que los principales ríos del municipio han tenido variaciones en sus cauces, seguramente después de movimientos de masa registrados en la parte alta de la cuenca (deslizamientos, erosión hundimientos o activación de fallas). Un terreno inundable es aquel que queda frecuentemente saturado de agua durante más de 30 minutos continuos.

Sus causas se relacionan principalmente a los asentamientos humanos en zonas aledañas a ríos, arroyos, lagos, presas o mareas. Estas obras son construidas en momentos donde los cuerpos de agua no se encuentran en su máxima capacidad o en sitios donde se desconoce el régimen climático. Así, cuando sucede una tormenta “extraordinaria” o un tsunami, aumenta el nivel del agua ocasionando pérdidas humanas y de infraestructura.

La obra humana que modifica la dinámica e infiltración del agua, por ejemplo la construcción de canales, de presas, de carreteras y de obras de drenaje aguas arriba también pueden aumentar los riesgos.

En el estado de Oaxaca prácticamente cada año hay inundaciones por desbordamiento de ríos y lluvias locales intensas.

En seguida se muestra el mapa con los puntos de inundación principales del estado de Oaxaca, cabe mencionar que el municipio en estudio, en esta imagen presenta sus áreas de inundación en zonas relativamente altas pero relacionadas a ríos, pero debería de considerarse que toda la zona costera se encuentra sobre el nivel del mar, por lo que es inundable Figura 8.

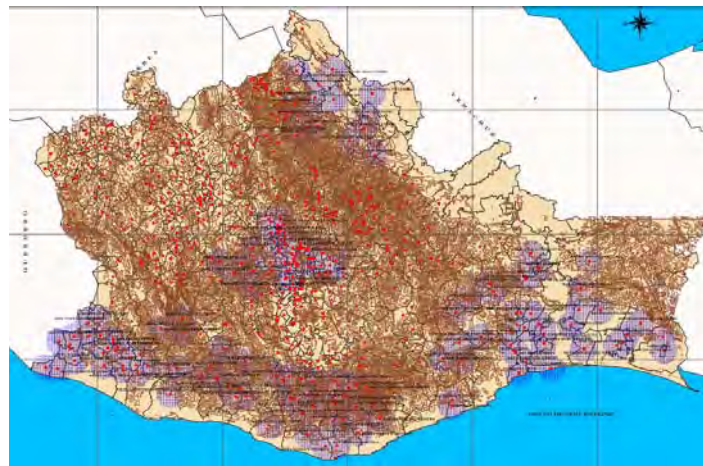


Figura 8. Puntos de inundación principales del estado de Oaxaca (Gobierno del Estado de Oaxaca et al., 2003)

3.1.5. Incendios

Las principales causas antrópicas de incendios forestales en el estado de Oaxaca según el Gobierno del estado *et al.*, (2003) son quema de pastos, quema para cultivos, quema en áreas forestales, aprovechamiento forestal, hogueras de excursionistas, fumadores, cazadores, incendiarios (pirómanos), problemas de límites y rencillas entre pobladores.

En la Figura 9 se presenta en rojo a los municipios de Oaxaca con mayor riesgo de incendios, en él se puede apreciar que el municipio en estudio está inserto en las regiones más vulnerables a los incendios corresponden al Istmo, Sierra Norte, Sierra Sur, Mixteca y la Costa.

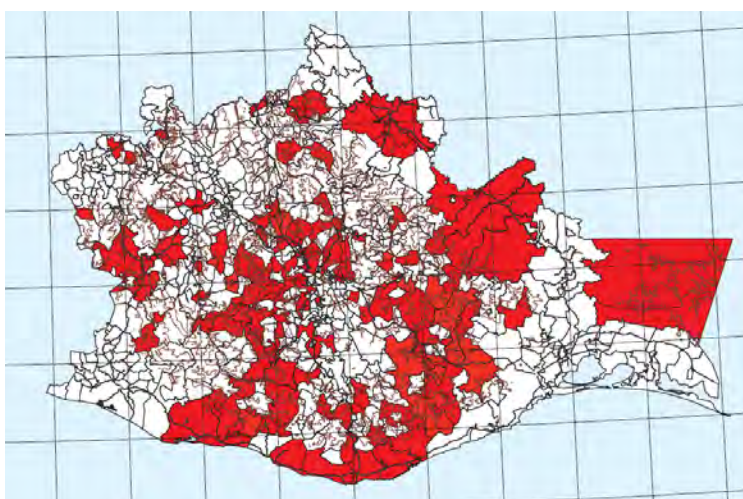


Figura 9. Municipios de Oaxaca con mayor riesgo de incendios.

Fuente: Atlas Estatal de Riesgo.

3.1.6. Síntesis de vulnerabilidad ambiental.

En función de las características ambientales que se discutieron anteriormente tales como: morfológicas (terrestres y marinas), dinámica geológica, climatológica, economía, infraestructura y unidades de respuesta a emergencias del municipio, es posible definir la vulnerabilidad existente ante fenómenos tales como sismos, huracanes, tsunamis e inundaciones, de la siguiente manera:

- a) De alta a media para la **infraestructura**, debido a que la mayor parte de los asentamientos e infraestructura se ha desarrollado sobre la parte plana baja del municipio que coincide con la zona factible de ser inundable, debido a que una amplia zona se encuentra por debajo de la cota de los 10 msnm, en consecuencia la factibilidad de afectación ante eventos como depresiones tropicales, tsunamis o cambios climáticos. Es necesario hacer una mención especial en que la parte occidental del municipio porque se

detecta que en ella el río ha variado su curso hasta en 5 km. Esta zona es más factible de ser afectada ante eventos sísmicos por encontrarse en una litología consistente de sedimentos no consolidados.

- b) De media a baja para el **ambiente**, dado que la mitad del municipio es mas susceptible a sufrir daños en los servicios ambientales que los habitantes requieren.
- c) De alta a media para la **población**, en virtud de la mayoría de esta se ubica en la parte baja plana del municipio, la cual es factible de ser afectada en un alto porcentaje ante los fenómenos señalados, sobre todo la porción accidente del territorio municipal, donde se ubica el río Atoyac que descarga el agua captada en la cuenca Río Atoyac - Paso de la Reyna que es la de mayores dimensiones en la región.

3.2. Vulnerabilidad Social y Poblacional

La vulnerabilidad social se compone utilizando entre otras las características sociales tales como género, interculturalidad. La vulnerabilidad poblacional se compone utilizando indicadores poblacionales relacionados a las personas tales como edad, raza, salud, ingresos económicos, tipo de vivienda, empleo. De aquí se ha definido como el producto de las desigualdades sociales, o bien, los factores sociales que influyen o dan forma a la susceptibilidad de los diferentes grupos al daño, y que además rigen su habilidad a responder, su capacidad de resiliencia.

Vulnerabilidad social también incluye la inequidades de lugar, o bien, aquellas características de las comunidades y el ambiente construido, tal como el nivel de urbanización, tasa de crecimiento, y potencial económico, que contribuye a la vulnerabilidad de los lugares.

Los datos de aspectos sociales, poblacionales, y de vivienda, obtenidos en forma documental y participativa que se presentan en este apartado, se combinan con los datos de las amenazas naturales, con lo que se arroja un resultado de la situación de vulnerabilidad social para la región. Los grupos sociales como los menores y los ancianos se ven en más alta vulnerabilidad que los otros grupos de edad.

Las condiciones de género, interculturalidad, niveles de educación, vivienda, y la condición de solvencia económica posiciona a los grupos sociales en diferentes niveles de vulnerabilidad o fortaleza para la preparación, actuación en casos de contingencia y remediación de situaciones de desastre que los posiciona de nuevo a volver rápido a su estado anterior, o resolver mejor. Los datos sociodemográficos reportados en caracterización se aplican para este análisis y diagnóstico. Este resumen ejecutivo de vulnerabilidad poblacional y social contiene información que encuentra en forma más amplia en el Anexo 3.

En este Ordenamiento Ecológico el enfoque es en los desastres de tipo natural que afectan la zona de estudio, por lo que aquí se incluyen básicamente sismos, huracanes e inundaciones. Ante estos eventos se trata de identificar la vulnerabilidad de la comunidad considerando el riesgo, la capacidad de preparación, actuación ante las contingencias, y su capacidad de resiliencia. Para obtener la información específica para este Ordenamiento y lograr la participación de la comunidad se desarrolló un cuestionario para recabar información por parte de los representantes de los sectores en el Comité Técnico del municipio (Anexo 4).

También se presentó el cuestionario por parte de los consultores a los miembros del Comité Técnico y representantes de los sectores durante la sesión del Comité de Julio 2010 solicitando su información. Además se realizó una entrevista de

profundidad con los miembros del Comité, representantes de sectores ganadero y agrícola, utilizando el cuestionario como guía de la entrevista.

Entre la literatura disponible se identifica que en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de Reducción de Riesgos de Desastres se ha trabajado en la zona sur y sureste de México, incluyendo el estado de Oaxaca, en coordinación con el Sistema Nacional de Protección Civil desde el 2003.

En este programa se busca un mejor manejo de sus riesgos de desastre a través de la prevención, preparación, respuesta y recuperación ante desastres, con los enfoques transversales de equidad de género e interculturalidad. Se propone que las comunidades asuman su responsabilidad en la reducción de su propia vulnerabilidad como comunidad y como país.

3.2.1. Índice de Género

De la población total de 40,767 habitantes, 19,617 son hombres y 21,150 son mujeres, con una relación de 92.8 hombres por cada cien mujeres. El Foro Económico Mundial ubica al país en el lugar 98, de 134, en oportunidades para la mujer. De acuerdo a los indicadores de género del INEGI, Oaxaca presenta un índice de desigualdad de 73.05 (alta) y un estrato de bienestar 1, cifras que lo colocan muy abajo en la pirámide nacional. Por su parte el PNUD indica que el desarrollo de género –IDG- se ubicaba en 2005 en 0.7377. De acuerdo a esta fuente, en Tututepec el IDG en el 2000 fue de 0.6457, descendiendo en 2005 a 0.7173, ocupando el lugar 247 en la entidad.

3.2.2. Interculturalidad.

Para manejar el tema de la interculturalidad, considerando los diferentes grupos de etnias en la región se tiene que Oaxaca ocupa en el 2005 el primer lugar de los estados de la República con el 35.2 por ciento de la población de 5 y más años que habla lengua indígena. En el 2005 la población de Tututepec de 5 y más años en total son 36 478 habitantes. De este grupo, el 5.9 por ciento, con 1,976 personas hablan alguna lengua indígena (PHI) y también hablan español; de quienes 961 son hombres y 1,015 mujeres. También se identificaron 20 personas que sí habla alguna lengua indígena y no hablan el español, de las que 9 son hombres y 11 mujeres.

En Oaxaca se registra el 44.3 por ciento de la población que vive en hogares que se considera indígenas donde el jefe(a) y/o el cónyuge hablan alguna lengua indígena que es un sistema de comunicación verbal utilizado por grupos humanos en México desde la época prehispánica.

Para el estado. En términos generales la población indígena presenta un índice de Desarrollo Humano más bajo (IDHPI: 0.6932 CDI) que el índice municipal (IDH

Municipal: 0.7354 PNUD. La asistencia a la escuela entre la población y la población indígena es un ejemplo de las desigualdades existentes.

3.2.3. Índice de Desarrollo Humano (IDH)

En la fase de caracterización de este Ordenamiento se reporta que el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una medida que sintetiza los logros en desarrollo humano medido a través de tres aspectos básicos: 1. • Una vida larga y saludable, medida por la esperanza de vida al nacer. 2• Conocimientos, medidos por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta de matriculación combinada en educación primaria, secundaria y terciaria. y 3• Un nivel de vida decoroso, medido por el PIB *per cápita* (en dólares PPC). Para Oaxaca, como entidad federativa para el 2004, se encuentra en lugar número 31 con un índice de 0.7336, cuando la media nacional es de 0.8031, y el nivel más alto de IDH en el país es para el Distrito Federal con 0.8837

3.2.4. Marginación

Los datos de marginación que contribuyen a definir los índices de vulnerabilidad social en Tututepec incluye los índices de rezago social de la Comisión Nacional de Evaluación (CONEVAL) de 2005, construidos con los datos del II Censo de Población de Vivienda del INEGI 2005, así como los índices de marginación del CONAPO.

Dentro de los parámetros estatales, este municipio presenta un rezago social y nivel de marginación por debajo del promedio estatal, pero aún así hay carencias significativas. Los indicadores de rezago social se refieren al número de población según condición de población, escolaridad, acceso a servicios de salud, condiciones de la vivienda y al empleo de lavadoras y refrigeradores.

El índice de marginación considera porcentajes de población analfabeta, sin primaria completa, ocupantes de vivienda sin drenaje, energía eléctrica y agua entubada, nivel de hacinamiento, piso de tierra, localidades con menos de 5 mil habitantes e ingresos.

El grado de marginación para Villa de Tututepec se reporta como “alta” de acuerdo con la CONAPO, 2010 por lo que se ubica en el lugar 280 y el 637 en la República Mexicana. El 94.9 por ciento de la población tiene un grado de marginación “Alto” y se encuentra ubicada en 59 localidades del municipio de Tututepec, Cuadro 4.

Entre los indicadores que miden la marginación, tenemos para Tututepec los siguientes:

- % Población sin primaria completa de 15 años o más: 46.61%
- % Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario: 13.14%

- % Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica: 3.88%
- % Ocupantes en viviendas sin agua entubada: 42.72%
- % Viviendas con algún nivel de hacinamiento: 39.81%
- % Ocupantes en viviendas con piso de tierra: 39.51
- % Población en localidades con menos de 5 000 habitantes: 69.84%

Cuadro 4. Concentrado de Grado de Marginación por localidades y población. Tututepec

| Localidades | Grado de Marginación | Población | % Población |
|-------------|----------------------|-----------|-------------|
| 19 | Muy Alto | 1445 | 3,57 |
| 59 | Alto | 38411 | 94,89 |
| 2 | Medio | 622 | 1,54 |
| 80 | Totales | 40478 | 100,00 |

Fuente: CONAPO 2005.

Los indicadores de rezago social se refieren al número de población según condición de población, escolaridad, acceso a servicios de salud, condiciones de la vivienda y al empleo de lavadoras y refrigeradores. Prácticamente la mitad de la población (51.78%) presenta un grado de rezago social “Bajo”, y poco menos de la otra mitad de la población (45.73%) presenta un grado de rezago social “Medio”. De esto se determina que el rango de vulnerabilidad social es de 4 = “Bajo” a 3 “Medio”, Cuadro 5.

Cuadro 5. Rangos de Rezago Social 2005. Tututepec

| Grado de rezago social | Localidades | Población | % Población total | Rango Vulnerabilidad Social |
|------------------------|-------------|-----------|-------------------|-----------------------------|
| Bajo | 8 | 20961 | 51,78 | 4 bajo |
| Medio | 59 | 18509 | 45,73 | 3 medio |
| Alto | 11 | 932 | 2,30 | 2 alto |
| Muy Alto | 3 | 76 | 0,19 | 1 muy alto |
| Totales | 81 | 40478 | 100,00 | |

Fuente: CONEVAL 2005.

3.2.5. Conflictos Agrarios

El proceso de Reconocimiento y Titulación de Bienes Comunales se tipifica en San Pedro Tututepec, se llevó 47 años entre la solicitud y la ejecución de la sentencia. Se trató de un proceso altamente conflictivo, ya que en primer lugar, los comuneros de San Pedro se vieron afectados en sus intereses con la declaratoria de terrenos nacionales emitida en 1961 del predio Ex hacienda Charco *Redondo* (7 mil 400 hectáreas) y de la *Asociación Ganadera de Tututepec* (9 mil 963 hectáreas) a partir de lo cual se crearon los Nuevos Centros de Población Agrícola y Ejidal Alfredo Zárate Albarrán (3 mil 050 hectáreas dotadas en 1964).

Con el proceso de titulación de terrenos comunales se intentó reforzar a las propias comunidades indígenas, sin embargo, esto no se logró del todo, pues en algunos casos los conflictos por límites territoriales enfrentaron pueblos contra pueblos, e incluso en ocasiones se presentaron enfrentamientos armados o muertes entre las comunidades. Los conflictos internos que ha presentado Tututepec son los siguientes: San Pedro Tututepec vs Santa Cruz; Santa María Acatepec vs Santa Cruz Tututepec; Ejido Zarate Albaran vs San Pedro Tututepec. A nivel externo: Pequeña propiedad de Manialtepec vs Cuixtla y San José Maninaltepec; y San Pedro Tututepec, vs Santa Cruz Tataltepec (Ver anexo).

3.2.6. Problemática socioterritorial

La relación del municipio con los sectores agrarios es poca, sobre todo con las otras comunidades. Una causa atribuible de acuerdo los representantes es que son sectores autónomos y ellos se organizan internamente.

En el caso del ejido Benito Juárez, por ejemplo, aunque legalmente exista un conflicto, lo que ha impedido una fricción fuerte, es la relación de parentesco entre la población del ejido y de bienes comunales. En palabras de los tututepecanos:

“No hay confrontaciones como en otros lados, por fortuna no ha sido así, aunque legalmente existen, están adormecidos. Sí existen, pero ahora sí que mejor no despertar al león.”

La relación del municipio de Villa de Tututepec y los núcleos agrarios no es fácil. La relación más estrecha es con el Comisariado de bienes comunales de San Pedro Tututepec, con las otras comunidades casi no hay relación. De manera administrativa, hay comunicación, pero con las autoridades de bienes comunales, no hay una relación. Se pelean algunas fracciones de terrenos entre los diferentes comunidades. Cada pueblo al ser núcleos agrarios y contar con su territorio, el municipio no sabe qué problema tiene cada pueblo. Por ejemplo, en Río Grande,

hay una sentencia. Sin embargo los campesinos tienen 62 años de lucha y hasta la fecha no se han podido resolver los problemas.

La cuestión agraria, es un tema sensible y controvertido. Los conflictos agrarios que mantienen los bienes comunales, puede impedir que el ordenamiento municipal no tenga una funcionalidad. Si no hay acuerdos con los dueños de la tierra, con los núcleos agrarios, un ordenamiento ecológico puede ser puro papel. En términos Agrarios se establece la trascendencia del papel que juega el reconocimiento a la tenencia de la tierra, tanto para el desarrollo de la región como para las acciones institucionales. La ejecución y reconocimiento de la tenencia de la tierra por parte de bienes comunales dibuja un escenario distinto para la población del Parque.

En el municipio de Villa de Tututepec en especial, la producción va relacionado con los conflictos de los límites. En realidad quien invierte, no son los dueños de la tierra, sino arrendatarios. Se da una relación entre la producción y las relaciones de posesión del territorio. Con el cultivo de la papaya rentan, sacan su planta, y se le puede rentar el predio a otro. Ocasionalmente el que tiene ganado renta sus parcela para pastura.

La compleja situación social y agraria que priva en sus terrenos es un obstáculo para poder cristalizar proyectos de ecoturismo o eco aventura en el Parque Lagunas de Chacahua, en el corto plazo, pese al apoyo económico para estudios y diagnósticos de la CONANP y la CONAFOR.

Es conveniente diferenciar entre los conflictos por límites territoriales y los conflictos internos, además distinguir el nivel de confrontación, si es que la hay. La propuesta del municipio es integrar los sectores agrarios, para que tengan una participación directa y que conozcan el ordenamiento municipal.

3.2.7. Percepción social de los desastres naturales.

En el estudio de vulnerabilidad social en la parte de participación a través de reporte de percepciones con respecto a la situación local frente a los desastres. El cuestionario desarrollado se presenta un ejemplo en el Anexo 4, con un concentrado de las respuestas emitidas por las representantes de dos sectores obtenidas vía el Secretario del Comité. De estas respuestas y las entrevistas se observa que los sectores reaccionan ante los desastres de acuerdo a su punto donde se posicionan para su actividad económica. A continuación se describen temáticamente y geográficamente los conceptos analizados vía este cuestionario.

Cultura de la prevención.

Se observa también que en cuanto a infraestructura instalada para enfrentar situaciones de contingencia o recuperación sí se cuenta con ella, pero muy poca, lo cual refleja que requiere reforzamiento en el sentido de promoción de la cultura de la prevención.

Actitud ante la vulnerabilidad.

En cuanto a la estructura social organizacional se reporta que sí se sienten ser una comunidad con fortaleza en ese sentido de organización, para enfrentar situaciones de contingencia. Con relación a su posicionamiento como actores responsables de estar preparados y tener respuesta efectiva ante eventos naturales, la percepción que se tiene sobre la razón de que sucedan los desastres naturales, las personas comentan que es “*el padre [en el templo] dice que es un castigo de Dios por lo mal que hemos tratado a la naturaleza*”, a lo cual los entrevistados comentan que “sí,” tienen su parte de responsabilidad, por lo cual se posicionan, aunque no abiertamente, como habilitados para generar acciones que reviertan el proceso en la recuperación del medio biótico, y en su capacidad para prepararse tanto en el tema de huracanes, como en el tema de los sismos con relación a la construcción de vivienda.

Tormentas eléctricas.

Se reporta que los rayos, descargas eléctricas causa muertes con cierta frecuencia, en este mes de julio 2010 acaban de tener un deceso, y en el año anterior consideraban los entrevistados que en total habrían sido como diez muertes. Aunque al observar en el Atlas de Riesgos de Oaxaca, el mapa de los municipios en riesgo por tormentas eléctricas, la Región Costa se considera como “sin tormentas.”

Sismos y vulcanismo.

Se reporta la presencia de una grieta que dañó la carretera durante un sismo, aunque no se precisó la temporalidad. También reportan que a principios del siglo XX un volcán que emitió cenizas en Guatemala, llegaron las cenizas hasta la región. Este evento lo relataban los padres de los entrevistados, por lo que se considera que fue un evento importante, pero no se ha repetido. En cuanto a los efectos de los sismos mencionan que “Se perdieron muchas viviendas en las regiones de Tututepec, La Luz, y Río Grande”

Huracanes.

El huracán *Paulina* es en general el desastre más importante que les ha sucedido en la región y en particular en Tututepec, ya que lo reportan con emotividad. Considerando que este huracán sucedió hace 17 años, los reportes en las

entrevistas representan una evidencia de que no se han recuperado desde entonces tanto en lo ambiental, como en lo económico, ni en lo psicológico. En general, se reporta que no contaba con suficientes medidas preventivas. La entrevista que se realizó fue una diada, dos hombres representantes del grupo de agricultores y ganaderos. En la entrevista reportan que el huracán *Paulina*, con mucho, es el desastre que más daño ha causado, en términos económicos.

Deslizamientos

Es recurrente la mención con respecto a los deslizamientos en la región, tanto en el cuestionario como en las entrevistas. Mencionan que “se sepultaron muchas casas” por deslizamientos con lo que califican el tema de los deslizamientos como “Muy Crítico” en las localidades Santa María Acatepec, Ciruelo, Tututepec.

Tsunamis

Se considera un fenómeno que ha causado eventos de nivel “Crítico” ya que se perdieron viviendas y ganado en la región de Azufre, Puerto Suelo y Roca Blanca.

3.2.8. Síntesis de la vulnerabilidad social y poblacional.

En función de las características sociales que se discutieron anteriormente tales como condiciones de desarrollo humano, de género, interculturalidad, y marginación; así como las características poblacionales de vivienda, alfabetización, y grupos de edad, entre otras, es posible definir que la vulnerabilidad existente es en general “alta.”. Ante situaciones de contingencia ambiental tales como sismos, huracanes, tsunamis e inundaciones, se presenta niveles altos de desigualdades sociales, y geográficas que pone a los grupos sociales en diferente condición de estar preparados, para enfrentar, o recuperarse de un evento de desastre natural. Los indicadores que señalan el alto nivel de vulnerabilidad social, ante la alta exposición a posibles desastres naturales se mencionan a continuación:

- El grado de marginación es “alto” para el 94.9 por ciento de la población ubicado en 59 localidades del municipio de Tututepec.
- El PNUD indica que en Oaxaca el Índice de Desarrollo Relativo al Género – IDG -que mide el progreso medio ajustado para reflejar las desigualdades entre hombres y mujeres, en 2004 tiene un valor de 0.7236, con lo que ocupa el lugar 31 de los 32 estados de la República Mexicana considerado como un índice “muy bajo”. En Tututepec el IDG (Índice de Desarrollo de Género) en el 2000 fue de 0.6457.
- En términos generales la población indígena (en Oaxaca) presenta un índice de Desarrollo Humano más bajo (Índice de Población que habla alguna lengua indígena IDHPI: 0.6932 CDI) que el índice municipal (IDH)

Municipal: 0.7354 PNUD, lo cual presenta condiciones de desventaja por grupos de personas que hablan lenguas diferentes del español.

- Prácticamente la mitad de la población (51.78%) presenta un grado de rezago social “Bajo”, y poco menos de la otra mitad de la población (45.73%) presenta un grado de rezago social “Medio”. De esto se determina que el rango de vulnerabilidad social es de 4 = “Bajo” a 3 “Medio”. Este rezago presenta diferencias entre grupos por la combinación de niveles de alfabetización, vivienda, y nivel de ingresos, entre otros.
- En cuanto a la percepción del medio, las personas entrevistadas se consideran altamente vulnerables a los fenómenos de huracanes, sismos, e inundaciones en un nivel “Alto.” A Diferencia de la vulnerabilidad, se identifica como fortaleza el posicionamiento a sí mismos como actores en las causas y consecuencias de los efectos de los desastres naturales, pero en forma importante también se ven a sí mismos como con posibilidad de tener una mejor preparación ante estos fenómenos.
- En cuanto a conflictos agrarios se consideran una situación de “Alto” nivel del conflicto.
- El Atlas de riesgo identifica que los incendios son de “Alta” incidencia, lo cual coincide con lo reportado por los miembros de los sectores.

Considerando la sumatoria de los valores asignados a los grados de marginación, rezago social, y la variable localidad indígena, tenemos que en el municipio hay 25 localidades con rangos de vulnerabilidad social preocupantes, que se presentan en la Cuadro 13 del Anexo 1, de las cuales como críticas se consideran a: Río Tigre, Colonia Vicente Guerrero, La Barra de Manialtepec, Los Llanos del Espinal, Loma Bonita, Kilómetro 88, El Azufre, Barranca Honda

Su correlación con las áreas territoriales altas por su vulnerabilidad a los riesgos naturales y la presencia de conflictos socio-ambientales identificados permite definir a las áreas territoriales municipales más críticas, que deberán ser consideradas como prioritarias desde la perspectiva de la planeación y atención municipal, estatal y federal.

Finalmente, es de suma importancia consignar que existen factores de vulnerabilidad social no cuantificables, pero fundamentales cuya ausencia o no consideración en el proceso social del ordenamiento constituyen riesgos que deben analizarse y atenuarse mediante la conciliación y el diálogo. Entre los más importantes detectados en el municipio tenemos:

- A nivel municipal y agrario no se cuenta con una normatividad que regule el acceso, manejo y conservación de los recursos naturales, el uso y manejo

de productos agroquímicos y los detergentes, grasas y aceites, así como para la adecuada disposición de los desechos sólidos. En algunas comunidades agrarias se cuenta ya con medidas de protección y manejo sostenible de recursos derivadas de sus iniciativas para establecer áreas de conservación comunitaria o destinada al ecoturismo, que representan un avance significativo hacia el ordenamiento de sus territorios agrarios.

- Las diferencias y disputas agrarias intermunicipales presentes entre algunos de los núcleos agrarios de Tututepec entre sí y entre ellos y la instancia municipal. Como parte del proceso de implementación del ordenamiento es necesario conciliar esas discrepancias para poder armonizar las relaciones sociales ahora conflictivas y poder aplicar con mayor seguridad disposiciones normativas municipales que surgirán como un producto del proceso de ordenamiento con las agrarias de cada núcleo.
- Ausencia de mecanismos que permitan analizar y dirimir los conflictos intersectoriales identificados en este proceso, para poder garantizar la consecución de los objetivos del ordenamiento, respetando o afectando lo menos posible a los intereses sectoriales.
- Falta de Plan de Manejo del Parque Lagunas de Chacahua y conciliación de las disputas internas territoriales entre los distintos núcleos insertos en el perímetro del Parque

IV. ANALISIS DE APTITUD SECTORIAL

4.1. Delimitación de áreas de aptitud

Para este apartado se utilizó la identificación y descripción de los distintos sectores que inciden en el municipio y la información (atributos ambientales requeridos por cada sector) generada en los talleres de análisis sectorial realizados. Esta información se sistematizó y se obtuvieron mapas de aptitud sectorial con objeto de posteriormente delimitar las áreas de aptitud de los sectores involucrados en las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales en el municipio.

Elaborados los mapas sectoriales en reunión de expertos se realizó el análisis de aptitud para cada sector a fin de considerar en una primera aproximación la compatibilidad entre sectores de la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales y de los conflictos y sinergias entre sectores por el uso del territorio. Del análisis realizado se generaron inconsistencias las cuales se describen para cada mapa sectorial.

4.2. Mapas de Aptitud Sectorial

Los atributos ambientales identificados por sector en los talleres participativos para obtener los mapas de aptitud, se definieron a partir de los intereses de los sectores participantes con el fin de alcanzar los objetivos planteados para cada uno. Para este caso se obtuvo información que se sistematizó y se ve reflejada en los seis mapas temáticos siguientes: Turismo, Agricultura, Ganadería, Pesca, Conservación, y Forestal.

Estos mapas se presentan bajo un diseño de parámetros identificados con intensidad y definición de colores que van desde el blanco hasta el azul pasando por colores cálidos que cubren los puntos intermedios. Estos gradientes nos señalan el grado de aptitud territorial, para cada uno de los sectores.

Previo a la presentación del mapa de aptitud del sector se presentan en Cuadros los datos procesados de la información obtenida en los talleres, los cuales fueron utilizados para la elaboración de cada mapa.

La información obtenida en estos talleres fue procesada con una metodología de normalización estadística integrada, soportada a través del programa *Super Decisions*

Para la elaboración de este apartado se utilizó como información base el mapa de uso actual del suelo descrito en la etapa de caracterización, con objeto de identificar las actividades sectoriales que se realizan actualmente, así como

aquellas zonas que los propios sectores reconocen como poco aptas para su actividad, como insumo inicial para la elaboración de este diagnóstico

De la información generada para uso del suelo en el periodo 1970-2008 Cuadro 6 y 7, el municipio muestra una alta transformación, ya que se ha perdido una superficie equivalente al 30 % de terrenos de vocación forestal. Actualmente la cobertura arbolada es de solamente el 57 % de sus terrenos originales. Los terrenos identificados como arbustivos nos indican que potencialmente 11, 618 hectáreas están en un alto riesgo de transformación en áreas de cultivos o pastizales ya que estas reflejan parte de la dinámica que del área hacen las comunidades agrarias al mantener el proceso de roza tumba quema; principal causante de la deforestación en la región. Figura 9 A.

Cuadro 6. Superficies por cobertura arboladas en el municipio de Tututepec.

| COBERTURA | SUPERFCIE Ha | % |
|----------------|--------------|--------|
| Arbolado | 68,378.43 | 56.61 |
| No arbolado | 36,418.76 | 30.15 |
| Arbustivo | 11,861.82 | 9.82 |
| Cuerpo de agua | 4,126.90 | 3.42 |
| Total general | 120,785.90 | 100.00 |

Cuadro 7. Superficie total de cambio en la ocupación del suelo

| Tipo de vegetación y ocupación del suelo | SUPERFICIE (HA) | | | % | | |
|--|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-2000 | 2000-2008 | 1970-2008 | 1990-2000 | 2000-2008 | 1970-2008 |
| Bosques | -415.47 | 435.90 | 20.43 | -0.34 | 0.36 | 0.02 |
| Selvas | 1,870.26 | -2,154.79 | -284.53 | 1.55 | -1.78 | -0.24 |
| Otros tipos de vegetación | -1,751.43 | 3,141.38 | 1,389.95 | -1.45 | 2.60 | 1.15 |
| Pastizal | 2,585.62 | -7,129.71 | -4,544.09 | 2.14 | -5.90 | -3.76 |
| Agricultura | -4,273.90 | 4,435.41 | 161.50 | -3.54 | 3.67 | 0.13 |
| Otros Usos | 3,511.69 | 236.32 | 3,748.01 | 2.91 | 0.20 | 3.10 |
| Cuerpo de agua | 32.85 | -207.81 | -174.96 | 0.03 | -0.17 | -0.14 |
| Total general | -0.18 | -19.49 | -19.66 | 0.00 | -0.02 | -0.02 |

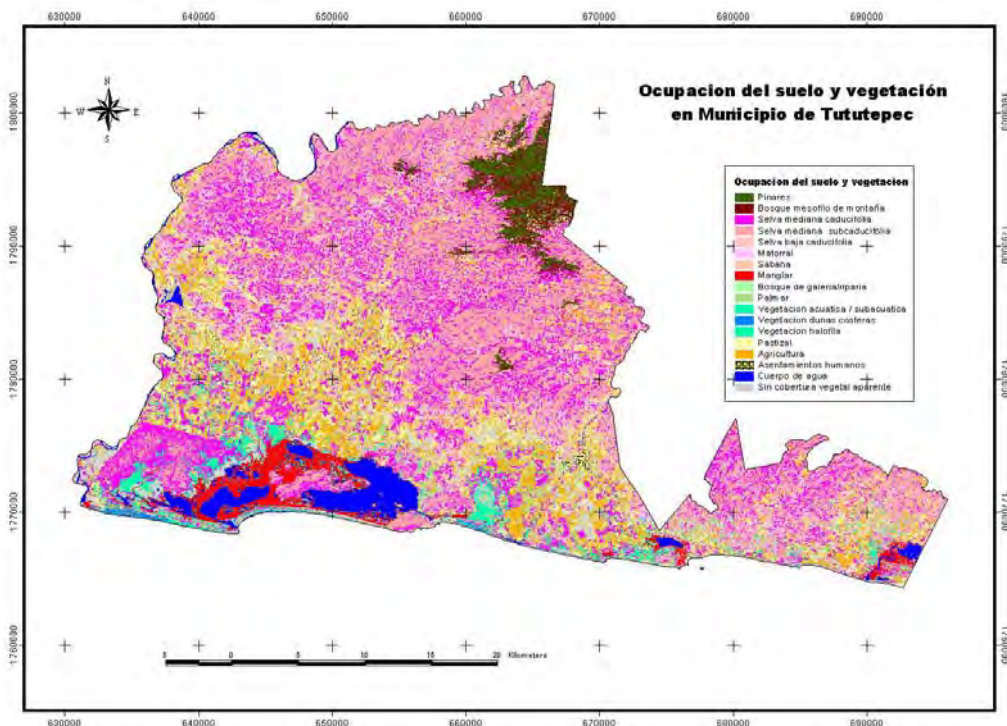


Figura 9 A. Superficies cambio de ocupación del suelo y vegetación.

Para desarrollar la continuidad del producto a obtener se integró un taller multidisciplinario de expertos y especialistas, con objeto de analizar si los mapas de aptitud elaborados reflejan las zonas consideradas aptas para desarrollar las actividades de los sectores involucrados.

Para ello previamente se revisaron la definición de los atributos ambientales, como su ponderación y posición en la estructura jerárquica para realizar un análisis de las posibles inconsistencias que pudieran presentarse para poner a consideración de los sectores los resultados del análisis colegiado en el taller de validación respectivo.

Las Cuadros que se generaron con la información de los talleres de aptitud, están constituidas por nueve columnas que se explican a continuación.

El "id" es un número progresivo que identifica cada una de los temas cartográficos necesarios para generar el mapa de aptitud del correspondiente Sector.

La "aproximación SIG" es la representación cartográfica de la mejor forma posible según lo describieron los expertos que a su vez es una interpretación de lo identificado en los talleres sectoriales.

El “tipo de variable” solo puede tener dos parámetros, que son, discreta (cuando representa una condición del terreno con geometría o distribución espacial específica) y continua clasificada (describe las variables que están presentes en todo o la mayoría del territorio, cambian gradualmente, y que entonces, tienen que ser clasificadas para ser representadas geográficamente).

Si la información solicitada por los expertos después de interpretar los resultados de los talleres esta disponible, aparece en la columna de “viable” con un “si”, de lo contrario aparece un “no”.

En “tema” hace referencia al conjunto de datos espaciales que tiene que ver con la aproximación.

“La columna de “peso” indica el valor (o intervalo, según el caso) relativo de los elementos geográficos contenidos en el correspondiente tema para diferenciar la importancia de estos elementos entre sí.

La columna de “normal” indica los valores normalizados de la columna “peso”, si el peso relativo tiene más de una importancia en la columna “normal” aparece un rango que se asigna en forma ponderada para cada valor distinto de “peso”. Estas proporciones fueron estimadas con el paquete estadístico para la toma de decisiones “*Super Decisions*.”

Las Cuadros de datos, mapa de aptitud y análisis de inconsistencia respectivo a cada sector se presenta a continuación:

4.2.1. Sector Turismo

La delimitación de la aptitud de aprovechamiento turístico, en las diferentes zonas del municipio no presenta inconsistencias, pues las propuestas del sector son compatibles con las condiciones ambientales en que se encuentran cada una de éstas, ver mapa de aptitud para el sector Turismo, Figura 10.

Podemos observar que el mayor peso que le proporcionó el sector se inclina a las playas Cuadro 8 (id 1), por ser esta zona el recipiente de actividades culturales y tradicionales relacionadas con la venta y oferta de servicios turísticos.

La importancia siguiente Cuadro 8 (id 3), recae en la biodiversidad del municipio, cuya condición le presenta a la sociedad una oportunidad de aprovechar ésta como un recurso turístico para implementar actividades de observación, museos naturales y jardines botánicos entre otras actividades.

Posteriormente están definidos los ríos y zonas altas y montañosas como una oportunidad para el desarrollo de ecoturismo y acciones educativas de conservación y protección Cuadro 8 (id 4 y 5).

Las propuestas de uso turístico, de los integrantes de los talleres son congruentes con la realidad territorial del municipio, estas actividades no presentan incompatibilidad con las acciones socioeconómicas restantes siempre y cuando exista desarrollo turístico sustentable, esto es que las acciones de éste, se encuentren reguladas vigiladas y protegidas normativamente, así como con dirección técnico-científica, considerando en primer término que la infraestructura de éste, no rebase en ningún momento la capacidad de recepción que tenga la zona seleccionada, en forma puntual y estratégica.

Cuadro 8. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas del sector Turismo.

| Sector | Atributo | | Id | Aproximación para SIG | Tipo de variable | Viable | Tema | Peso | Normal |
|---------|-------------------|---|----|---|-----------------------|--------|---------------------|--------|-----------------|
| | Según taller | Según expertos | | | | | | | |
| Turismo | Playas | playas (Geomorfología) | 1 | playas y barras | discreta | si | geomorfología | 1-2 | 0.12920-0.25841 |
| | Zonas conservadas | coberturas forestales no fragmentadas | 2 | fragmentación de moderada a baja | discreta | si | unidades de paisaje | 1 | 0.16163 |
| | Biodiversidad | riquezas y endemismos de flora y fauna por tipo de vegetación | 3 | especies de 0 a 223 | continua, clasificada | si | unidades de paisaje | 17-245 | 0.01358-0.19575 |
| | | corrientes perennes, calidad de agua | 4 | buffer 200m de ríos | discreta | si | agua superficial | 1-6 | 0.01880-0.11279 |
| | Lagunas | cuerpos de agua | 5 | cuerpos de agua | discreta | si | agua superficial | 1-2 | 0.09266-0.18532 |
| | Montaña | cobertura vegetal de selva (elevaciones) | 6 | Colina y montaña con fragmentación moderada | discreta | si | unidades de paisaje | 1-2 | 0.04305-0.08611 |

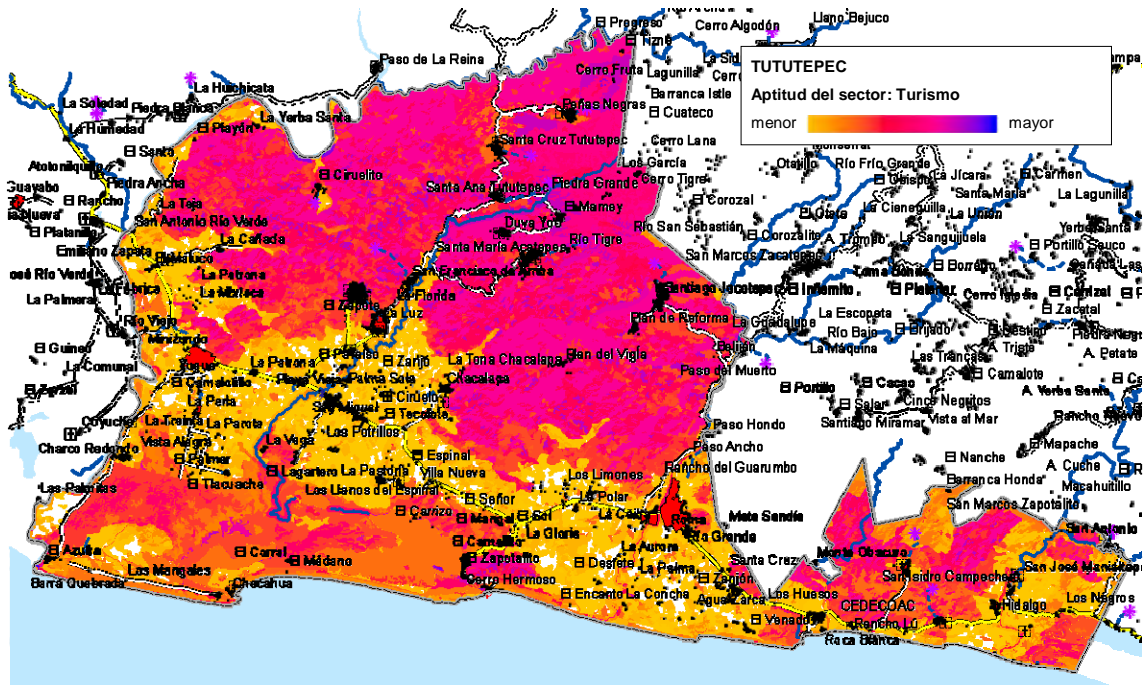


Figura 10. Aptitud del Sector Turismo.

4.2.2. Sector Agricultura

En lo que se refiere al sector agrícola presenta una inconsistencia en señalar la parte alta o montañosa, como área de uso agrícola y darle un peso alto Cuadro 9 en el municipio, como se presenta en el mapa de aptitud del sector agricultura, Figura 11.

Es importante el riesgo ambiental cuando se cambia el uso del suelo de las áreas boscosas al uso agrícola, sin embargo es posible tomar en cuenta que la intención de los talleres se pudo referir a cultivos agrícolas vinculada con bosque, tales como el café.

Con relación a los cuerpos de agua y a la precipitación pluvial, son atributos que tienen pesos específicos y altos por su aplicación en la productividad agrícola Cuadro 9 (id 4, 11 a 13).

Sin embargo es importante señalar que estos atributos, están íntimamente ligados con la fragmentación o no de las coberturas vegetales. Razón por la que la producción agrícola en lomeríos altos relacionados con el temporal, tienen una importancia baja para el sector Cuadro 9 (id 15), condición que obliga un manejo adecuado en estas zonas de aprovechamiento y restauración.

Con relación a la geomorfología, le otorgan un peso alto a las planicies y lomeríos suaves, aquí parece ser que no se tomaron en cuenta totalmente los rangos de

pendiente, que es un atributo decisivo en el éxito de la productividad agropecuaria, por ser este atributo la base de conservación de suelos.

Las pequeñas vegas son de alta calidad para la agricultura siempre y cuando se respete la vegetación de galería Cuadro 9 (id 15).

Cuadro 9. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas del sector Agricultura

| Sector | Atributo | | Id | Aproximación para SIG | Tipo de variable | Viable | Tema | Peso | Normal |
|-------------|-----------------|---|----|---|-----------------------|--------|----------------------|------|-----------------|
| | Según taller | Según expertos | | | | | | | |
| Agricultura | Agua | ríos y arroyos (buffer 200m y 100m), aguas subterráneas ? precipitación (gradiente de pp. entre climas) | 4 | buffer 200m de ríos | discreta | si | agua superficial | 1-6 | 0.04384-0.57124 |
| | | | 11 | buffer 200m de manantiales | discreta | si | agua superficial | 1 | |
| | | | 12 | buffer 100m de arroyos | discreta | si | agua superficial | 1-6 | |
| | | | 13 | acuíferos con potencial alto y no vedados | discreta | si | agua subterránea | 1 | |
| | | | 14 | lluvias entre 500 a 1500mm | continua, clasificada | si | variables climáticas | 1-9 | |
| | Tierra fértil | suelo con horizonte A-úmbrico (guamil viejo, acahual), A-mólico, aluvión con uso agrícola (diseñar un rango para suelo fértil combinando aspectos físicos, químicos y biológicos) | 15 | acrisol húmico mas fértil, luego feozem háplico y gléyico medianamente fértil, regosol eutrico, fluvisol eutrico y gleysol mólico menos fértil. Ninguno con fase lítica | discreta | si | edafología | 2-3 | 0.24951-0.37427 |
| | Terrenos planos | llanos y planicies (geomorfología) | 20 | llanuras, depresiones abiertas y laderas planas | discreta | si | geomorfología | 1-3 | 0.01816-0.05449 |

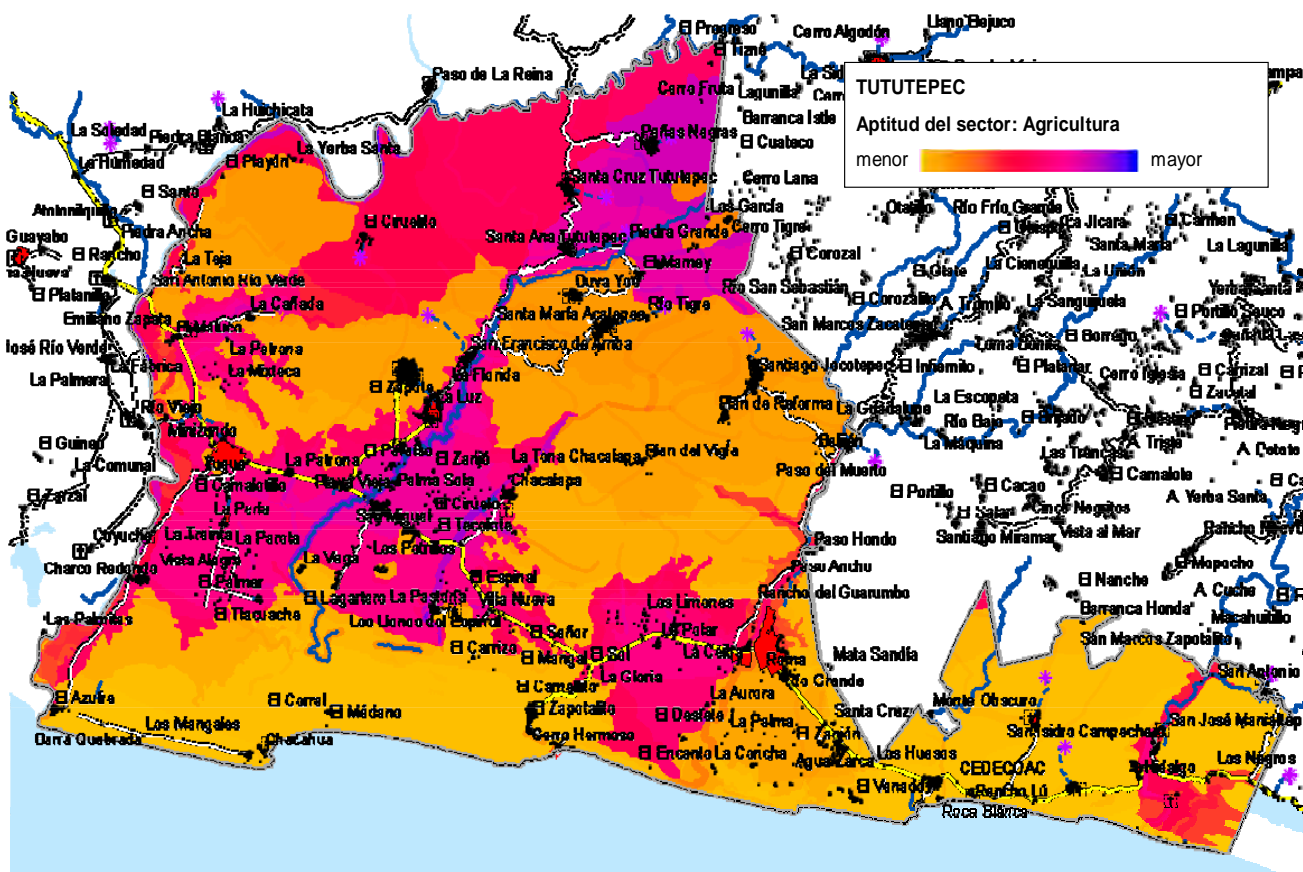


Figura 11. Aptitud del Sector Agricultura.

4.2.3. Sector Conservación

Con relación a la conservación, el mapa de aptitud, Figura 12, define como mayor importancia para esta actividad la zona costera, especialmente la que se refiere a dunas esteros manglares y las áreas ya protegidas legalmente. Es por ello que el peso se inclina con el color azul hacia esas zonas. Cuadro 10 (id 7 y 10).

Sin embargo en lo que corresponde a la parte boscosa situada al norte del municipio no se le otorga el peso que le corresponde, posiblemente porque esta zona actualmente es la que se encuentra en mejores condiciones. Situación que requiere más protección y manejo de desarrollo sustentable.

Con referencia a la biodiversidad el sector puntualiza con un peso importante la conservación de la misma debido a la desfragmentación de la cobertura vegetal presente en la mayor parte de las áreas con elevación y al avance de las áreas agrícolas.

Cuadro 10. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas del Sector Conservación

| Sector | Atributo | | Id | Aproximación para SIG | Tipo de variable | Viable | Tema | Peso | Normal |
|--------------|-----------------|---|----|-----------------------|-----------------------|--------|---------------------|--------|-----------------|
| | Según taller | Según expertos | | | | | | | |
| Conservación | Dunas costeras | duna costera y barras (geomorfología) | 7 | barras y playas | discreta | si | geomorfología | 1-2 | 0.02096-0.04191 |
| | Selva baja | cobertura de selva baja | 8 | selva baja | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.06775 |
| | Selva mediana | cobertura de selva mediana | 9 | selva mediana | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.10827 |
| | Cuerpos de agua | cuerpos de agua | 5 | cuerpos de agua | discreta | si | agua superficial | 1-2 | 0.14266-0.28532 |
| | Biodiversidad | riquezas y endemismos de flora y fauna por tipo de vegetación | 3 | especies de 0 a 223 | continua, clasificada | si | unidades de paisaje | 17-245 | 0.01235-0.17801 |
| | Manglar | cobertura de manglar | 10 | manglar | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.31875 |

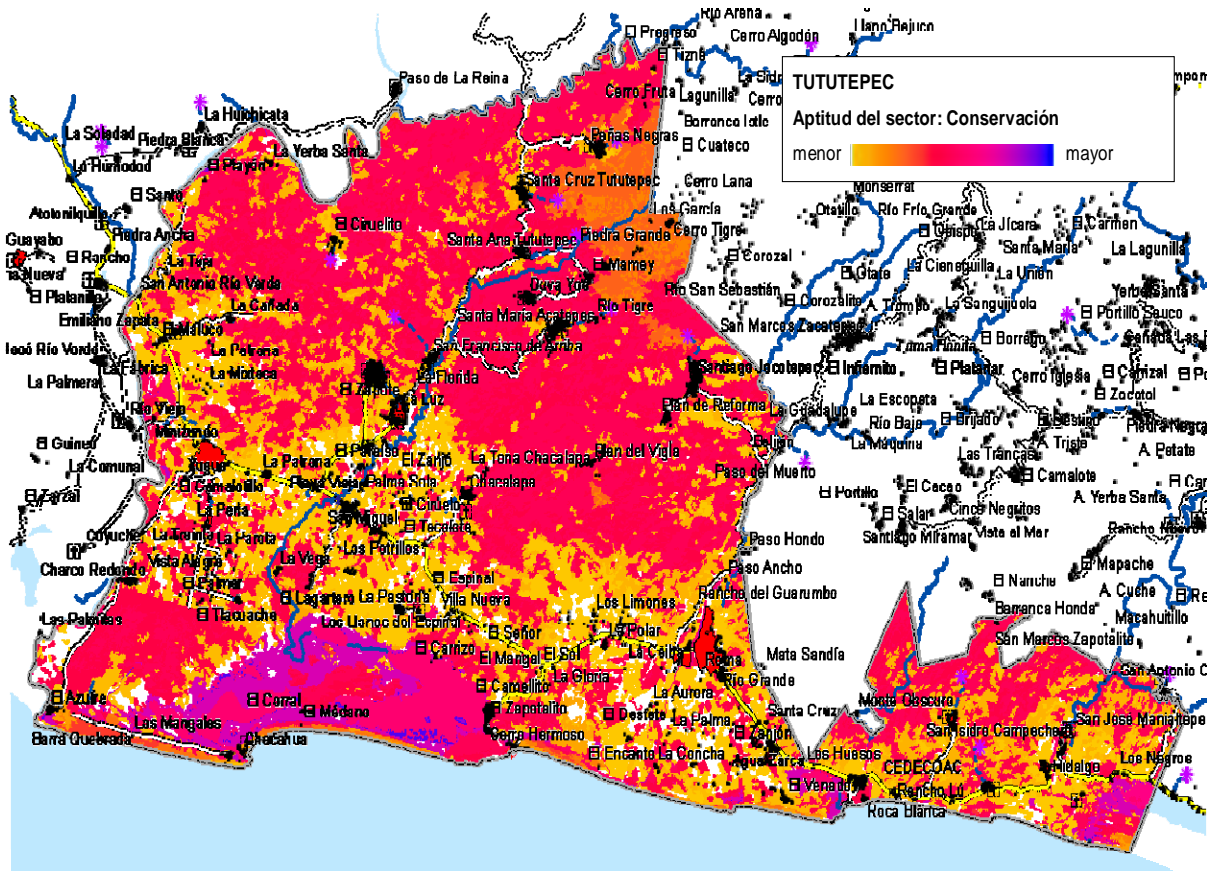


Figura 12. Aptitud del Sector Conservación.

4.2.4. Sector Forestal

Los atributos de este sector se refiere específicamente a una pequeña área boscosa ubicada en la parte noreste, Figura 13, estableciendo el mayor peso a la ocupación del suelo, así como a la ocupación por selvas bajas caducifolias Cuadro 11(id, 8, 9 7 17). Sin embargo este señalamiento debe considerarse como inconsistencia debido a que no se presenta un proceso de transición con las áreas adyacentes, que obligara a un proyecto de desarrollo regional. Por lo que solamente es designado como un área de extracción y no de aprovechamiento integrado forestal.

Es importante señalar que el peso por importancia que le sigue a la ocupación del suelo es la condición edafológica, por lo que cabe hacer notar que se otorga un mayor peso para la aptitud forestal en las zonas colindantes con las superficies agrícolas, donde se presentan las selvas bajas caducifolias y matorrales que en las elevaciones del noroeste del municipio donde la vegetación boscosa oferta mejor formas de aprovechamiento Cuadro 11 (id 15).

Cuadro 11. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas del sector Forestal

| Sector | Atributo | | Id | Aproximación para SIG | Tipo de variable | Viable | Tema | Peso | Normal |
|----------|-----------------|---|----|---|-----------------------|--------|---------------------|------|-----------------|
| | Según taller | Según expertos | | | | | | | |
| Forestal | Bosques | cobertura por tipos de vegetación | 17 | mesófilo de montaña y pinares | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.2857 |
| | Suelos fértiles | suelo con horizonte A-úmbrico (guamil viejo, acahual) | 15 | acrisol húmico mas fértil, luego feozem háplico y gléyico medianamente fértil, regosol eutrico, fluvisol eutrico y gleysol mólico menos fértil. Ninguno con fase lítica | discreta | si | edafología | 2-3 | 0.0953 - 0.1429 |
| | Selva baja | cobertura de selva baja | 8 | selva baja | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.2857 |
| | Selva mediana | cobertura de selva mediana | 9 | selva mediana | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.2857 |

menor

Aptitud del Sector: Forestal

mayor

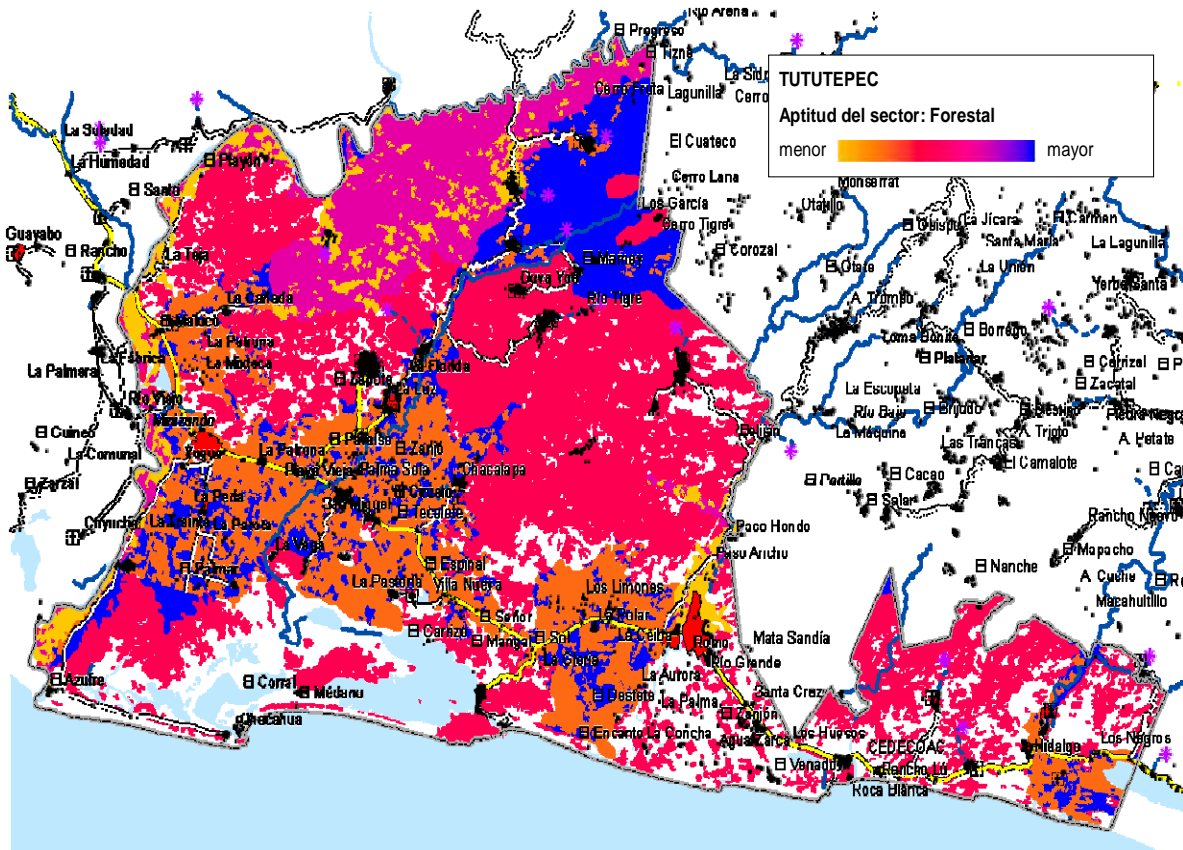


Figura 13. Aptitud del Sector Forestal.

4.2.5 Sector Ganadería

El mayor peso de la aptitud para la ganadería, se define en las zonas de llanuras, depresiones abiertas y laderas planas, Cuadro 12, (id 20) Figura 14, dejando en segundo término a la edafología por arriba de la ocupación del suelo, se considera inconsistencia esta aptitud, debido que las zonas boscosas señaladas en el taller sectorial correspondiente, son más aptas para ganadería diversificada. En esa misma importancia se encuentra el agua Cuadro 12 (id 4, 11 a 14), posiblemente porque el sector esté apuntando más a la ganadería intensiva en este asunto del agua

Las áreas consideradas para agostadero se refieren principalmente a zonas de vegetación secundaria, por lo que esto indica que la ganadería extensiva puede ejercer una presión negativa sobre la vegetación nativa de los lomeríos suaves. Cuadro 12 (id 16).

Cuadro 12. Resultados de la metodología interpretativa de la propuestas del sector Ganadería

| Sector | Atributo | | Id | Aproximación para SIG | Tipo de variable | Viabilidad | Tema | Peso | Normal |
|-----------|--------------|---|----|---|-----------------------|------------|---------------------|------|-----------------|
| | Según taller | Según expertos | | | | | | | |
| Ganadería | Suelo | suelo con horizonte A-úmbrico (guamil viejo, acahual), A-mólico, aluvión con uso agrícola (diseñar un rango para suelo fértil combinando aspectos físicos, químicos y biológicos) | 15 | acrisol húmico mas fértil, luego feozem háplico y gléyico medianamente fértil, regosol eutrico, fluvisol eutrico y gleysol mólico menos fértil. Ninguno con fase lítica | discreta | si | edafología | 2-3 | 0.0611 - 0.1223 |
| | Vegetación | pastizales inducidos y pastizales cultivados | 16 | pastizal | continua, clasificada | si | ocupación del suelo | 1 | 0.227 |
| | Agua | manantiales , cuerpos de | 4 | buffer 200m de ríos | discreta | si | agua superficial | 1-6 | 0.1195 - 0.2270 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|----|---|-----------------------|----|----------------------|-----|-----------------|
| | agua, ríos perennes | 11 | buffer 200m de manantiales | discreta | si | agua superficial | 1 | |
| | | 12 | buffer 100m de arroyos | discreta | si | agua superficial | 1-6 | |
| | | 13 | acuíferos con potencial alto y no vedados | discreta | si | agua subterránea | 1 | |
| | | 14 | lluvias entre 500 a 1500mm | continua, clasificada | si | variables climáticas | 1-9 | |
| Terrenos planos | llanos y planicies (geomorfología) | 20 | llanuras, depresiones abiertas y laderas planas | discreta | si | geomorfología | 1-3 | 0.1412 - 0.4236 |

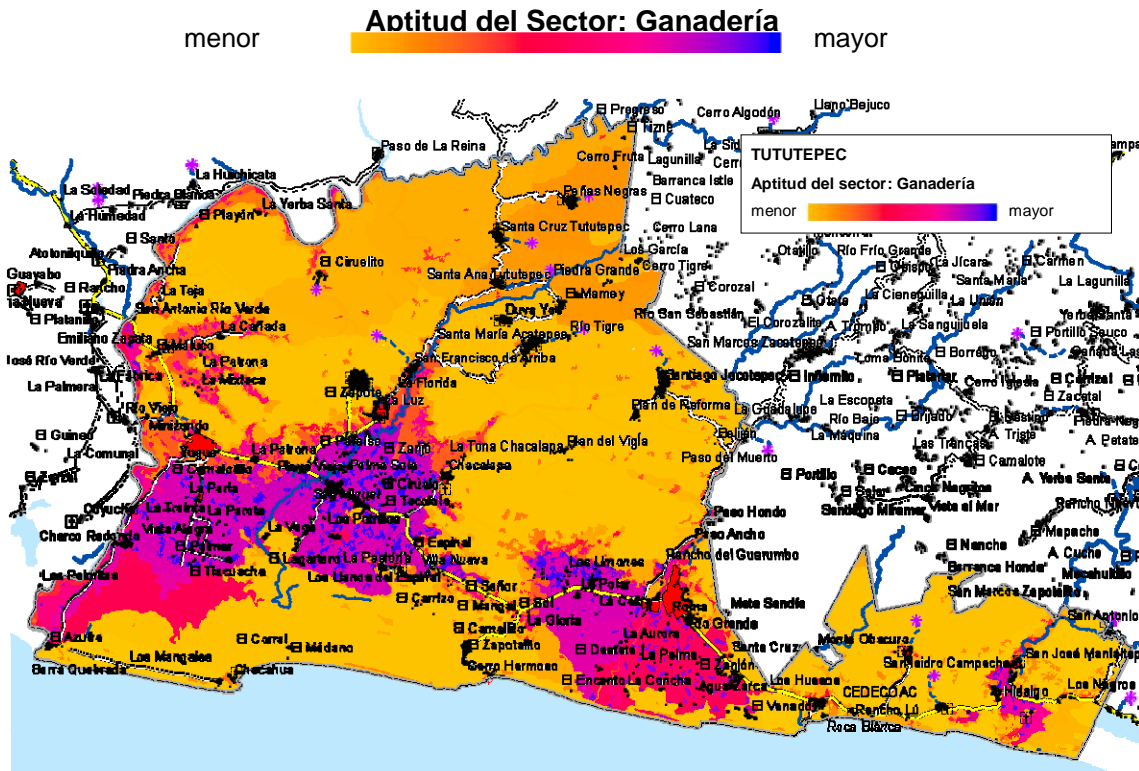


Figura 14. Aptitud del Sector Ganadería.