

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO  
AGROPECUARIAS**



**ECOLOGÍA DEL PAISAJE DE LA LLANURA COSTERA NORTE  
DE NAYARIT, MÉXICO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**PRESENTA:**

**ARELI GONZÁLEZ GARCÍA SANCHO**

**TUTOR: DR. IRAN BOJORGUEZ SERRANO**

**2008**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

CBAP/057/08

Tepic, Nayarit., 23 de Abril del 2008

**C. ING. ALFREDO GONZÁLEZ JÁUREGUI**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**P R E S E N T E**

En base al oficio de fecha 4 de abril del presente año, enviado por los CC. **Dr. José Irán Bojórquez Serrano, M. en C. Oyolsi Nájera González y M. en C. Fernando Flores Vilchez**, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se está autorizando de nuestra parte que la **C. Areli González García Sancho**, continúe ante ustedes con los trámites necesarios para que sea autorizada la presentación del examen de grado de Maestría en Ciencias de la citada estudiante.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL"**

**M. EN C. FRANCISCO DE JESÚS CARO VELARDE**  
**COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP**



c.c.p.-Archivo.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**



**SISTEMA DE BIBLIOTECAS**

Tepic, Nayarit a 4 de abril de 2008

**M. C. FRANCISCO DE JESUS CARO VELARDE  
COORDINADOR DEL POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICO-AGROPECUARIAS DE LA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**

**P R E S E N T E**

Los suscritos C. Dr. José Irán Bojórquez Serrano, M.C. Oyolsi Nájera González y M.C. Fernando Flores Vilchez, integrantes del consejo tutelar para revisar, ordenar y asesorar la tesis de Maestría en Ciencias del Posgrado en Ciencias Biológico-Agropecuarias, titulada "Ecología del paisaje de la llanura costera norte de Nayarit, México".

Que presenta ante el honorable jurado calificador la C.

**ARELI GONZÁLEZ GARCÍA SANCHO**

Comparecemos para manifestar que después de revisar su presentación y contenido no existe inconveniente para continuar con los trámites legales de este proceso de obtención de grado de Maestría en el área de Ciencias Ambientales, por estar de acuerdo en los aspectos de forma y contenido.

**ATENTAMENTE  
CONSEJO TUTELAR**

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ IRÁN BOJÓRQUEZ SERRANO

Tutor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. OYOLSI NAJERA GONZÁLEZ

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. FERNANDO FLORES VILCHEZ

Asesor

C.c.p. Interesado

## ECOLOGIA DEL PAISAJE DE LA LLANURA COSTERA NORTE DE NAYARIT, MEXICO

### RESUMEN:

Este trabajo generó un modelo de regionalización de la llanura costera norte de Nayarit bajo el enfoque de la ecología del paisaje, su relevancia radica en su enfoque contextual, donde las características físicas y biológicas, se amalgaman en un mosaico heterogéneo de paisajes que han dado cabida a diferentes actividades económicas y al establecimiento de poblaciones urbanas y rurales, mismas que al crecer y desarrollarse al margen de una correcta planeación han provocado alteraciones en la zona.

Como proceso innovador metodológico, en la conformación de las unidades del paisaje se describen los aspectos físicos y biológicos de la región asociados con los aspectos socio- económicos, esto permitió obtener una interpretación integral de los elementos e interacciones que se realizan en cada uno de los paisajes y con ello facilitar el proceso de gestión ambiental para el uso adecuado de los recursos naturales, el manejo ambiental para su conservación y el desarrollo para mejorar la calidad de vida de la población.

Los resultados obtenidos servirán de base para la generación de instrumentos de gestión ambiental, particularmente el ordenamiento ecológico territorial, así como en la planeación y definición de políticas de manejo de los recursos naturales y ecosistemas; la información cartográfica generada y sistematizada permitirá, a los funcionarios de gobierno en materia de planeación ambiental, agrícola y desarrollo urbano, entre otros; a dirigir sus acciones de manera coordinada y con mayor certeza

### PALABRAS CLAVES:

Ecología del paisaje, Llanura costera norte, regionalización, geomorfología, edafología, cobertura y uso del suelo.

## THE LANDSCAPE ECOLOGY OF THE NORTH COASTAL PLAIN OF NAYARIT, MEXICO

### SUMMARY:

This work generated a model of regionalization of the North coastal plain of Nayarit under the approach of the ecology of the landscape, its relevance is in its contextual approach, where the physical and biological characteristics, are amalgamated in a heterogeneous mosaic of landscapes that have given capacity to different economic activities and the establishment of urban and rural populations, same that when growing and being developed to the margin of a correct planning has caused alterations in the zone.

Like methodology innovating process, in the conformation of the units of the landscape the physical and biological aspects of the region with the socioeconomic aspects are described associated, this permit to obtain an integral interpretation of the elements and interactions that are made in each one of the landscapes and with it to facilitate the process of environmental management for the adapted use of the natural resources, the environmental handling for their conservation and the development to improve the quality of life of the population.

The obtained results will serve as base for the generation of instruments of environmental management, particularly territorial the ecological ordering, as well as in the planning and definition of policies of handling of the natural resources and ecosystems; the cartographic information generated and systematized will allow, to the civil employees of government in the matter of environmental, agricultural planning and urban development, among others; to direct its activities of coordinated way and with greater certainty.

### KEY WORDS:

Landscape ecology, North coastal plain, regionalization, geomorphology, edaphology

## INDICE

I.	INTRODUCCION.....	7
II.	REVISION DE LITERATURA.....	10
2.1	Regionalización ecológica.....	10
2.1.1	Levantamiento de tierras.....	10
2.1.2	Levantamiento geomorfológico.....	11
2.1.3	Enfoque morfoopedológico.....	11
2.1.4	Levantamiento geopedológico.....	12
2.2	Ecología del paisaje.....	12
2.3	Regionalización del paisaje.....	16
2.4	Indicadores de sustentabilidad.....	17
2.5	El area de estudio: Llanura costera norte de Nayarit.....	18
2.5.1	Ubicación geográfica.....	18
2.5.2	Superficie.....	18
2.5.3	Descripción general.....	18
2.5.4	Hidrología.....	18
2.5.5	Clima.....	19
2.5.6	Características ecológicas.....	19
2.5.6.1	Flora.....	19
2.5.6.2	Fauna.....	20
2.5.7	Importancia Ecológica.....	20
2.5.8	Disturbios e Impactos.....	21
III.	METODOLOGÍA.....	22
IV.	RESULTADOS.....	26
4.1.	Regionalización ecológica.....	26
4.1.1.	Relieve y geomorfología.....	26
4.1.1.1	Levantamiento geomorfológico.....	26
4.1.1.2	Ambientes.....	26
4.1.1.3	Regiones geomorfológicas.....	27
4.1.1.4	Paisajes geomorfológicos.....	28
4.1.1.5	Subpaisajes.....	28
4.1.2	Suelos.....	31
4.1.2.1	Material de origen.....	31
4.1.2.2	Pedogénesis: formación y evolución de los suelos.....	32
4.1.3	Cobertura y uso del suelo.....	34
4.1.3.1	Gran grupo.....	35
4.1.3.2	Grupo.....	36
4.2.	Características socioeconómicas.....	40
4.2.1	Municipio y dotaciones agrarias.....	40
4.2.2	Indicadores socioeconómicos.....	41
4.2.2.1	Población.....	41
4.2.2.2	Migración poblacional.....	43
4.2.2.3	Educación.....	44

4.2.2.4 Salud.....	45
4.2.2.5 Servicios.....	45
4.2.2.6 Bienes económicos.....	46
4.2.2.7 Economía.....	46
4.2.2.8 Impacto ambiental.....	50
4.2.3 Niveles socioeconómicos.....	53
4.3. Ecología del paisaje de la Llanura costera norte.....	54
4.3.1 Ambiente acumulativo: Llanura costera.....	55
4.3.1.1 Paisaje Llanura deltaica.....	55
4.3.1.1.1 Subpaisaje Llanura fluvial de inundación actual.....	56
4.3.1.1.2 Subpaisaje Llanura fluvial superior.....	56
4.3.1.1.3 Subpaisaje Llanura fluvial intermedia.....	56
4.3.1.1.4 Subpaisaje Llanura fluvial baja con influencia marina.....	57
4.3.1.2 Paisaje Marismas con lagunas costeras.....	57
4.3.1.2.1 Subpaisaje Llanura de inundación mareal.....	57
4.3.1.3 Paisaje Cordones litorales.....	58
4.3.1.3.1 Subpaisaje Barras paralelas.....	58
4.3.1.3.2 Subpaisaje Playa y dunas costeras.....	59
4.3.2 Ambiente erosivo: Estructuras volcánicas aisladas.....	59
4.3.2.1 Paisaje 4. Estructuras modeladas y aisladas.....	59
4.3.2.1.1 Subpaisaje Estructuras de composición andesítica.....	59
4.3.2.1.2 Subpaisaje Estructuras de composición ácida.....	60
4.3.2.1.3 Subpaisaje Estructuras de composición basáltica.....	60
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. LITERATURA CITADA.....	71

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Valores de los indicadores de Presión-Estado-Respuesta.....	23
Cuadro 2 Leyenda geomorfoedafológica de la Llanura costera norte de Nayarit.....	27
Cuadro 3 paisajes geomorfoedafológicos de la Llanura costera norte de Nayarit.....	34
Cuadro 4 Cobertura del terreno y usos del suelo.....	35
Cuadro 5 Granjas acuícolas de camarón.....	36
Cuadro 6 Asentamientos humanos.....	36
Cuadro 7 Superficie cultivada en los Municipios.....	37
Cuadro 8 Superficie cultivada en los paisajes y subpaisajes geomorfológicos.....	37
Cuadro 9 Superficie de manglar por municipios.....	39
Cuadro 10 Municipios de la llanura costera norte de Nayarit.....	40
Cuadro 11 Localidades en los municipios de la llanura costera norte de Nayarit.....	40
Cuadro 12 Tasa de desempleo, índice de dependencia económica e índice de actividad.....	48
Cuadro 13 Producción acuícola de camarón.....	50
Cuadro 14 Residuos sólidos peligrosos.....	51
Cuadro 15 Contaminación atmosférica.....	52
Cuadro 16 Perturbación forestal.....	53
Cuadro 17 Ecología del paisaje de la Llanura costera norte de Nayarit.....	61



## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Cobertura del terreno y uso del suelo.....	34
Gráfica 2 Localidades urbanas y rural.....	41
Gráfica 3 Densidad poblacional de los municipios de llanura costera norte de Nayarit.....	43
Gráfica 4 Tasa de crecimiento de los municipios de la llanura costera norte de Nayarit.....	43
Gráfica 5 Desempleo, dependencia económica y actividad productiva.....	48
Gráfica 6 Tasa de crecimiento agrícola.....	49
Gráfica 7 Aguas residuales.....	50
Gráfica 8 Residuos sólidos municipales.....	51
Gráfica 9 Índice de deforestación.....	52
Gráfica 10 Niveles socioeconómicos.....	54

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Metodología de Regionalización del paisaje.....	25
Figura 2 paisajes geomorfológicos de la llanura costera norte de Nayarit.....	64
Figura 3 Subpaisajes de la llanura costera norte de Nayarit.....	65
Figura 4 Cobertura y uso del suelo, gran grupo de la llanura costera norte de Nayarit.....	66
Figura 5 Cobertura y uso del suelo, grupo de la llanura costera norte de Nayarit.....	67
Figura 6 Municipios de la llanura costera norte de Nayarit.....	68
Figura 7 Nivel socioeconómico de la llanura costera norte de Nayarit.....	69
Figura 8 Regionalización de los paisajes de la llanura costera norte de Nayarit.....	70

## INTRODUCCIÓN

El modelo actual de desarrollo económico ha ocasionado deterioros ambientales, daños a la salud humana y desigualdad en la repartición de recursos. Existen países con abundante riqueza económica, pero sus recursos naturales han sido sobre explotados, y otros países que se encuentran en vías de desarrollo, presentan aún condiciones ambientales favorables, pero su población humana tiene un alto nivel de pobreza que ocasiona una gran presión ambiental. Por estas condiciones, se conoce que el actual desarrollo no garantiza la continuidad de los recursos naturales y la perpetuidad de la especie humana, por tal motivo a nivel internacional se ha propuesto la modificación de pautas insostenibles de producción y consumo, así como la protección y ordenación de la base de recursos naturales para el desarrollo social y económico, el logro de estos objetivos requiere de la planeación ambiental, la cual busca organizar las actividades socio-económicas en el espacio, respetando sus funciones ecológicas de forma que se promueva la sustentabilidad ambiental y el desarrollo sostenible (Salinas y Middleton, 1998).

Un instrumento de planeación es el ordenamiento ecológico territorial, que permite reorganizar las actividades humanas y el espacio en que estas se manifiestan, con miras al desarrollo sustentable; sin embargo, para su elaboración es necesario la representación de las interacciones entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales que componen el paisaje, a través de un modelo de regionalización, que pueda ser utilizado por las autoridades ambientales en la implementación de instrumentos de gestión ambiental.

La regionalización implica la división de un territorio en unidades menores con características comunes, tiene por objetivo la identificación del territorio en unidades de relieve que puedan ser factibles de representarse cartográficamente. A partir de estas unidades se establecen relaciones que se conectan con diversos componentes del paisaje, así la propuesta de organización del espacio es un paso decisivo en el análisis, clasificación y formulación de alternativas de uso del territorio.

De acuerdo a Mendoza y Bocco (1998), existen varios enfoques para desarrollar esquemas de regionalización para evaluar el territorio con fines de planificación, el levantamiento de tierras, levantamiento geomorfológico, levantamiento con enfoque morfoedológico, levantamiento geopedológico y ecología del paisaje. Con cada uno de los enfoques varía el componente del paisaje o terreno en el cual se basa el levantamiento, pero en general el elemento que caracteriza a las unidades frecuentemente corresponde a formas de relieve reconocibles o apreciables a diferentes escalas.

En México, los trabajos realizados para la ordenación del territorio en su mayoría han sido elaborados bajo un enfoque geomorfológico y morfoedológico para delimitar y caracterizar unidades ambientales biofísicas (Bocco *et al.*, 1996; 1999, Mendoza y Bocco, 1998; 1999, Geissert, 1999, Martínez y López, 2005, Rodríguez y López, 2006), que en general plantean este enfoque, como una alternativa de regionalización ecológica del País. Una variante es el enfoque de regionalización geomorfoedafológica aplicado por Jordán (2000). Dentro de los trabajos aplicados a la geografía de los paisajes destacan los de Hernández *et al.* (2006), en el estudio de los manglares de Veracruz; en los

complejos territoriales naturales de la cuenca Lerma-Chapala (Priego-Santander *et al.*, 2004); los paisajes terrestres de la península de Yucatán (Chiappy *et al.*, 2000); en los paisajes de Venezuela, (Cruz, 2000; Rojas, 2001).

La cobertura del terreno describe los objetos que se distribuyen sobre un territorio determinado y el uso se refiere a la actividad socioeconómica que se desarrolla en una cobertura (Mendoza y Bocco, 1998).

Por lo regular, las unidades biofísicas son divididas por su condición de cobertura y uso para definir unidades ecológicas, con datos de una fecha determinada (Gonima y Vargas, 1991; Botero, 1990), o como dinámica de cambios (Bocco *et al.*, 1999, 2000; Ruiz y Berlanga, 1999; Reyes *et al.*, 2006; Guerra y Ochoa, 2006 y Dupuy *et al.*, 2007). Los datos son obtenidos principalmente a partir de fotografías aéreas, imágenes de satélite y trabajo de campo.

El estado de Nayarit se localiza en la parte noroccidental de la república mexicana, con una superficie total de 27 951,5 km<sup>2</sup>. La actividad agrícola y ganadera tiene un peso muy marcado en el desarrollo económico de Nayarit, que presenta la mayor parte del territorio ocupado por áreas montañosas y premontañas, debido a la presencia de 3 grandes macizos: la Sierra Madre Occidental, la terminación del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur; además del Sistema Costero del Pacífico que se extiende hacia Sinaloa, este último es el objeto de estudio que abarca 445 069 ha.

En la llanura costera norte de Nayarit existen trabajos de regionalización con enfoques geomorfológicos y paisajísticos aplicados al ordenamiento ecológico de la zona (Bojórquez *et al.* 1997; SEPESCA, 1990, 1994) los cuales siguieron los criterios establecidos por (SEDUE, 1986); además de enfoques morfopedológicos que describen los tipos de suelos y sus principales características en función de los factores formadores, el origen y formas del relieve, el clima, el material litológico y la condición de vegetación (Bojórquez y López, 1997; Bojórquez *et al.*, 2006, 2007). Asimismo, existen estudios que describen la condición de la cobertura del terreno y el uso del suelo y los cambios particularmente del manglar (Archer *et al.*, 2003; Berlanga y Ruiz, 2007; Kovacs *et al.*, 2001, 2005).

Bajo este contexto y con la finalidad de aportar conocimientos que permitan la conservación ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales, el presente trabajo tiene como finalidad realizar la regionalización de la llanura costera norte de Nayarit, bajo el enfoque de ecología del paisaje, teniendo en cuenta el levantamiento geomorfopedológico de tierras, el de coberturas y uso del suelo y el nivel socioeconómico de las comunidades humanas de la zona que apoye los trabajos futuros de planeación ecológica de la zona.

## **OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar las unidades de paisaje de la llanura costera norte de Nayarit, mediante la aplicación de una metodología de regionalización con un enfoque de ecología del paisaje.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Definir la regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit, mediante la caracterización geomorfológica, edáfica, de cobertura del terreno y usos del suelo.
- Determinar el nivel socioeconómico de las localidades asentadas en la llanura costera, a partir de las dotaciones agrarias e indicadores de sustentabilidad.
- Diseñar las unidades de paisaje de la llanura costera, expresadas en un figura de regionalización paisajística.

## **HIPÓTESIS**

El enfoque de ecología del paisaje permitirá diseñar y describir unidades de paisaje, que servirán de apoyo a la planeación ambiental de la llanura costera norte de Nayarit.



## II. REVISION DE LITERATURA

SISTEMA DE BIBLIOTECAS

### 2.1 Regionalización ecológica

La regionalización ecológica tiene por objetivo la identificación del territorio en unidades de relieve que puedan ser factibles de representarse cartográficamente (medidas y descritas con certidumbre de acuerdo a la escala de trabajo). A partir de estas unidades se establecen relaciones que conectan a estas con diversos componentes del paisaje, así la propuesta de organización del espacio es un paso decisivo en el análisis, clasificación y formulación de alternativas de uso del territorio.

De acuerdo a Mendoza y Bocco (1998), existen varios enfoques para desarrollar esquemas de regionalización con el objetivo de evaluar el territorio con fines de planificación, los cuales se pueden agrupar por su carácter jerárquico y origen.

- a) Levantamiento de tierras
- b) Levantamiento geomorfológico
- c) Enfoque morfopedológico
- d) Levantamiento geopedológico
- e) Ecología del paisaje

Con cada uno de los enfoques varía el componente del paisaje o terreno en el cual se basa el levantamiento, pero en general el elemento que caracteriza a las unidades frecuentemente corresponde a formas de relieve reconocibles o apreciables a diferentes escalas. La regionalización de las formas de relieve es la base de la mayoría de las estrategias de clasificación del terreno: paisajes geomorfológicos y formas del relieve (Mendoza *et al.*, 2002).

#### 2.1.1 Levantamiento de tierras

Es una metodología diseñada en el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), en Australia entre 1943 y 1945. Este método se apoya en el uso de fotografías aéreas y es de carácter fisonómico y fisiográfico, donde se reconocen los tipos de paisaje con ayuda de transectos tipo sobre el terreno, para recopilar información sobre suelos, rocas y vegetación (Mendoza y Bocco, 1998). Los niveles taxonómicos son:

- Sistema de tierras: región natural, planicie litoral, delta.
- Unidades de tierra: unidades de relieve, valles, cerros.
- Facetas del terreno: unidad inferior, cornisas, conos de deyección.

Los informes de estos levantamientos contienen un figura de unidades naturales, complementado con uno de vegetación, suelos y geomorfológicos. La crítica más importante sobre estos trabajos radica en su carácter empírico y descriptivo, además de las limitaciones propias de la fotointerpretación a escala pequeña (Mendoza y Bocco, 1998).

## 2.1.2 Levantamiento geomorfológico

Otra metodología fue denominada Sistema de Levantamiento Geomorfológico por el Instituto de Levantamientos Aeroespaciales y Ciencias de la Tierra en Enschede, Países Bajos. Está basado en un acercamiento paisajístico, con unidades físico-ambientales, en el cual el muestreo paramétrico es necesario (Verstappen y Van Zuidam, 1991). Se definen tres niveles de levantamiento geomorfológico de acuerdo a las escalas:

- *Levantamiento de reconocimiento*: escala menor de 1:100 000, requiere verificación de campo y extensa extrapolación y generalización de información.
- *Levantamiento de semidetalle*: mapeo de escalas medias a pequeñas 1:10 000 a 1:100 000, se realiza mayor verificación de campo y menor extrapolación y generalización de información.
- *Levantamiento detallado*: escala mayor a 1:25 000 requiere intensa verificación de campo con poca extrapolación y generalización de información. El mapeo de unidades se realiza en cuatro niveles de clasificación jerárquica:
  - *Provincia de terreno*. Son unidades mayores dentro de las cuales se combinan las asociaciones de los sistemas y unidades del terreno, la escala es menor a 1:250 000.
  - *Sistema de terreno*. Es una unidad de paisaje de relieve característico desarrollado en un cierto ambiente ecológico, frecuentemente determinado por génesis, litología o clima, la escala es mayor a 1:250 000.
  - *Unidad de terreno*. Se refiere a una geoforma o asociación de geoformas homogéneas para una característica de terreno particular. El relieve, la litología y la génesis son los principales criterios de clasificación. La escala pueda variar de 1:10 000 a 1:100 000.
  - *Elemento del terreno*. Conforman la clase de terreno más pequeña, el relieve es el criterio más importante de clasificación. La escala es 1:10 000 o mayores.

## 2.1.3 Enfoque morfopedológico

Fue desarrollada por el grupo de trabajo del Centro de Geografía Aplicada en Francia. En la propuesta se integran los estudios del medio natural con los aspectos humanos sobre la base de un trabajo multidisciplinario que salvaguarde y mejore las condiciones ecológicas frente a la expansión demográfica (Tricart y Kilian, 1982).

Las unidades delimitadas en las figuras morfopedológicas son documentos de síntesis que presentan una visión global del paisaje y al mismo tiempo los diferentes aspectos que lo componen. No son una sobreposición de figuras temáticas sino una síntesis de los diferentes elementos del medio natural (Mendoza *et al.*, 2002). El método implica cuatro pasos:

- Conocimiento inicial o fase de análisis
- Diagnóstico o evaluación
- Búsqueda de soluciones
- Aplicación de soluciones

El sistema morfopedológico rebasa las características de un sistema de mapeo, éste se liga estrechamente a los aspectos relativos al ordenamiento de terreno y manejo de

recursos. El sistema incluye los conceptos de estabilidad, inestabilidad y penestabilidad, que incorporan en la evaluación el grado de fragilidad (Mendoza y Bocco, 1998).

#### 2.1.4 Levantamiento geopedológico

Es un sistema propuesto por Zinck (1988), utilizado en el levantamiento de suelos, comprende seis niveles de categorización a partir de la percepción o identificación superficial de los distintos rasgos del ambiente por parte del hombre:

- **Geoestructura.** Porción continental caracterizada por una estructura geológica específica, se relaciona con la tectónica de placas. Escala 1:1 000 000.
- **Ambiente morfogenético.** Medio biofísico, fundamentalmente originado y controlado por un estilo geodinámico interno y externo o combinación de ambos. Escala 1:500 000.
- **Paisaje geomorfológico.** Porción de terreno caracterizado ya sea por una repetición de relieves similares, o por una asociación de tipos de relieve distintos. Escala 1: 250 000.
- **Relieve/modelado.** Una geoforma determinada por una combinación dada de estructura geológica, topográfica, procesos morfogenéticos y morfoclimáticos. Escala 1:50 000.
- **Litología.** Naturaleza petrográfica de la roca dura y a las fases de las formaciones superficiales blandas. Escala 1:50 000.
- **Formas de relieve.** Es la unidad geomorfológica elemental, la cual puede ser subdividida solo por medio de fases. Escala mayor de 1:50 000

#### 2.2 Ecología del paisaje

De acuerdo a Salinas y Middleton (1998), hasta el momento en la mayoría de los países la planificación del espacio ha sido vista y estudiada usando límites políticos, cuencas hidrológicas o algunas otras unidades, lo que ha demostrado un desconocimiento del desarrollo teórico-metodológico y práctico alcanzado por la Geoecología o Ecología del Paisaje que proporciona una base sólida para el análisis holístico y sistémico del espacio, permitiendo clasificar y delimitar unidades homogéneas por sus características que pueden ser estudiadas, evaluadas y gestionadas en el propio proceso de planificación del espacio.

Las ciencias del paisaje como se les conoce hoy en día tienen sus antecedentes en los trabajos de Humboldt y Dokuchaev en el siglo XIX, quienes establecieron las bases para los estudios integrados de los territorios, sin embargo recientemente se han mejorado los procesos metodológicos incluyendo técnicas nuevas como son los sistemas de información geográfica dando así un proceso integral de la conformación del paisaje (Nogués, 2003).

El paisaje como noción transdisciplinaria enmarcada en la concepción dialéctico-sistémica incluye al menos tres niveles que son: el geosistema o paisaje natural según varios autores, el socio-sistema y el sistema cultural (Mateo, 1997).



El paisaje geográfico es concebido como: "un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona justamente en la interfase naturaleza-sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales" (Mateo, 1991 y Salinas 1991 y 1997).

La ecología del paisaje como herramienta metodológica para la gestión del desarrollo, constituye uno de los aspectos más interesantes de ésta disciplina científica. La esencia de ella debe ser el enfoque hacia la síntesis, con el fin de favorecer la visión global que se requiere para una adecuada integración del paisaje en la regionalización natural, más aun, cuando se involucra el contexto histórico-cultural dentro del complejo físico, biológico y espacial, lo cual implica, una gran riqueza de elementos de análisis, demandantes de mucha información para su estudio con fines científicos y aplicados (Cervantes, 1993).

El paisaje es entonces, una categoría superior de la naturaleza, por lo cual reclama para su estudio formas, técnicas y métodos de integración propias, de manera que es en ellas, en las que se deberán enfocar las adecuaciones que se requieran para la aplicación de los métodos informáticos modernos, en los estudios del paisaje, mismos que deben buscar lógicas de síntesis, para identificar la dinámica operativa y funcional de los medios naturales contenidos en la misma. Esto quiere decir que se deberán considerar por lo menos los siguientes puntos:

- a) No buscar una zonificación discreta sino continua.
- b) Buscar que las estructuras vertical y horizontal del paisaje se puedan analizar e integrar de manera vectorial.
- c) Las ligas funcionales deben permitir la integración y desagregación de ellas en forma de módulos mayores y menores.
- d) La definición de cada unidad no debe depender de un sólo factor o elemento, sino de la conjugación dinámica de todos o de la mayoría de ellos.

Considerando estas premisas los modelos que se obtienen son funcionales y sintéticos de manera que en ellos, es más fácil deducir el manejo y la gestión adecuada para optimizar su preservación o utilización y, con ello, mejorar la relación costo - beneficio básico para que se asegure el logro del desarrollo sustentable (Cervantes, 1993).

El enfoque moderno de los levantamientos se basa en la realización de un análisis integrado de los factores formadores del paisaje, es decir, litología, geoformas, agua, suelo, vegetación y uso de la tierra y sus asentamientos humanos asociados y estructura, apoyado en el estudio de los patrones visibles, los cuales están compuestos por aspectos fisonómicos o estructurales externos. Los patrones expresan la integración de los factores (Mendoza *et al.*, 2002).

La fuente de información se clasifica en fuentes de primera mano, como imágenes de satélite, aerofotografías, campo y en fuentes de segunda mano, cartografía topográfica y temática, información bibliográfica y varias clases de registro.

De acuerdo al centro de Investigaciones Aeroespaciales de Colombia (CIAF), actualmente es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), por su nivel de análisis se puede clasificar en: exploratorio, reconocimiento, semi-detallado y detallado.

Se han propuesto cuatro niveles jerárquicos de mapeo:

- **Paisaje principal.** Combinación de sistemas de terreno.
- **Sistema terrestre.** Combinación de facetas de terreno, al mismo tiempo se considera una unidad de mapeo representable a escalas de reconocimiento.
- **Faceta terrestre:** es una combinación de sitios, formando conjuntamente un patrón. Al mismo tiempo están fuertemente conectadas en términos de las propiedades de al menos un atributo o componente del terreno. Este atributo es frecuentemente la forma del terreno, aunque puede ser el suelo o la roca.
- **Ecotopo.** Unidad holística inferior, caracterizada por su homogeneidad en al menos un atributo.

Kandus (2003), realizó una metodología sobre ecología del paisaje la cual consiste en tres fases principales: preliminar, de campo y final.

**Fase preliminar.** Consiste en la elaboración de un modelo hipotético preliminar del área de estudio, representado por figuras o esquemas con base en la información disponible y al conocimiento previo. En esta fase se realizarán las cartografías geomorfológicas, edafológicas, de cobertura y socioeconómicas.

**Fase de campo.** Se realiza la comprobación y la caracterización específica del modelo o figuras preliminares. Contempla el muestreo de todos los aspectos biofísicos y socioeconómicos.

**Fase final.** Se analiza la información de campo, se realiza el ajuste necesario y la elaboración del modelo definitivo, involucra la identificación, análisis de laboratorio y ordenación del material.

Esta metodología se conforma por dos procesos, el primero es jerárquico y posteriormente de integración.

El enfoque jerárquico supone un orden en la naturaleza, consecuencia de la existencia de relaciones causales entre factores ambientales (biótico y abiótico), se basa en esas relaciones para identificar y dividir la tierra en unidades semejantes.

Esta clasificación es divisiva, estableciendo en cada subdivisión una variable que capta la heterogeneidad existente en cada nivel de análisis.

El enfoque de integración involucra un agrupamiento de las variables, en donde el objetivo es organizar los factores relevantes según esquemas coherentes de homogeneidad. Esta metodología es flexible y adaptativa en el sentido que permite obtener áreas homogéneas en diferentes variables y si posteriormente se decide incluir alguna variable nueva, se pueden generar nuevas áreas homogéneas rápidamente.

Aunque la Ecología del Paisaje nace con vocación de ciencia holística y transdisciplinar, es cierto que están presentes, frecuentemente, visiones parciales de la misma. Por un lado, hay una percepción más biológica, desarrollada principalmente en Estados Unidos y en algunas escuelas europeas. Por otro lado, una visión más puramente geográfica, de las escuelas de la Europa Central y del Este. Esto ha provocado, en un extremo, estudios centrados únicamente en el carácter espacial de la Ecología del Paisaje, análisis de los patrones espaciales. Es por ello que autores como Haines-Young (1999) o Li (1999) han criticado la desatención de las causas y procesos subyacentes que los generan. En el extremo opuesto se encuentra la aproximación o punto de vista que ha sido denominado como biológico (Bastian, 2001), centrado en la dinámica de las poblaciones (ej: modelo de mancha-corredor-matriz, conectividad entre hábitat, redes de espacios protegidos, barreras ecológicas, influencia de la fragmentación sobre las poblaciones, etc...) y cuyo desarrollo ha producido una "hipertrofia" de este enfoque (Nogués, 2003).

En la actualidad, la Ecología del Paisaje es uno de los campos en los que se está trabajando más profundamente los patrones y causas de la desigual distribución de la biodiversidad sobre la superficie terrestre. Junto a ella, estudios de índole más biogeográfico, en un extremo, o ecológico en el otro se mantienen. Además, desde otras disciplinas se están apoyando estudios en este campo, como son la genética, la paleontología, la palinología, la climatología, etc. (Nogués, 2003).

Sin embargo a pesar de que el enfoque paisajístico integra los aspectos ambientales, sociales y económicos, no todos los trabajos conforman una metodología integral entre estos tres aspectos, algunos se encuentran más enfocados a los aspectos biológicos y otros a los efectos que ocasiona el hombre sobre el ambiente, por eso es importante conformar una metodología que cubra integralmente todos los puntos relevantes para el logro de un desarrollo sustentable.

La búsqueda de un paisaje sostenible, es decir la incorporación de la sostenibilidad en el proceso productivo y social, depende de alcanzar en el entorno del paisaje una eficiencia energética, utilizar tecnologías más apropiadas, lograr la equidad social, el ajuste del crecimiento a los potenciales y recursos naturales disponibles y la adaptación y responsabilidad en la toma de decisiones. Además se debe lograr un equilibrio en las características intrínsecas del paisaje como soporte geoecológico y socio-cultural de la sostenibilidad.

Esto permitirá alcanzar la concepción de paisaje sostenible visto como "un lugar donde las comunidades humanas, el uso de los recursos y la capacidad de carga se pueden mantener a perpetuidad".

La revisión de los modelos de paisaje deben ser a través del nuevo criterio de desarrollo sustentable para la planeación integral, basada en una mayor comprensión de lo que significan los sistemas ecológicos regionales en términos de productividad y los planes de ordenación del territorio mediante el entendimiento del funcionamiento de los paisajes (Cervantes, 1993).

### 2.3. Regionalización del paisaje

Estudios de diversa índole han utilizado la metodología de la ecología del paisaje para profundizar en los procesos que se desarrollan y comprender de una forma integral las problemáticas existentes de los ecosistemas. Este es el caso de los estudios realizados por O'Neill *et al.*, (1997), que en base a esta metodología valora la diversidad biológica y las condiciones ambientales a través de una serie de indicadores que permiten identificar la fragilidad del paisaje. Yemshanov y Perera (2002), aplican la ecología del paisaje en la realización de instrumentos de planeación para el manejo forestal. Así mismo, Nogués (2003), realizó un estudio con la metodología de ecología del paisaje para conocer la distribución espacial de la biodiversidad en Argentina; Lawler *et al.*, (2004), utilizan el enfoque paisajístico para conocer la distribución y la diversidad de hábitats favorables para algunas especies de vertebrados. Otros autores utilizan las técnicas de regionalización paisajista para analizar los cambios de cobertura y usos del suelo (Reyes *et al.*, 2006; y Guerra y Ochoa, 2006).

Sin embargo, la regionalización del paisaje es utilizada en mayor medida en los procesos relacionados con el ordenamiento del territorio como en el trabajo de Cruz (2000), que describe las técnicas y el método utilizado en la ordenación territorial de Abrae en Venezuela. Rojas (2001), describe el ordenamiento ecológico de Venezuela y la dinámica política territorial existente por el ingreso petrolero y Yemshanov y Perera (2002), analiza bajo un enfoque de ecología del paisaje la regionalización inglesa y la sustentabilidad.

En México, son varios los trabajos realizados para la ordenación del territorio, pero principalmente, se elaboraron bajo un enfoque de levantamiento geomorfológico, como son los diversos trabajos de Bocco *et al.*, (1996, 1999), Mendoza y Bocco (1998, 1999).

Algunos trabajos de ordenamiento ecológico presentan un enfoque morfopedológico como los realizados por el personal del desaparecido Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) hoy Instituto de Ecología, A.C. en el estado de Veracruz.

Otros ordenamientos del territorio han sido desarrollados bajo un enfoque de levantamiento geopedológico con algunas modificaciones específicas por ser un método con una clasificación jerárquica fácilmente apreciable o reconocible, auxiliar en la delimitación de unidades en una regionalización natural del terreno (Bocco *et al.*, 1996).

El enfoque paisajístico es más integral al ser sistémico en la interpretación de las unidades de mapeo por lo que fue utilizado por Cervantes y Alfaro (1988) al realizar el Ordenamiento Ecológico de la Región de la Pesca en Tamaulipas bajo un enfoque de la ecología del paisaje, este trabajo, define el procedimiento en el que manejó la información para lograr la síntesis geográfica-ecológica y su sistema de relaciones, como base para regionalizar el conocimiento de las funciones que animan la génesis, evolución, y desarrollo del paisaje natural y cultural, con lo que se logra un mejor dominio para la planificación del desarrollo sustentable, incluyendo la conservación de la biodiversidad y la vida silvestre (Cervantes, 1983; 1989; 1993; Cervantes y Vite, 1993).

Con la finalidad de desarrollar modelos de planeación ambiental que organicen el uso del territorio se han elaborado algunos trabajos con enfoques muy particulares que bien tratan de integrar una metodología paisajística no logran integrar todos los aspectos ambientales como es el caso de el levantamiento fisiográfico de suelos por la Universidad Autónoma de Chapingo (Arteta, 1975), la regionalización ecológica de SEDUE (1986 y 1988), el sistema fisiográfico de INEGI (Quiñones, 1987) y la metodología realizada por SEMARNAT, INEGI, SEDESOL, con colaboración del Instituto de Geografía de la UNAM para realizar los ordenamientos territoriales de los estados del país.

## 2.4. Indicadores de sustentabilidad

Los indicadores se pueden definir como medidas en el tiempo de las variables de un sistema que dan información sobre las tendencias de éste, sobre aspectos concretos que nos interesa analizar.

Un indicador es un signo, típicamente medible, que puede reflejar una característica cuantitativa o cualitativa, y que es importante para hacer juicios sobre condiciones del sistema actual, pasado o hacia el futuro. La formación de un juicio o decisión se facilita comparando las condiciones existentes con un estándar o meta existentes (Quiroga, 2001). Los indicadores son un medio de simplificar una realidad compleja centrándose en ciertos aspectos relevantes, de manera que queda reducida a un número manejable de parámetros. En la gestión ambiental se utilizan para tres propósitos: a) suministrar información sintética para poder evaluar las dimensiones de los problemas; b) establecer objetivos; y c) controlar el cumplimiento de los objetivos. Pueden utilizarse además para incrementar el grado de conciencia ciudadana (Bermejo, 2001).

Los indicadores de sustentabilidad conforme al sistema de Presión-Estado-Respuesta adoptado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE, 1991 y 1994), este sistema clasifica la información de los recursos naturales y ambientales con sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicos y proporciona información para la toma de decisiones en materia de desarrollo sustentable.

El esquema de Presión-Estado-Respuesta fue realizado originalmente por Statistics Canada en 1979, el esquema conceptual Presión-Estado-Respuesta (PER) fue retomado y adaptado por Naciones Unidas para la elaboración de algunos manuales sobre estadísticas ambientales, concebidos para su integración a los sistemas de contabilidad física y económica.

Paralelamente, ese esquema fue adoptado y modificado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que en 1991 desarrolló el esquema PER y en 1993 definió un grupo medular de indicadores ambientales en varios temas seleccionados para la evaluación del desempeño ambiental.

El esquema PER es una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y

sectoriales (tanto ambientales como socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas.

De acuerdo con la OCDE, un indicador puede definirse, de manera general, como un parámetro o valor, derivado de parámetros generales, que señala o provee información o describe el estado de un fenómeno dado –del ambiente o de un área específica- con un significado que trasciende el valor específico del parámetro.

## **2.5. El área en estudio: Llanura costera norte de Nayarit**

### **2.5.1. Ubicación geográfica**

La llanura costera norte de Nayarit, esta ubicada entre los 21°32' y 22°45' latitud Norte y los 105°15' y 105°50' longitud Oeste, limita al Norte por la colindancia con el río Cañas y el Estado de Sinaloa y al Sur por la Bahía de Matanchén, abarca los municipios de Huajicori, Rosamorada, Tecuala, Tuxpan, Ruiz, Santiago Ixcuintla y San Blas.

Los principales poblados localizados en el área son: Tecuala, Tuxpan, Rosamorada, Acaponeta, Quimichis, Mexcaltitán, Palmar de Cautla, Santiago Ixcuintla, Sentispac, Santa Cruz, San Andrés de las Haciendas, Pescadero, Pimientillo, Pericos, Unión de Corrientes, Palma Grande, Pesquería las Coloradas y San Blas en Nayarit.

### **2.5.2. Superficie**

El área cubierta por la región de la llanura costera norte de Nayarit es de aproximadamente 445 069 ha, de las cuales 200 000 ha son estuarinas y lagunar.

### **2.5.3. Descripción General**

La zona presenta un área con 157 barreras y lagunas paralelas con manglares que la hacen de las pocas regiones del mundo con estas características geoambientales. Existe una pequeña sierra con selva baja caducifolia a la orilla del mar, rodeada por una marisma con matorrales de manglar, que permiten una mayor diversidad de hábitat donde se concentran grandes poblaciones de aves marinas, así como flora y fauna local adaptada a estas condiciones tan particulares (Carrera y de la Fuente, 2003).

### **2.5.4. Hidrología**

La llanura costera está surcada por numerosos ríos y arroyos que nacen en la Sierra Madre Occidental y desembocan en las diversas lagunas o en el Océano Pacífico. Estas corrientes forman valles fértiles, en donde se ha concentrado la población. Todos los ríos de Nayarit pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico como el Acaponeta, el San Pedro Mezquital y el Huaynamota afluente del Santiago, nacen en el estado de Durango y forman cañones muy profundos en sus cuencas medias. Los principales ríos que atraviesan la región de Norte a Sur son: Acaponeta, San Francisco, Rosamorada, San Pedro, Río Grande de Santiago y San Blas.

En la llanura costera abundan aguas interiores o depósitos de agua, por lo cual se le ha dado el nombre de zona estuarina de Nayarit. Está formada fundamentalmente por

esteros, que junto con las aguas que provienen del desagüe de varios ríos y arroyos, constituyen lagunas que cubren una superficie de 920 km<sup>2</sup>.

### 2.5.5. Clima

El clima general para la región es semicálido subhúmedo Aw1(h'), con precipitaciones anuales superiores a los 1500 mm e influencia de vientos húmedos tipo monzón provenientes del mar. La temperatura media anual es de 26 a 28°C; con una temperatura máxima promedio anual de 30 a 34°C.

La precipitación total anual es de 800 a 1,200 mm con una humedad relativa anual mayor de 75% y una evaporación total anual de 1,800 a 2,000 mm. (INEGI, 1990).

### 2.5.6. Características ecológicas

#### 2.5.6.1. Flora

En general la vegetación presente es bosque tropical, manglar, palmar, vegetación halófila y acuática; la vegetación de dunas costeras está dominada por plantas rastreras como *Ipomoea pescaprae*.

Los manglares de Nayarit son los más extensos del Pacífico Mexicano, se desarrollan en las orillas de los esteros, desembocadura de ríos y otros cuerpos de agua costeros. Se presentan en áreas con suelo de origen inundados periódicamente por aguas salobres o salinas. Este tipo de vegetación carece de elementos herbáceos y está dominado por *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*.

El Palmar o bosque de Orbignya se presenta en sitios perturbados, próximos al litoral, sobre arenas profundas y bien drenadas. La especie dominante es palma de coco de aceite (*Orbignya guacoyule*) y otras especies, como la higuera y chalata (*Ficus sp.*), están presentes esporádicamente.

La selva baja caducifolia se localiza generalmente desde los 0 hasta 1,000 msnm. Presenta dos estratos arbóreos y del 50 al 75% de las especies del dosel pierden las hojas durante la época de secas. Las especies más conspicuas de esta vegetación son el cedro macho (*Sciadodendrom excelsum*) y primavera (*Tabebuia donell-smithi*).

La vegetación halófila se localiza a lo largo de la costa, en altitudes menores a 10 m, sobre terrenos planos sujetos a inundaciones marinas y que tienen depresiones en las que la acumulación de sales es alta y el drenaje es lento. Las especies de plantas halófitas más comunes son *Salicornia spp.*, *Batis spp.*, *Sesuvium portulacastrum*, *Suaeda brevifolia*, *S. ramosissima*, *Salicornia europaea*.

La vegetación acuática está constituida por especies cosmopolitas de amplia distribución. Se distinguen tres tipos de comunidades: Tular, que son monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto con hojas angostas o que carecen de órganos foliares, arraigadas al fondo en cuerpos de agua poco profundos y con corriente lenta, las asociaciones más frecuentes están dominadas por *Thypha spp.*, *Scirpys spp.* y *Cyperus spp.*; vegetación flotante, que son plantas que flotan en la superficie del agua, ya sea arraigadas o

desprovistas de órganos de fijación, distribuidas en aguas dulces o someramente salobres de corriente lenta, destacan *Eichornia crassipes* y *Nymphaea spp* y en la Laguna de Agua Brava están presentes unhas cuantas algas confinadas a las raíces de los mangles, por ejemplo: *Bostrychia radicans*, o flotando junto a la orilla, motas mas o menos grandes de *Enteromorpha plumosa* o *E. dathrata*.

### 2.5.6.2. Fauna

En la llanura costera, fuera del medio acuático, se encuentran poblaciones representativas de iguanas, murciélagos, jaguares, armadillos, liebres, conejos, zorras, venados. Actualmente la fauna está clasificada como neotropical, es diversa y presenta un número considerable de especies endémicas, migratorias, en peligro de extinción y de importancia económica. La diversidad de la fauna es asociada a la heterogeneidad ambiental de la zona. En Nayarit, se han reportado 343 especies de vertebrados. De éstas, por lo menos 60 se encuentran en peligro de extinción, especialmente por sobreexplotación y destrucción del hábitat, y 51 son endémicas. Dentro de las especies relevantes se encuentra el jaguar (*Felis onca*), el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), la guacamaya verde (*Ara militaris*) y arriban a sus playas cuatro especies de tortugas marinas la prieta (*Chelonia mydas*), la laúd (*Demochelys coriacea*), la carey (*Eretmochelys imbricata*) y la golfinia (*Lepidochelys olivacea*), (Carrera y de la Fuente, 2003).

En la región costera de Nayarit se han registrado 98 especies de mamíferos (22% del total nacional).

Existen 252 especies de aves, de las que el 60% son residentes y el resto son migratorias. De las especies de aves migratorias acuáticas que llegan al área se incluyen a las aves playeras de las que se han llegado a censar 24,746 aves, estimándose un total de 110,000 playeros en una temporada (Carrera y de la Fuente, 2003).

### 2.5.7. Importancia ecológica

De las 445 069 ha de la llanura costera norte de Nayarit, 113 248 ha son manglares, representan del 15 al 20% de la totalidad de los manglares de México, los más extensos del Pacífico mexicano, la zona es conocida como Marismas Nacionales (Carrera, 2003).

Marismas Nacionales es reconocido como humedal de importancia internacional por la Convención RAMSAR el 22 de Junio de 1995, caracterizado como un humedal representativo que desempeña un papel hidrológico, biológico y económico significativo en el funcionamiento natural de una cuenca hidrográfica o sistema costero extenso de cañadas y que abarca dos estados.

En diciembre de 1992 Marismas Nacionales es reconocida por su importancia en la conservación de aves acuáticas, como sitio de las Reservas de la Red Hemisférica de Aves Playeras.

El Programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA por su nombre en español) en 1998 identificó y decreto a Marismas Nacionales como sitio AICA.



CÔNABIÓ (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) en 1998, la denomina como Región Terrestre, Hidrológica y Marina prioritaria para su conservación.

DUMAC, por medio de conteos de poblaciones de aves desde los años 60', 70' y 80' identificó a 28 humedales como áreas de invernación en México de aves migratorias, dentro de estas se encuentra Marismas Nacionales que es clasificada como una de las 6 principales zonas de Humedales Prioritarios para las Aves Acuáticas.

Utilizando el criterio de Clasificación de la Convención RAMSAR (1995), la región de Marismas Nacionales presenta los siguientes tipos de humedal:

- ✓ Costas de arena/guajarras (incluyendo sistemas de dunas).
- ✓ Aguas estuarinas.
- ✓ Bajos mareales arenosos (incluyendo bajos de intermarea y bajos salitrosos).
- ✓ Pantano salitroso.
- ✓ Bosques de manglar/de marea.
- ✓ Lagunas costeras salobres/salinas.
- ✓ Ríos/corrientes/riachuelos: permanentes, estacionales / intermitentes.
- ✓ Lagos/ pantanos salinos/ salobres: permanentes, estacionales/ intermitentes.
- ✓ Pantanos / estanques dulce acuícolas: permanentes, estacionales / intermitentes.
- ✓ Humedales de llanuras de inundación, tales como pastizales o bosques estacionalmente inundados y hábitat de humedal dominantes

## 2.5.8 Disturbios e Impactos

La zona tiene alteraciones producidas por el alto número de asentamientos humanos; se observa un descenso considerable en el nivel del agua en el norte y este de las marismas. Asimismo la explotación pesquera comercial, la acuícola, la agropecuaria y el desarrollo turístico que ha tenido en los últimos años el área, y la actividad cinegética sin regulación alguna, producen un grave descenso en las poblaciones faunísticas (SEMARNAT, 2001).

Durante más de 20 años se han intensificado las modificaciones de las condiciones naturales de las corrientes en la laguna. La zona ha sufrido severa alteración de sus corrientes interiores: los canales de las barras paralelas han sido cortadas transversalmente por carreteras o por canales de navegación menor, por redes fijas (los "tapos").

De acuerdo al taller de planeación para Marismas Nacionales, organizado por SEMARNAT (2001), existen cuatro factores que intervienen en la hidrodinámica del sistema estuarino de la llanura costera norte.

1. La boca artificial del canal de Cuautla de iniciar con un ancho de no más de 100 m y una profundidad de no más de 5 m, hoy la anchura es de cerca de un kilómetro y la profundidad de 26 m, avanza con una tasa creciente, que hoy alcanza los dos metros diarios. Recientemente se formó al Norte del río San Pedro otro canal, de 15 m de ancho proyectado a 5 km de largo.

2. La disminución de flujos y aporte de agua dulce en la cuenca media que "bañaban" a la llanura costera norte por la construcción de carreteras paralelas a la costa. Las aportaciones de agua dulce se quedan en la parte terrestre y no llegan a la costa o marisma.

3. Las presas de Aguamilpa y el Cajón, retiene sedimentos y volumen de agua, que elimina aporte de fertilizante natural en forma de materia orgánica disuelta.

4. La sobreexplotación de recursos naturales en general; pesca de camarón en lagunas interiores, cacería furtiva de aves canoras y ornato, colecta de vara y poste de manglar, aprovechamiento de bancos de material, etc.

### III. METODOLOGÍA

La regionalización del paisaje de la llanura costera norte de Nayarit se obtuvo a partir del análisis de tres mapas temáticos (geomorfo-edafológico; cobertura del terreno y uso del suelo y caracterización socioeconómica), bajo el enfoque de la ecología del paisaje propuesto por Kandus (2003); en este proceso se utilizó el sistema de información geográfica ArcView 3.2 y un sistema jerárquico de clasificación de unidades.

El mapa temático geomorfo-edafológico se obtuvo siguiendo a Zinck (1996), cuyo enfoque metodológico se basa en la descripción de las unidades del relieve en función de su génesis y procesos modeladores actuales, además de identificar los procesos y tipos de suelos formados en cada unidad descrita. Las unidades definidas en este trabajo se agruparon en ambientes, paisajes y subpaisajes geomorfológicos, partiendo del análisis del relieve costero sobre fotografías aéreas digitales (INEGI, 1995). Por otra parte, se utilizaron en el SIG datos georeferenciados de 166 perfiles de suelos descritos para la zona de estudio por el INEGI (2002) y Bojórquez *et al.* (2003), a los cuales se les actualizó la clasificación con base en la WRB (FAO, 2006), 40 de los perfiles fueron descritos por los autores durante el desarrollo de este trabajo. Posteriormente, los perfiles de suelos fueron asociados en el SIG a las unidades del relieve para identificar los tipos de suelos predominantes en cada unidad.

El mapa temático de cobertura del terreno y uso del suelo se diseñó con la propuesta metodológica de Vargas (1992), que consiste en una clasificación jerárquica en niveles categóricos tomando como criterio los tipos de coberturas, la condición o cualidad, dedicación o manejo e incluso la función o identidad. Se utilizó como fuente de información primaria ortofotos digitales con resolución de 2 m (INEGI, 1995). En este trabajo se identificaron coberturas del terreno con dos niveles jerárquicos (gran grupo y grupo) y se asignaron los usos del suelo a partir del uso de la cartografía de uso del suelo y vegetación del área y de siete recorridos de campo. Para la definición de los tipos de cobertura vegetal se utilizó la clasificación de Rzedowski (1988).

Con el programa ArcView se realizó la sobreposición de los mapas geomorfo-edafológico y cobertura y uso del suelo y se enlazaron las bases de datos para conformar las unidades ecológicas.

El mapa temático de caracterización socioeconómica consistió en la integración del mapa de dotación agraria con indicadores de sustentabilidad conforme al sistema de

Presión-Estado-Respuesta adoptado por la Organización para la Cooperación y el desarrollo OCDE (1991), primero a nivel municipal y posteriormente a nivel ejidal.

Para la realización de los indicadores de sustentabilidad se recopilaron datos existentes de la zona, como el censo 2000 y conteo de población 2005 de INEGI y los datos estadísticos de algunas dependencias como SAGARPA, SEDER, CNA y SEMARNAT. De estos indicadores se escogieron aquellos que describen con más precisión las características socio-económicas de la población y a cada uno de estos, se les dio un nivel de valor como se indica a continuación:

Cuadro 1 Valores de los indicadores de Presión-Estado-Respuesta

NUMERO	VALOR
1	Muy Bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto

Los indicadores se agruparon de acuerdo a su origen para obtener un solo valor, promediando todos los indicadores correspondientes a un grupo, de la siguiente manera:

*A. Indicadores de población*

- Población
- Densidad poblacional
- Población masculina
- Hogares con jefatura masculina
- Población menores de 17 años
- Población mayores de 18 años

*B. Indicadores de migración*

- Migración
- Emigración
- Inmigración

*C. Indicadores de educación*

- Analfabetas
- Población menor de 17 años que no asiste a la escuela
- Población mayor de 18 años que termino la educación media
- Población mayor de 18 años que tiene educación media superior.
- Población mayor de 18 años que tiene educación superior
- Población mayor de 18 años que tiene educación postgrado
- Población mayor de 18 años que no tiene educación primaria

*D. Indicadores de salud*

- Población sin servicios de salud
- Población discapacitada
- Mortandad
- Natalidad

#### *E. Indicadores de servicios*

- Viviendas
- Viviendas particulares
- Viviendas ocupadas
- Viviendas con pared de cartón
- Viviendas con techo de cartón
- Viviendas con agua
- Viviendas con drenaje
- Viviendas con electricidad
- Viviendas con agua y drenaje
- Población por vivienda

#### *F. Indicadores de bienes*

- Viviendas propias
- Viviendas pagándose
- Viviendas rentadas
- Viviendas sin bienes
- Viviendas con radio
- Viviendas con televisión
- Viviendas con video
- Viviendas con refrigerador
- Viviendas con teléfono
- Viviendas con calentador
- Viviendas con automóvil

#### *G. Indicadores de Economía*

- Población económicamente activa
- Población económicamente inactiva
- Población ocupada
- Población en actividades primaria
- Población en actividades secundarias
- Población en actividades terciarias
- Población sin ingreso
- Población reciben menos de un salario mínimo
- Población reciben de 1 a 2 salarios mínimos
- Población reciben de 2 a 5 salarios mínimos
- Población reciben de 5 a 10 salarios mínimos
- Dependencia económica

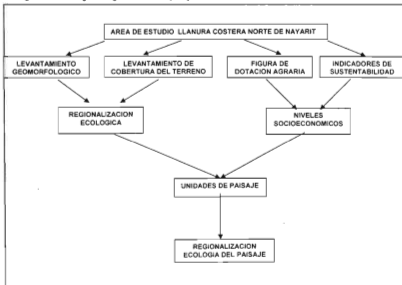
#### *H. Indicadores de impacto ambiental*

- Aguas residuales
- Generación de desechos sólidos
- Uso de agua
- Contaminación atmosférica
- Deforestación

En la fase final se realizó la integración de las unidades ecológicas con la caracterización socioeconómica para obtener una regionalización del paisaje de llanura costera norte de Nayarit; cada unidad de paisaje cuenta con los datos correspondientes a:

- Ambientes.
- Regiones geomorfológicas
- Paisajes geomorfológicos
- Subpaisajes geomorfológicos
- Gran grupo de coberturas y usos del suelo
- Grupo de coberturas y usos del suelo
- Nivel socioeconómico

Figura 1 Metodología de Regionalización del paisaje



## IV RESULTADOS

### 4.1. Regionalización ecológica

#### 4.1.1. Relieve y geomorfología

El origen de la llanura está muy relacionado con las transgresiones marinas ocurridas durante el Cuaternario, a partir del Pleistoceno tardío y durante el Holoceno, según criterios de Contreras (1988) y Curray *et al.*, (1969), durante la última glaciación hace aproximadamente 18 000 años se tuvo una elevación del nivel marino que cubrió toda esta llanura. Ya en el Pleistoceno tardío y comienzos del Holoceno se mantiene esta situación, hasta que hace 4750-3600 años comienza un cambio del litoral, conjuntamente con los movimientos neotectónicos de levantamiento del relieve. Es a partir de este momento que tiene lugar un comportamiento regresivo del mar fenómeno que perdura hasta estos momentos.

Debido a las transgresiones y regresiones del mar, en el Pleistoceno tardío, en los períodos de bajos niveles del mar, los ríos edificaron un vasto y complejo sistema deltaico sobre lo que hoy es gran parte de la plataforma continental correspondiente al estado de Nayarit, lo cual hace aún más compleja la interpretación de la influencia de los factores de formación de suelos en relación con los diferentes grupos y unidades de suelos que se presentan en la región.

Esta Llanura Costera del Pacífico en la parte de Nayarit, fisiográficamente presenta la Subprovincia del Delta del Río Grande de Santiago, la cual involucra tres sistemas de topoformas la llanura deltaica, marismas con lagunas costeras y las barras paralelas de antiguas líneas de costa o cordones litorales.

##### 4.1.1.1 Levantamiento geomorfoedafológico

Los resultados obtenidos fueron: 2 ambientes, que conforman 2 grandes regiones geomorfológicas, a la vez subdivididas en 6 paisajes geomorfológicos y estos en 11 subpaisajes (Cuadro 2)

La llanura costera norte de Nayarit comprende una extensión aproximada de 445 069 ha, la cual está conformada por dos ambientes principales el ambiente acumulativo y el ambiente erosivo.

##### 4.1.1.2 Ambientes

La llanura costera norte de Nayarit presenta dos tipos de ambientes principalmente acumulativos y erosivos, los primeros corresponden al 89.46 % de la superficie total y conforma la zona de acumulación de sedimentos tanto de los procesos hídricos de los ríos como de la zona marina, es identificada como la región geomorfológica de la Llanura Costera (Figura 2).

El ambiente erosivos corresponden 10.53 % de la superficie total de la llanura y comprenden los lomeríos y elevaciones aisladas que por su conformación se encuentran en un proceso erosivo (Figura 2).

#### 4.1.1.3. Regiones Geomorfológicas

Las regiones geomorfológicas son la llanura costera como tal y las elevaciones aisladas, la primera presenta una superficie aproximada de 398 202 ha que es el 89.46 % de la superficie total de la zona de estudio y es el 16% de la superficie Estatal. La llanura costera a la vez se estructura de la llanura deltaica, la llanura salina con lagunas costeras conocido como "Marismas" y cordones litorales (Figura 2).

Las elevaciones aisladas representan una pequeña porción de la llanura costera 46 867 ha, 10.53% de la superficie total; y esta constituida por lomas y cerros con alturas entre los 20 a 600 msnm (Figura 2).

Cuadro 2 Leyenda geomorfoedafológica de la Llanura costera norte de Nayarit.

AMBIENTES	REGIONES GEOMORFOLOGICAS	PAISAJES GEOMORFOLOGICOS	SUBPAISAJES
Acumulativos 398 202 ha 89.46 % sup total	Llanura costera 398 202 ha 89.46 % sup total	Llanura deltaica 203 150 ha. 45.64%	Llanura fluvial de inundación actual 15 724 ha. 3.53%
			Llanura fluvial superior 79 715 ha. 17.91%
			Llanura fluvial intermedia 48 322 ha. 10.85%
			Llanura baja con influencia fluvio-marina 59 389 ha. 13.34%
		Llanura salina con lagunas costeras "Marismas" 137 857 ha. 30.97%	Llanura de inundación mareal ordinaria 78 196 ha. 17.86%
			Llanura de inundación mareal alta 59 661 ha. 13.40%
		Cordones litorales 57 195 ha. 12.85%	Barras paralelas 55 786 ha. 12.53%
			Playas y dunas costeras 1 409 ha. 0.31%
Erosivos 46 867 ha. 10.53 % sup total	Elevaciones Aisladas 46 867 ha. 10.53 % sup total	Estructuras modeladas aisladas. 46 867 ha. 10.53 % sup total	Estructuras modeladas de composición andesítica 956 ha. 0.21%
			Estructuras modeladas de composición ácida 45 067 ha. 10.12%
			Estructuras modeladas de composición basáltica 844 ha. 0.18%

#### 4.1.1.4 Paisajes Geomorfológicos

Los paisajes geomorfológicos de la zona de estudio se integran en: llanura deltaica, llanura salina con lagunas costeras "Marismas", cordones litorales y estructuras modeladas aisladas.

La llanura deltaica corresponde a la zona de sedimentación conformada por los deltas de los ríos principales de este sistema que son el Acaponeta, San Pedro, Baluarte, Cañas, Río Grande de Santiago y San Blas.

Es decir, un delta es la estructura de materiales aluviales de forma de un manto cónico triangular que construye un río al desembocar en el mar; en esta zona son siete ríos que influyen por lo que la llanura es la que presenta una mayor extensión con 203 150 ha, 45.64% de la superficie total de la llanura costera norte de Nayarit (Figura 2).

En la llanura deltaica existe un claro predominio de fenómenos fluviales representados, por una serie de canales que delimitan zonas casi llanas o pequeñas depresiones limitadas por los márgenes de éstos y ocupadas por cuerpos de agua.

La presencia de procesos dinámicos se manifiesta en la erosión (cauce) y acumulación a lo largo de la llanura de inundación (terrazas y diques). Presenta cuatro paisajes principales: llanura fluvial de inundación actual, llanura fluvial superior, llanura fluvial intermedia y llanura baja con influencia fluvio-marina.

La llanura salina con lagunas costeras conocido como "Marismas" son áreas bajas y pantanosas, que se inundan periódicamente con mareas y marejadas, se encuentran enmarcadas por la llanura deltaica y los cordones litorales, representa 30.97% del sistema con una superficie de 137 857 ha, su mayor extensión se localiza en el sistema lagunar Agua Brava-Mexcalitán y disminuye hacia San Blas, está conformada por los subpaisajes de llanuras de inundación mareal ordinaria y alta (Figura 2).

Los cordones litorales son formados por la acumulación de sedimentos marinos y sedimentos aportados por los ríos. Por la acción de las corrientes litorales y el movimiento de las olas; que golpean, desprenden y transportan sedimentos; se forman las barras y crestas; los cuales son extensos depósitos arenosos que se han acumulado paralelamente al litoral y que sirven de barreras para el desagüe libre de las planicies aluviales.

Esta geoforma está integrada por barras paralelas, la zona de playa y dunas costeras, con una extensión de 57195 ha., que representa 12.85% de la zona de estudio, predominan en los municipios de Santiago Ixcuintla y Tecuala. Las estructuras modeladas aisladas a su vez, se dividen en estructuras modeladas de composición andesítica, ácida y basáltica (Figura 2).

#### 4.1.1.5 Subpaisajes

Las unidades de subpaisaje son las que a continuación se describen:

1. Llanura fluvial de inundación actual.
2. Llanura fluvial superior
3. Llanura fluvial intermedia
4. Llanura baja con influencia fluvio-marina



5. Llanura de inundación mareal ordinaria
6. Llanura de inundación mareal alta
7. Barras paralelas
8. Playas y dunas costeras
9. Estructuras modeladas de composición ácida
10. Estructuras modeladas de composición basáltica

La llanura fluvial de inundación actual, es parte de la llanura deltaica, se encuentra en los cauces fluviales actuales con fluvioles sometidos a la acción de la inundación sistemática de los ríos Santiago, San Pedro y Acajoneta, comprende dos tipos de niveles de terrazas de inundación extraordinaria y excepcional que están expuestas a fuertes procesos de erosión de los taludes y de depósito de materiales fluviales.

Las unidades de este subpaisaje se localizan en los cauces de los ríos Acajoneta, San Pedro y Santiago conformando una superficie total de 15 724 ha 3.53 % de la superficie de la llanura costera (Figura 3).

La unidad de subpaisaje de llanura fluvial de inundación actual es la que presenta la mayor superficie territorial corresponde al cauce del río Santiago con 9 455 ha, le sigue por extensión el río San Pedro con 4 306 ha. Por último el río Acajoneta con 1 963 ha (Figura 3).

La llanura fluvial superior se localiza en la parte superior de la llanura deltaica y esta conformada por los elementos de paisaje de llanura aluvial superior y superficies de depresión.

Este subpaisaje corresponde a una planicie inclinada que se extiende desde el pie del sistema montañoso y que ha sido formada por la sedimentación de las corrientes de agua que emergen de los terrenos elevados a las zonas más bajas, incluye una amplia llanura y los antiguos cauces abandonados, algunos forman depresiones que se encuentran inundados formando pequeñas lagunas.

La llanura fluvial superior comprende terrazas antiguas que ya no están sometidas a la acción periódica fluvial, se encuentra en las alturas de 10 a 20 m y se pueden ubicar principalmente en la parte inicial de los abanicos deltaicos de los ríos formando extensas planicies. Esta zona presenta una superficie de 79 715 ha., que es 17.91% de la llanura costera y es el subpaisaje más grande de la llanura deltaica (Figura 3).

La llanura fluvial intermedia, constituye en general el segundo nivel de terraza fluvial, a partir de la cual los ríos se desbordan en avenidas extraordinarias, lo que tiene lugar la influencia fluvial, se encuentra en alturas de 5 a 10 m.

Esta unidad de subpaisaje se conforma por llanuras aluviales intermedias y de desborde, es una zona plana y más alejada de la sierra, presenta varios ríos de cauce meándrico y otros abandonados, con diques naturales de los ríos y bacines bien definidos. Al igual que el paisaje anterior las superficies de depresión forman cuerpos de agua y los cauces de los ríos son más lentos; tiene una superficie de 48 322 ha; 10.85% de la llanura costera (Figura 3).

La llanura baja con influencia fluvio-marina es la última unidad de subpaisaje de la llanura deltaica, representa 13.34 % de la llanura costera, es decir tiene una superficie de 59 389 ha.

Este subpaisaje está conformado por geoformas de llanura aluvial con inundación estacional, llanura aluvial salobre con inundación estacional, al igual que, por cauces, paleocauces y esteros. Es decir, la llanura fluvial baja con influencia marina, corresponde a una zona de transición entre el sistema continental y el marino, presenta inundación temporal por influencia fluvial de los ríos, e influencia del mar por efecto de marea por los brazos de crecida (esteros) o de manera freática.

Se encuentra entre la llanura fluvial intermedia y la llanura salina con lagunas costeras, tiene como característica la acumulación temporal o permanente de agua de lluvia y una alta evapotranspiración durante la estación seca lo que provoca concentraciones de sales en la superficie, también presenta una influencia marina en las aguas freáticas.

La llanura de inundación mareal ordinaria pertenece al paisaje de llanura salina con lagunas costeras conocido como "Marismas", corresponde a las llanuras que presentan influencia de agua de marea, las cuales se forman con las corrientes marinas que fluyen hacia adentro o afuera de los estuarios y lagunas, a través de pasos o bocanadas (canales de marea), que con gran fuerza y rapidez socavan las aberturas, lo que permite mantenerlas libres de rellenos arenosos. Por otro lado, las corrientes de marea llevan en suspensión una carga abundante de materiales finos, que más tarde se colmatan en las lagunas dando lugar a planicies de lodo o fango que quedan al descubierto en bajar y cubiertas en pleamar. Las geoformas que se identificaron son planicies con influencia de inundación mareal ordinaria (baja), canales y esteros mixtos, lagunas costeras e islas.

Las marismas bajas son llanuras sujetas a inundaciones con agua marina durante una temporada del año, por esta razón se presenta un alto contenido de sales, esto ocasiona, que durante la temporada de estiaje, se observe claramente una superficie blanquecina, de la misma forma los canales, lagunas y esteros que se localizan en esta llanura son de agua salobre; conforma 17.56 % de la superficie total de la llanura costera al tener una extensión de 78 196 ha (Figura 3).

La llanura de inundación mareal alta al igual que el subpaisaje anterior, pertenece al paisaje denominado "Marismas", tiene una superficie de 59 661 ha que es 13.4 % de la llanura costera; presenta como elementos de paisaje: marismas altas, islas y bancos de arena (Figura 3).

Las marismas altas son la zona de manglares, es decir, donde se localiza las especies vegetales conocidas con el nombre común de mangle; estos son árboles que crecen en agua salobre y que utiliza sus largas raíces como pivotes, donde son atrapados los sedimentos que han sido transportados por las mareas.

Las barras paralelas pertenecen al paisaje de cordones litorales que como fue explicado anteriormente su conformación se debe a partir de los sedimentos que llegan al mar aportados por los ríos, los cuales transportan las arenas y demás sedimentos en suspensión hasta formar un depósito alargado a manera de camellón, que se extiende

paralelo a la costa por varios kilómetros; depósitos que en esta zona han obstruido parcialmente la salida directa al mar de los escurrimientos de los ríos encerrando parte de los escurrimientos de la costa para formar de esa manera grandes sistemas lagunarios (Agua Brava, Mexcaltitán y San Blas).

Estas barras se pueden clasificar en altas, intermedias y bajas, varias de ellas se encuentran permanentemente inundadas lo que forman pequeños cuerpos de agua. Presenta una superficie de 55 786 ha., que corresponde al 12.53% de la llanura costera, los municipios de Tecuala y Santiago de la zona norte es la que tiene mayor extensión, disminuyendo en la parte sur de San Blas (Figura 3).

Playas y dunas costeras, este subpaisaje es la unidad más pequeña de la llanura costera con 1 409 ha, 0.31% de la superficie total de la zona de estudio; es la de mayor acumulación de sedimentos marinos a lo largo del litoral y bancos de arena que forman a las dunas costeras (Figura 3).

Estructuras modeladas de composición andesítica, este paisaje geomorfológico esta conformado por superficies niveladas de conglomerados de origen volcánicos y pertenecen a la sierra volcánica nayarita, se localizan en el sur del municipio de San Blas y tienen una extensión de 956 ha., que representa 0.21% de la llanura costera norte de Nayarit. (Figura 3).

Las estructuras modeladas de composición ácida se localizan al pie de la sierra formando una unidad de 40 000 ha en la parte norte de la llanura y otras dos unidades más pequeñas de 984 ha en el municipio de Tuxpan y de 3 377 ha entre los municipios de Santiago Ixcuintla y San Blas, en total estas estructuras constituyen una superficie aproximadamente de 45 067 ha; 10.12% de la superficie de la llanura costera; este paisaje geomorfológico es de origen volcánico y de composición andesítica, se conforma por laderas y lomeríos aislados con valles (Figura 3).

Las estructuras modeladas de composición basáltico son elevaciones aisladas que se localizan principalmente en el municipio de San Blas y que no superan los 200 metros de altitud, con una inclinación del terreno moderada, en bahía de Matachén se ubica una de estas elevaciones que esta en contacto con el mar y que por la acción de este presenta acantilados.

## **4.1.2 Suelos**

### **4.1.2.1 Material de origen**

El material de origen está representado por sedimentos, ya sean fluviales y/o marinos. El carácter de los mismos está en dependencia del tipo de roca y corteza de intemperismo que se desarrolla en los relieves más altos, de las sierras y del carácter arenoso de los depósitos marinos.

Para la zona centro-sur, el material de las partes altas está constituido en general por cortezas de intemperismo de color café rojizo a rojo, que cuando son sedimentados en el llano, le imparten cierto tono rosado a rojizo al suelo. También se tienen materiales de origen volcánico (cenizas y pómez) y otros minerales como la mica.

#### 4.1.2.2 Pedogénesis: formación y evolución de los suelos

La pedogénesis está muy ligada a los periodos de sedimentación y regresión marina, así como al carácter de los sedimentos y tipo de vegetación predominante.

En general la sedimentación de materiales en relieves más jóvenes conlleva a la formación de suelos de perfiles AC, que en el caso de influencia fluvial vigente, se caracterizan por diferenciación de las partículas mecánicas y/o diferenciación del contenido de carbono en el espesor del perfil del suelo.

También se tiene que puede formarse suelos por las transgresiones marinas que dejan un sedimento arenoso potente, entonces la formación del suelo en ese caso es de perfil AC, pero de textura arenoso en todo el espesor de un metro o mayor.

Hay que considerar que la influencia marina conlleva además a la salinización de los depósitos tanto marinos como fluvio-marinos. Entonces la evolución del suelo estará muy relacionada con el lavado de las sales y las transformaciones mineralógicas, biológicas y fisico-químicas que tendrán lugar a medida que se vaya "purificando" los sedimentos de las sales heredadas durante las transgresiones marinas.

En este sentido, un rol importante lo tiene el clima que es cálido y subhúmedo, con precipitaciones que oscilan entre 1000 – 1500 mm anuales, que evidentemente conlleva a procesos de lavado en el suelo, la edad de la llanura, y la textura ligera de los sedimentos (franco, franco limoso, franco arenoso hasta arenoso).

En las llanuras altas, situadas mas cerca de la isoyeta de 1500 mm, el lavado de las sales es más intenso y en 3000 años prácticamente pierde todas las sales en el espesor del suelo, quedando solamente en algunos casos un poco de sodio intercambiable (6-14% de saturación por sodio) en algunos perfiles de suelos. En este caso el carácter AC de formación de suelos inicial (proceso aluvial), pasa a formar un perfil de horizonte ABC (con proceso de formación de arcillas o sialitización), o de suelos con un horizonte A más potente (subdividido en A<sub>11</sub>, A<sub>12</sub>, A<sub>13</sub>), con una fuerte humificación (proceso de acumulación de humus). Además en las depresiones del relieve, es posible encontrar suelos afectados por hidromorfía, que presentan proceso de gleyzación. (Bojórquez y Hernández 2004)

De esta forma, en estas llanuras los suelos principales son Cambisoles, Feozems y Fluvisoles; sin sales, en pocos casos hiposódicos y a veces con gleyzación. En el cuadro 2 se pone la relación de las Unidades de suelos clasificadas según el WRB, con el número de perfil correspondiente.

En las llanuras intermedias, también el proceso de lavado de sales ha ocurrido, los perfiles de suelos estudiados no presentan sales, pero si es notable la manifestación de la acumulación de sodio intercambiable (hiposódico), e incluso hay perfiles que lo presentan debajo de los 100 cm de espesor, que en la clasificación utilizada ya no puede incluirse como hiposódico. Aquí los suelos son también Cambisoles, Feozem y Fluvisoles.

Sin embargo, en la llanura fluvial baja con influencia marina, más joven y alejada de la cota de 1500 mm, el lavado de sales es menos intenso, hay subunidades de suelos sálico, endosálico, sódico e hiposódico y prácticamente hay muy poca formación de Feozem. La

formación restringida de los Feozem en esta llanuras debido a que con la presencia de sales la cobertura vegetal es más pobre y hay menos aporte de materia orgánica al suelo, además de que la actividad biológica del suelo por el pH más alto se disminuye considerablemente; en estas condiciones la humificación del suelo es mucho menor y por eso no representa una faja de formación de Feozems, sino de Cambisoles flúvicos (la sialitización es menos intensa) y Fluvisoles con acumulaciones de sales y/o de sodio cambiante y algún que otro Solonetz o suelo Sódico.

En las llanuras fluviales actuales, donde está activo el proceso aluvial (flúvico), solamente se identifican Fluvisoles, lo cual es lógico debido al rejuvenecimiento que hacen los ríos por las inundaciones periódicas, que se manifiestan por la presencia de material flúvico en los primeros 50 cm de espesor del suelo.

A continuación se presentan los suelos que se identificaron en los diferentes niveles geomorfológicos de la llanura, los cuales su formación y características están relacionadas estrechamente con cada nivel geomorfológico y los factores que inciden en ellos.

Se revisaron 85 perfiles en los que se identificaron 7 Grupos de suelos con numerosas Unidades, con base a la clasificación del World Reference Base. Los grupos de suelos que se presentan, por orden de frecuencia son: Cambisoles, Feozems, Fluvisoles, Solonchaks, Arenosoles, Regosoles y Gleysoles (Cuadro 3).

Existe una correspondencia suelo, evolución del paisaje y lavado de las sales, evidenciándose que los suelos más representativos de la llanura fluvial son Cambisoles, Fluvisoles y Feozems.

En la zona de influencia de las mareas, se presentan los Solonchaks, en las barras paralelas Arenosoles y Regosoles y en toda la región hay una influencia del agua muy fuerte, sobre todo en la llanura baja, las marismas y en las barras, con la penetración de las aguas de mar, conllevando actualmente a la salinización de los suelos. Los suelos más cultivados (Cambisoles) presentan degradación por compactación y pérdida de fertilidad.

Debido a la explotación por cultivos intensivos y al problema de las sales presentes en diferentes suelos, se presenta en la zona de uso agrícola problemas de drenaje, disminución de la fertilidad y degradación del suelo.

Cuadro 3 paisajes geomorfoedafológicos de la Llanura costera norte de Nayarit

AMBIENTES	REGIONES GEOMORFOLOGICAS	PAISAJES GEOMORFOLOGICOS	SUBPAISAJES	SUELOS
Acumulativos	Llanura costera	Llanura deltaica	Llanura fluvial de inundación actual	Fluvisoles
			Llanura fluvial superior	Cambisol Fluvisol
			Llanura fluvial intermedia	Cambisol Fluvisol Feozem
			Llanura baja con influencia fluvio-marina	Cambisol Fluvisol Feozem
		Llanura salina con lagunas costeras "Manismas"	Llanura de inundación mareal ordinaria	Solonchaks
			Llanura de inundación mareal alta	Solonchaks
		Cordones litorales	Barras paralelas	Arenosoles Regosoles
			Playas y dunas costeras	Arenosoles Regosoles

#### 4.1.3 Cobertura y uso del suelo

Como resultado del levantamiento de cobertura del terreno y uso del suelo se obtuvieron 5 unidades correspondientes a gran grupo y 10 unidades a grupo, 53% de la superficie de la llanura costera está cubierta por vegetación inducida como es la agricultura y las zonas de pastoreo, 36% presenta vegetación natural principalmente cubierto de manglar, 2% tiene áreas modificadas por los asentamientos humanos y 9% tienen cuerpos de agua.



Gráfica 1 Cobertura del terreno y uso del suelo

**Cuadro 4 Cobertura del terreno y usos del suelo**

GRAN GRUPO	GRUPO
Áreas modificadas 9 224 ha 2.07%	Infraestructura, Acuicultura de Camarón 2 660 ha 0.60%
	Asentamientos humano 6 564 ha 1.47%
Cuerpos de agua 40 201 ha 9.03%	Cuerpos de agua 40 201 ha 9.03%
Tierras desnudas 1 387 ha 0.31%	Playas 1 387 ha 0.31%
Vegetación inducida 232 205 ha 52.18%	Cultivos 232 205 ha 52.18%
Vegetación natural 162 052 ha 36.41%	Bosque tropical caducifolio 26 385 ha 5.92%
	Manglar 76 267 ha 17.13%
	Matorral espinoso 8 827 ha 1.96%
	Palmar 1 351 ha 0.30%
	Vegetación Hialófila 49222 ha 11.07%

#### 4.1.3.1. Gran Grupo

El paisaje de cobertura y usos del suelo denominado como gran grupo comprende las unidades de áreas modificadas, cuerpos de agua, tierras desnudas, vegetación inducida y vegetación natural (Cuadro 4).

Las áreas modificadas corresponden a la superficie territorial que presentan alguna transformación debida al uso del suelo como son la infraestructura por granjas de camarón y los asentamientos humanos, esta unidad presenta una superficie total de 9 224 ha que corresponde al 2.07% de la llanura costera norte de Nayarit (Figura 4).

Los cuerpos de agua están integrados por los ríos, lagunas, esteros, canales y cualquier superficie de depresión inundada, corresponde al 9.03% de la llanura costera con una superficie de 40 201 ha (Figura 4).

Las tierras desnudas son aquellas que no presentan vegetación y que no son utilizadas por el hombre, este es el caso de las playas, cuya superficie es de 1 387 ha., tan solo 0.31% de la superficie total de la zona de estudio (Figura 4).

La vegetación inducida corresponde a las zonas donde la vegetación ha sido cultivada, ya sea para fines agrícolas o pecuarios y que no presenta vegetación primaria original de

la región, este gran grupo es el mayor en extensión territorial representando 52.18% de la superficie de la llanura costera con 232 205 ha (Figura 4).

La vegetación natural se subdivide de acuerdo a las características de las comunidades vegetales presentes en 4 grupos: bosque tropical caducifolio, manglar, matorral espinoso, palmar y vegetación halófila, presenta una superficie total de 162 052 ha., lo que es 36.41% de la llanura costera (Figura 4).

#### 4.1.3.2 Grupo

Las unidades que pertenecen a la cobertura y usos del suelo de grupo son la infraestructura de las granjas de acuacultura de camarón, asentamientos humanos, playas, cultivos, bosque tropical caducifolio, manglar, matorral espinoso, palmar y vegetación halófila.

La infraestructura existente en la llanura costera norte de Nayarit se basa principalmente en el cultivo de camarón, lo que corresponde a una superficie de 2 660 ha, es decir 0.60% de la superficie total (Figura 5).

La mayoría de las granjas acuícola se localizan en la unidad geomorfológica de llanura salina con lagunas costeras "Marismas", por presentar las condiciones adecuadas para el cultivo de este crustáceo en los municipios de San Blas, con la mayor superficie, Rosamorada, Santiago Ixcuintla y Tecuala.

Cuadro 5 Granjas acuícolas de camarón

MUNICIPIO	NUMERO GRANJAS	SUPERFICIE
San Blas	5	2 156 ha.
Rosamorada	4	440 ha
Tecuala	1	64 ha
Santiago Ixcuintla	1	0 235 ha.

En los asentamientos humanos se consideran todos los núcleos de población mayores de 6 ha, existentes dentro en la llanura costera, de uso habitacional, tanto urbano como rural, la superficie total de este grupo es de 6 564 ha, que representa 1.47% de la llanura costera (Figura 5).

Los municipios con mayor superficie de asentamientos humanos son Santiago Ixcuintla, Tecuala, San Blas, Acaponeta y Rosamorada.

Cuadro 6 Asentamientos humanos

MUNICIPIO	NUMERO ASENTAMIENTOS HUMANOS	SUPERFICIE
Acaponeta	6	774 ha.
Rosamorada	6	732 ha
Ruiz	3	416 ha
San Blas	11	796 ha
Santiago Ixcuintla	13	1940 ha.
Tecuala	9	1531 ha
Turpan	2	639 146



Sin embargo se observa una distribución de los asentamientos humanos sobre las llanuras aluviales de los principales ríos como San Pedro con 2 387 ha, le sigue el río Santiago con 1 860 ha y el río Acajoneta 1772 ha; también se localizan asentamientos en la zona de Barras paralelas con una superficie de 609 ha (Figura 5).

Las playas son las zonas continuas al mar que presentan un sustrato arenoso y son tierras descubiertas sin vegetación es el grupo de cobertura de menor superficie con 1387 ha que representa 0.31% de la llanura costera, de los cuales 893 ha corresponden al municipio de Santiago Ixcuintla, 261 ha a Tecuala y 233 ha a San Blas (Figura 5).

Esta unidad de los cultivos pertenece al gran grupo de vegetación inducida y se refiere a las zonas de cultivo agropecuarias, es el grupo con mayor representación en la llanura costera, 52.18% con una superficie territorial de 232 205 ha.

Los principales productos agrícolas son sorgo, frijol, mango, maíz, jitomate, tabaco, sandía, jicama, tomate verde, pepino, limón, ciruela, chile verde, elote, plátano, papaya y pastos y praderas en verde. Los municipios con mayor superficie cultivada son Santiago Ixcuintla 31.91%, Tecuala 22.92%, Rosamorada 16.87% y Acajoneta 11.87% (Cuadro 7).

Cuadro 7 Superficie cultivada en los Municipios

MUNICIPIO	SUPERFICIE CULTIVADA	% cultivo
Acajoneta	27 576 ha.	11.87
Rosamorada	39 185 ha.	16.87
Ruiz	1 313 ha.	0.56
San Blas	20 379 ha.	8.77
Santiago Ixcuintla	74 111 ha.	31.91
Tecuala	53 244 ha.	22.92
Tuxpan	16 397 ha.	7.06

Las zonas geomorfológicas que presentan mayor extensión de cultivos pertenecen al paisaje de la llanura deltaica, con una superficie de 184 953 ha, es decir 91% de su superficie total.

De la llanura deltaica, la llanura fluvial superior presenta mayor superficie de cultivo 77 751 ha, le siguen la llanura fluvial intermedia y la llanura baja de influencia fluvio-marina; en las elevaciones aisladas principalmente en las composiciones ácidas, que se localizan en el norte de la llanura, utilizan 20 975 ha para cultivo y en las barras paralelas de los cordones litorales son utilizados 25 675 ha con fines agropecuarios (Figura 5).

Cuadro 8 Superficie cultivada en los paisajes y subpaisajes geomorfológicos

PAISAJE GEOMORFOLOGICO	SUPERFICIE HA.	SUBPAISAJE GEOMORFOLOGICO	SUPERFICIE HA.
Cordones litorales	25 675	Barras paralelas	25 675
Elevaciones Aisladas	21 575	E.mod.comp.acida	20 975
		E.mod.comp.andesitic	600
Llanura deltaica	184 953	L. fluvial inun.act	12 803
		L. fluvial superior	77 751
		L.B.inf.fluvio-mar	48 629
		L.fluvial intermed	45 770

De acuerdo a Téllez (1988), el bosque tropical caducifolio se encuentra entre los 200 y 1000 msnm, tiene como característica principal que el estrato arbóreo pierde su follaje en la temporada de sequía, aproximadamente 6 meses y su temporada de floración es entre septiembre y enero, aunque algunas especies florecen en la sequía.

Este tipo de bosque tropical en general es denso, su altura oscila entre los 3-15 m, está conformado por un estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, con una gran variedad de trepadoras y pocas epifitas. Los troncos del estrato arbóreo son ramificados.

Los principales elementos arbóreos son *Bursera bipinnata*, *Bursera fagaroides*, *Bursera penicillata*, *Colubrina heteroneura*, *Cyrtocarpa procerca*, *Ficus velutina*, *Hamelia xorullensis*, *Juglans major* var. *glabrata*, *Alvaradoa amorphoides*, *Malpighia mexicana*, *Psidium sartorianum*, *Thevetia ovata*, *Wimmeria confusa* (Téllez, 1988).

Entre las especies arbustivas están *Acacia angustissima*, *Aeschynomene amorphoides*, *Ayenia glabra*, *Brickellia lanata*, *Calliandra houstoniana*, *Chromolaena collina*, *Crotona quadrangularis*, *Dalembertia populifolia*, *Guardiola mexicana*, *Hibiscus biseptus*, *Koanophyllon solidaginifolium*, *Lantana urticaefolia*, *Malpighia mexicana*, *Mirabilis longiflora*, *Nicandra physalodes*, *Pavonia nayarensis*, *Salvia melissodora*, *Senna villosa*, *Tephrosia macrantha*, *Tithonia calva*, *Wimmeria confusa*, *Zapoteca formosa* (Téllez, 1988).

En el estado herbáceo existen numerosas gramíneas, como *Aristida ternipes*, *Eriochloa nelsonii*, *Leptochloa dubia*, *Heteropogon melanocarpus*, *Muhlenbergia emersleyi*, *Pennisetum setosum*, *Sorghum bicolor*, *Tripsacum latifolium*, así como otras especies de herbáceas entre las que se presentan *Abutilon trisulcatum*, *Begonia angustiloba*, *Commelina stlandeyi*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Desmodium orbiculare*, *Elytraria imbricata*, *Euphorbia heterophylla*, *Galinsoga parviflora*, *Hechita subulata*, *Ipomoea minutiflora*, *Koanophyllon solidaginifolium*, *Lasiacis nigra*, *Manfreda elongata*, *Pectis difusa*, *Rhynchosia minima*, *Salpianthus purpurascens*, *Tagetes microglossa*, *Viguiera dentata* y *Zinnia angustifolia* (Téllez, 1988).

Entre las especies trepadoras están: *Bomarea hirtella*, *Cissus tuberosa*, *Dioscorea militaris*, *Gouania lupuloides*, *Mandevilla syriaca*, *Nissolia leiogyne*, *Pasiflora foetida*, *Rhytidostylis carthagenensis*, *Serjania lobulata*, y *Vigna adenantha* entre otras. (Téllez, 1988)

En la llanura costera, esta comunidad solamente representa 5.92% de su superficie, 26 385 ha, se localiza en las zonas de elevaciones aisladas, en los tres tipos de estructura ácida, andesítica y basáltica (Figura 5).

Es una comunidad biótica Neotropical con una gran riqueza de especies arbóreas de alturas variables. La poca extensión de la selva mediana indica, que posiblemente por el gran disturbio a que ha sido sometida, queda como pequeños manchones dentro de la zona costera, originando la pérdida de especies características. La introducción de ganadería extensiva, lo cual está propiciando que se sustituya la cubierta vegetal original por pastos inducidos ha limitando la distribución de la vegetación primaria de estas comunidades a pequeños fragmentos de la misma.

El manglar, este tipo de vegetación, carece de elementos herbáceos y está dominado por las especies conocidas comúnmente como mangle *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*.

Este tipo de comunidad vegetal es la de mayor importancia ecológica y económica para la llanura costera debido a que en el se desarrolla una gran biodiversidad de organismos; la descomposición de materia orgánica es muy elevada, lo que favorece el reciclaje de nutrientes y, por lo tanto, tiene una alta productividad; contribuyen a fijar y retener el suelo evitando la erosión; es vertedero de carbono y nutrientes para otros cuerpos de agua.

Es el grupo mayor distribuido de la vegetación natural y se localiza principalmente en los municipios de Santiago Ixcuintla, Rosamorada, Tecuala, San Blas, Tuxpan y Acaponeta, su importancia radica en que sirve como barrera de amortiguamiento contra huracanes y como estabilizadora de tierra ribereña, es parte del subpaisaje geomorfológico denominado llanura de inundación mareal alta y presenta una extensión de 76 267 ha que representa 17.13% de la superficie total (Figura 5).

Cuadro 5 Superficie de manglar por municipios

MUNICIPIO	SUPERFICIE	% SUPERFICIE DE MANGLAR
Acaponeta	1 354	1.77
Rosamorada	18 321	24.02
San blas	7 418	9.72
Santiago Ixcuintla	32 945	43.19
Tecuala	14 455	18.98
Tuxpan	1 764	2.31

El matorral espinoso es una comunidad vegetal que se localiza en la geoforma de la llanura salina con lagunas costeras "Marismas", se caracteriza por especies arbustivas y arbóreas con espinas y que en una temporada del año se encuentran sin follaje, entre las especies representativas: *Ehretia tinifolia*, *Prosopis juliflora*, *Hibiscus pernanbucensis*, *Caesalpinia bonduc*, *Stegnosperma cubense* y *Tournefortia densiflora* (Téllez, 1988).

Esta unidad representa el 1.98% de la superficie con una extensión de 8 827 ha, forma una franja a lo largo de la barra arenosa, cabe mencionar, que el área de estudio se encuentra mayormente perturbada por actividades antrópicas, lo que origina un proceso de erosión que incide en la disminución de la superficie forestal, así como la pérdida de especies características del sotobosque.

La comunidad vegetal palmar, es denominada como tal, debido a que predominan especies de la familia *Palmae*; en la llanura costera norte el único grupo de vegetación natural con estas condiciones es el que se conoce como Palmar de Tuxpan y tiene como especie predominante la palma de coco (*Orbignya guacoyule*), tiene una superficie de 1351 ha; 0.30% de la superficie de la llanura costera (Figura 5).

Esta comunidad se desarrolla en sitios próximos al litoral sobre arenas drenadas en el municipio de Tuxpan. Cabe destacar que en la actualidad es una comunidad afectada a causa del Huracán Kenna de 2001.

La comunidad de vegetación halófila se desarrolla a nivel del mar en el paisaje geomorfológico de la llanura salina con lagunas costeras "Marismas", principalmente en la llanura mareal ordinaria, en esta zona una temporada del año se encuentra inundada pero en otra temporada se encuentra sin agua lo que ocasiona una capa de sales en la superficie del suelo.

De acuerdo con Téllez (1988), las especies más representativas son las herbáceas *Urolophora pectinata*, que en ocasiones es la especie dominante, acompañada por *Boerhavia coccinea*, *Canavalia rosea*, *Cenchrus echinatus*, *Crotalaria pumila*, *Distichlis spicata*, *Eragrostis ciliaris*, *Eustoma exaltatum*, *Fimbristylis spodiocarpa*, *Heliotropium curassavicum*, *Ipomoea pes-caprea*, *Okenia hypogaea*, *Pectis multiflosculosa*, *Phyla nodiflora*, *Sesuvium portulacastrum* y *Sesuvium sp.*

La vegetación halófila cubre 11.07% de la superficie de la llanura costera con 49 222 ha son más abundantes en el municipio de Tecuala, seguido de los municipios de Rosamorada, Acaponeta, Santiago y San Blas (Figura 5).

## 4.2. Características socioeconómicas

### 4.2.1. Municipios y dotaciones agrarias

En la llanura costera norte de Nayarit se localizan siete municipios: Acaponeta, Rosamorada, Ruiz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala y Tuxpan los cuales presentan las siguientes extensiones territoriales y los porcentajes representativos sobre la superficie total de la llanura costera (Figura 6)

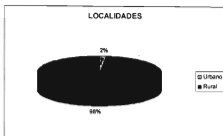
Cuadro 10 Municipios de la llanura costera norte de Nayarit

MUNICIPIO	SUPERFICIE ha.	%
Acaponeta	43 906	9.87
Rosamorada	94 726	21.28
Ruiz	1 822	0.40
San Blas	38 833	8.72
Santiago Ixcuintla	139 521	31.34
Tecuala	194 452	23.47
Tuxpan	21 735	4.88

El número de localidades ubicadas en la llanura costera norte de Nayarit son 428, de las cuales, 81 están en el municipio de Acaponeta, 27 en Rosamorada, 5 en Ruiz, 44 en San Blas, 90 en Santiago Ixcuintla, 98 en Tecuala y 25 en Tuxpan.

Cuadro 11 Localidades en los municipios de la llanura costera norte de Nayarit

Municipio	Localidades mayores de 15 000 hab.	Localidades mayores de 2 500 hab.	Localidades menores de 2499 hab.	Urbanas Mayores de 10 000 hab.	Rurales mayores de 10 000 hab.
Acaponeta	1	0	80	1	80
Rosamorada	0	2	25	0	27
Ruiz	0	1	4	1	4
San Blas	0	2	42	0	44
Santiago	1	5	84	2	88
Tecuala	1	2	95	1	97
Tuxpan	1	2	22	1	24



Gráfica 2 Localidades urbanas y rural

En la figura sobre dotación agraria se tiene un total de 593 polígonos entre ejidos y pequeñas propiedades, pero tan solo en 168 predios de la llanura costera norte se ubican 428 localidades.

#### 4.2.2. Indicadores socioeconómicos

Para conocer las características sociales y económicas de la región de la Llanura Costera Norte y la relación que presentan con la conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales, así como el impacto al ambiente se diseñaron indicadores sociales, económicos y ambientales bajo el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER).

Bajo el esquema PER se obtuvieron un total de 233 indicadores a nivel municipal de los cuales 72 corresponden a presión, 136 a estado y 25 de respuesta. Asimismo se obtuvieron 108 indicadores a nivel ejidal, 29 de estos a presión, 55 a estado y 24 a respuesta.

De acuerdo al enfoque de desarrollo sustentable los indicadores fueron organizados de acuerdo a los aspectos sociales, económicos y ambientales presentando un total a nivel municipal de 49 sociales, 56 económicos y 37 ambientales; a nivel ejidal 88 sociales, 16 económicos y 4 ambientales.

Una vez, agrupados los indicadores conforme a la metodología PER se obtuvieron un total de 8 figuras de aptitudes socioeconómicas, los cuales permitieron analizar las condiciones de la población de la llanura costera norte.

##### 4.2.2.1. Población

La población total asentada en la llanura costera de acuerdo al II Censo de población y vivienda 2005, realizado por INEGI, fue de 275 454 habitantes, de los cuales 137 933 son hombres y 137 521 mujeres, más del 40% de la población es menor de 18 años. La edad media de la población en la región es de 22 años, 48 % de las mujeres se encuentran en edad fértil y 91% de ellas han tenido hijos. La tasa promedio de mortalidad es de 4%.

La esperanza de vida en la región es de 74 años, 45 % de la población de la región se encuentra casada, el 70% de los hogares tienen una jefatura masculina y la mayor parte de la población (83.14%) es católica.

La población que presenta mayor número de habitantes es Santiago Ixcuintla, con 84 314 hab., seguido de Tecuala, Acaponeta y Tuxpan. Los municipios con menor población son Ruiz con 20 996 hab., Tuxpan 28 550 hab., Rosamorada con 32 217 hab. y San Blas 37 478 hab.

Las localidades mayores de 15 000 habitantes son Acaponeta, Tecuala, Tuxpan y Santiago Ixcuintla, cabeceras municipales de los municipios del mismo nombre y ubicados en los predios correspondientes Acaponeta Zona Urbana, Tecuala dotación, Tuxpan 1ª y 2ª ampliación, Santiago Ixcuintla Zona Urbana.

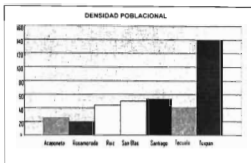
También se encuentran 15 localidades mayores de 2 500 hab. de los cuales destacan San Felipe Azatán, Rosamorada, Palma Grande, San Vicente, Coamiles, Pozo de Ibarra, Sentispac, Villa Hidalgo, Villa Juárez, Guadalupe Victoria y San Blas.

Existen 352 localidades con población menor de 2 500 hab., 161 de estas localidades presentan menos de 20 habitantes, 38 localidades de 20 a 100 hab., 100 localidades de 200 a 1000 hab. y 53 localidades de 1 000 a 5 000 hab.

En cuanto a la densidad poblacional, a pesar de que Santiago Ixcuintla es el que tiene mayor población absoluta es Tuxpan el que presenta una mayor densidad poblacional al ser de los municipios de menor superficie.

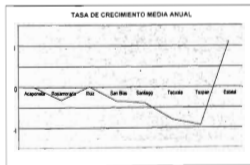
La densidad poblacional del municipio de Tuxpan es de 139 hab/km<sup>2</sup>, le sigue el municipio de Santiago Ixcuintla con 53 hab/km<sup>2</sup>, San Blas con 50 hab/km<sup>2</sup> y Ruiz con 44 hab/km<sup>2</sup>; todos estos municipios están por arriba de la densidad poblacional del Estado que es de 34 hab/km<sup>2</sup>

Los municipios con menor densidad poblacional son Rosamorada con 19 hab/km<sup>2</sup> y Acaponeta con 25 hab/km<sup>2</sup>. Los predios con mayor densidad poblacional son la Zona Urbana de la ciudad de Ruiz con 122 hab/ha y la zona urbana de Acaponeta con 53 hab/ha. Le siguen los predios de la Zona Urbana de Santiago Ixcuintla 35 hab/ha, San Blas 34 hab/ha, Sentispac 29 hab/ha, el predio Palo Alto con 10 hab/ha del municipio de Santiago Ixcuintla. Palo Alto, Ojo de Agua con 6 hab/ha.



Gráfica 3 Densidad poblacional de los municipios de llanura costera norte de Nayarit  
Fuente: INEGI 2005

La tasa de crecimiento poblacional anual del Estado es de 1.1, de la región de la llanura costera norte es de -0.54, es decir la población de esta región ha disminuido el 0.54% de su población anualmente de acuerdo a la comparación de los censos de 1990, 2000 y 2005. La mayoría de los municipios tienen una disminución en su crecimiento poblacional tan solo Acaponeta y Ruiz presentan una tasa de 0.01.



Gráfica 4 Tasa de crecimiento de los municipios de la llanura costera norte de Nayarit

#### 4.2.2.2. Migración poblacional

El 11.63% de la población que habita la llanura costera es inmigrante de otras localidades y 3.48% de la población es nacida en otra región.

San Blas es el municipio que presenta un porcentaje mayor de inmigrantes, 16.59% de su población, seguido de Ruiz y Rosamorada, en cambio Tecuala es el que tiene menor número de población inmigrante.

La tasa de migración de la región es de 8.15, los municipios con mayor tasa de migración son Ruiz y San Blas y el que presenta menor es Tecuala, sin embargo todas las tasas de los municipios son positivas es decir se recibe más población inmigrante que el porcentaje de emigración.

#### 4.2.2.3. Educación

El porcentaje de alfabetización de la población de la llanura costera es de 90.95% y de analfabetas es de 9.05%. Los municipios con mayor porcentaje de alfabetización son: Tuxpan (91.57%), San Blas (89.97%) y Acajoneta (89.96%), el municipio con menor población alfabetizada es Ruiz (87.01%), los municipios con mayor población de analfabetas son Tuxpan (8.43%) y San Blas (10.03%).

El mayor porcentaje de la población que asiste a la escuela son los que comprenden las edades entre 6 y 14 años, le siguen los de edad preescolar de 5 años, posteriormente de 15 a 17 años y por último de 18 a 24 años.

El porcentaje de población en edad de estudiar que asiste a la escuela es de 73.09% de los niños que tienen 5 años, el 92.28% de los niños entre las edades de 6 a 14 años, 46.9% la población de 15 a 17 años, el 16.89% la población de 18 a 24 años.

El 16.63% de la población mayores de 15 años tiene primaria terminada, el 20.4% cuenta con secundaria completa y el 20.58% presenta instrucción media superior o superior y solo el 13.56% de la población mayor de 18 años presenta estudios superiores.

Los municipios con más porcentaje de población mayor de 15 años con primaria terminada son San Blas y Santiago; con secundaria terminada Santiago y Ruiz; con instrucción media superior o superior son Acajoneta y Tuxpan y con población mayor de 18 años con estudios superiores completos son Ruiz y Tuxpan.

El grado promedio de escolaridad para el Estado es de 7 años y para la Región es de 6 años, Acajoneta es el municipio que presenta un mayor grado promedio de escolaridad de 7 y Rosamorada es el menor grado de escolaridad de 5.

En cuanto al número de escuelas de la región existen 314 escuelas de nivel preescolar, 390 de nivel primaria y 197 de nivel secundaria. El municipio de Santiago Ixcuintla presenta un número mayor de escuelas en los tres niveles educativos. Acajoneta se encuentra en segundo lugar en cuanto a los sistemas de preescolar y primaria, sin embargo tiene el cuarto lugar con respecto al nivel secundario.

San Blas y Rosamorada presentan una proporción semejante en cuanto al número de escuelas en los tres niveles educativos y Tuxpan es el que menor número de escuelas tiene: 13 preescolar, 23 primaria y 9 secundaria.

Los niveles escolares de la región en promedio presentan una retención de los alumnos del 95% de la población estudiantil y el 5% de deserción. Acajoneta es el municipio con menor porcentaje de deserción escolar a nivel primaria, seguido de Tecuala, en cambio los municipios con menor retención son Tuxpan y San Blas.



El municipio con mayor eficiencia terminal es Acaponeta con el 79.21 % de alumnos de primaria y 81.98% alumnos de secundaria, el segundo municipio es Tecuala con 75.65% de primaria y 81.73% en secundaria y el tercer municipio es Ruiz con 76.95% con primaria y 79.45% de secundaria. El municipio con menor eficiencia Terminal es San Blas.

Para el Estado las tasas brutas en primaria y secundaria son: 67.05 y 85.48 respectivamente, para la región las tasas son de 62.87 primaria y 84.15 secundaria. El municipio con menor tasa bruta en ambos niveles educativos es San Blas y con mayor tasa son Acaponeta y Tuxpan.

De los 275 454 habitantes de la región costera tan solo 2 175 hablan una lengua indígena y español y tan solo 49 individuos hablan solamente lengua indígena. Los municipios con mayor población indígena son Santiago Ixcuintla y San Blas y los que tienen menos número de población indígena es Tuxpan y Tecuala.

#### **4.2.2.4. Salud**

En la región, 68.34% de la población cuenta con algún servicio de salud; 34.30% a salubridad; 36.36% al IMSS y el 7.68 % al ISSSTE.

Acaponeta es el municipio con un mayor porcentaje de la población con servicios de salud (85.2%), seguidos de Santiago Ixcuintla (76.09%) y Ruiz (66.32%). En Tecuala solo 47.79% de la población cuenta con algún servicio de salud. El municipio de Tuxpan presenta el mayor porcentaje de la población con discapacidad, principalmente visual, motriz y auditiva. Le siguen Rosamorada, Ruiz y Santiago. Tecuala y San Blas son los municipios con menor porcentaje de población discapacitada.

El total de discapacitados representan 2.47% de la población absoluta de la Región, 1.06% tienen discapacidad motriz, 0.37% discapacidad auditiva, 0.7% discapacidad visual, 0.44% discapacidad mental y 0.1% discapacidad de lenguaje.

#### **4.2.2.5. Servicios**

De acuerdo a INEGI, 2005, el total de viviendas existentes en la región son 74 121 de las cuales 74 054 son particulares y son ocupadas por 272 653 habitantes que representan el 98.9% de la población. En promedio en cada casa habitan 4 personas. Santiago Ixcuintla es el municipio con mayor número de viviendas y Ruiz es el que tiene menor número.

En promedio el 75.25% de las viviendas de la región cuentan con drenaje, siendo Tecuala y San Blas los municipios de mayor cobertura y Rosamorada la de menor cobertura.

La cobertura de viviendas con electricidad en la región es del 97.16%, siendo Rosamorada con mayor número de viviendas con electricidad y San Blas el que tiene menor número de viviendas con electricidad.

El 61.62% de viviendas cuentan con drenaje y agua, siendo San Blas con el mayor número de viviendas con estos servicios y Santiago el menor.

El porcentaje de viviendas de la región que disponen de drenaje y electricidad es el 73.79, de estos Tecuala y San Blas son lo que tienen mayor proporción y el que tiene menor número de viviendas con estos servicios es Rosamorada.

El 77.28% de las viviendas disponen de agua entubada y energía eléctrica, Santiago Ixcuintla es el que presenta el menor porcentaje de viviendas con estos servicios y es Acaponeta el que cuenta con viviendas con servicios de agua y electricidad. De las viviendas de la región costera 61.46% cuentan con los tres servicios indispensables para una calidad de vida y que son agua, drenaje y energía eléctrica. San Blas es el municipio con mayor cobertura de estos tres servicios seguido de Acaponeta, Tecuala, Ruiz y Tuxpan; los que menos porcentaje presentan son Santiago Ixcuintla y Rosamorada. Solo 0.89% de las viviendas de la región no presentan ningún tipo de servicio, de los cuales Ruiz tiene el mayor porcentaje, posterior Tecuala y Rosamorada; los municipios con menor porcentaje son Santiago Ixcuintla y Tuxpan.

#### **4.2.2.6. Bienes económicos**

El 83.27% de las viviendas habitadas son propias, Rosamorada, Tecuala y Santiago Ixcuintla son los que tienen mayor porcentaje y Ruiz es el menor. El 78.32% de las viviendas particulares son propias y terminadas de pagar presentándose un mayor porcentaje en Rosamorada, Tecuala y Santiago Ixcuintla y Ruiz con el menor porcentaje.

De las viviendas particulares habitadas solo 0.73% cuenta con todos los bienes y 3.29% no tiene ningún bien. El 78.17% de las viviendas disponen de radio o radiograbadora, el 88.67% disponen de Televisión y tan solo el 28.21% disponen de video.

Tuxpan y Santiago Ixcuintla presentan el mayor porcentaje de bienes y Acaponeta, Rosamorada y San Blas el menor porcentaje. El 21.93% de las viviendas disponen de teléfono, Ruiz y Tuxpan son los municipios con mayor cobertura de teléfono y San Blas es el que presenta menor porcentaje de viviendas con teléfono.

El 20.82% de las viviendas de la región cuentan con camioneta o automóvil. Son Tecuala y Acaponeta los municipios con mayor porcentaje de viviendas con automóvil, sin embargo es Santiago Ixcuintla el que presenta el mayor número vehicular. Santiago Ixcuintla es el municipio con mayor kilómetros de red carretera, después se encuentra San Blas y Tecuala. Ruiz y Acaponeta son los municipios con menos red de comunicación carretera.

#### **4.2.2.7. Economía**

Considerando los datos del INEGI, 2005, el porcentaje de la población económicamente activa de la región es de 56 % y 44% es económicamente inactivo. Los municipios con mayor porcentaje de población activa son San Blas (61%), Tuxpan (60%) y Ruiz (63%). Los municipios con menos porcentaje de población activa son Tecuala (47%), Rosamorada (51%) y Acaponeta (54%).

Los municipios de Tecuala (75%), Rosamorada (72%) y Acaponeta (68%) son los que tienen mayor porcentaje de población económicamente inactiva.

La tasa de desempleo en el Estado es de 1.06%, la tasa de desempleo promedio de la región es de 1.16%; al interior Tecuala presenta 1.58%, Rosamorada 1.43%, Acajoneta 1.27% y Ruiz 1.22%. Los municipios con menor tasa de desempleo son San Blas con 0.92%, Tuxpan 1% y Santiago Ixcuintla 1.09%.

A la inversa los municipios con mayor índice de actividad son San Blas (0.58 %), Tuxpan (0.55%) y Santiago Ixcuintla (0.53%); y con menor índice Tecuala (0.43%), Rosamorada (0.46%), Acajoneta (0.49%) y Ruiz (0.5%).

El 44% de la población ocupada se dedica a actividades primarias, 12% actividades secundaria y 43% a actividades terciarias.

Los municipios que tienen más población ocupada en actividades primarias son Rosamorada, Santiago Ixcuintla, San Blas y Tecuala; y los de menor son Ruiz, Tuxpan y Acajoneta.

Ruiz, Tuxpan y Acajoneta son las mayores actividades secundarias y terciarias; Rosamorada, Santiago Ixcuintla, San Blas y Tecuala son los que tienen menor actividad secundaria y terciaria.

El 11% de la población ocupada de la Región no recibe ingresos, 14 % recibe menos de un salario mínimo 40 % recibe entre uno y dos salarios mínimos, 26% tiene un salario de 2 a 5 salarios mínimos, 5 % tiene de 5 a 10 salarios mínimos y 1% mas de 10 salarios.

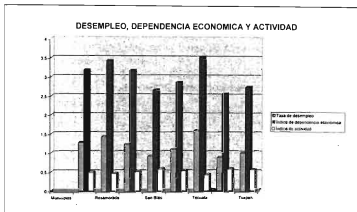
Rosamorada es el municipio con mayor porcentaje de población ocupada sin salario (17.64%) y 18.05% con menos de un salario mínimo, Santiago Ixcuintla (46.40%) y Ruiz (45.51%) son los que tienen el mayor porcentaje de población con un sueldo de uno a dos salarios mínimos.

San Blas (35.04%) y Acajoneta (25.96%) presentan la proporción de población mayor que tienen un sueldo de 2 a 5 salarios mínimos. Y Acajoneta presenta el mayor porcentaje de población con salarios de 5 a 10 (7.35%) y mayores de 10 salarios mínimos (1.75%).

La tasa de desempleo es la proporción de la población económicamente activa en relación con la inactiva. El índice de dependencia económica es la relación de la población total con la población económicamente activa. Y el índice de actividad es la relación entre la población económicamente activa y la población mayor de 15 años.

Cuadro 12 Tasa de desempleo, índice de dependencia económica e índice de actividad  
Fuente: INEGI, 2005

Municipios	Tasa de desempleo	Índice de dependencia económica	Índice de actividad
Acajoneta	1.27	3.18	0.49
Rosamorada	1.43	3.43	0.46
Ruiz	1.22	3.17	0.5
San Blas	0.92	2.66	0.58
Santiago Ixcuintla	1.09	2.86	0.53
Tecuala	1.58	3.53	0.43
Tuxpan	1	2.74	0.56



Gráfica 5 Desempleo, dependencia económica y actividad productiva  
Fuente: INEGI, 2005

La tasa de desempleo en el Estado es de (1.06), la tasa de desempleo promedio de la Región es de (1.16). De los municipios de la llanura costera norte de Nayarit el que presenta una tasa de desempleo mayor es Tecuala (1.58), Rosamorada (1.43), Acazoneta (1.27) y Ruiz (1.22). Los municipios con menor tasa de desempleo son San Blas (0.92), Tuxpan (1) y Santiago Ixcuintla (1.09).

A la inversa los municipios con mayor índice de actividad son San Blas (0.58), Tuxpan (0.55) y Santiago Ixcuintla (0.53); y con menor índice Tecuala (0.43), Rosamorada (0.46), Acazoneta (0.49) y Ruiz (0.5).

En el sector primario los municipios más especializados en la agricultura son San Blas, Santiago Ixcuintla, Rosamorada, Ruiz y Tecuala. En cuanto a la ganadería los municipios con mayor actividad son Rosamorada, Tecuala, San Blas y Ruiz. En pesca San Blas, Rosamorada y Tuxpan. En el sector secundario en minería está Tecuala y con respecto a manufactura Acazoneta. En el sector terciario Acazoneta y Santiago presentan mayor especialización al comercio y Tuxpan a los servicios.

De acuerdo a los datos obtenidos de SAGARPA, 2004, los municipios con mayor producción agrícola son San Blas y Santiago Ixcuintla, los que presentan menor producción son Tuxpan y Ruiz. La región produce en promedio 26 productos agrícolas diferentes, San Blas presentó una variedad de 30 productos, Rosamorada 29 y Santiago 28.

Los principales productos agrícolas son sorgo, frijol, mango, maíz, jitomate, tabaco, sandía, jicama, tomate verde, pepino, limón, ciruela, chile verde, elote, plátano, papaya, pastos y praderas en verde.

A pesar que la actividad agrícola es la principal actividad de la región esta se ha visto disminuida en algunos municipios, es el caso de Santiago Ixcuintla que presenta una disminución anual del 4.14% de su superficie, San Blas con el 1.63% y Tecuala con el 0.37%. Los municipios que presentan una tasa de crecimiento positivo son Ruiz (1.48), Tuxpan (1.33), y Acaponeta (1.08).



Gráfica 6 Tasa de crecimiento agrícola

El único municipio que realiza pesca mayor es San Blas. La pesca menor la desarrollan en orden de importancia los municipios de San Blas, Acaponeta, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tuxpan y Ruiz.

En la pesca mayor se obtienen especies de atún, barrilete, berrugata, calamar, camarón, corvina, guachinango, mojarra, pargo, robalo, sierra y tiburón. En cuanto a la pesca menor se extrae carpa, mojarra, camarón, corvina, guachinango, lisa, lenguado, pargo y sierra principalmente.

La producción total de camarón en la Región de acuerdo a SAGARPA, 2004, fue de 5 257 285 Kg de los cuales 3% fue producto de la pesca mayor, 38% de la pesca menor y 59% de cultivo. En cuanto a cultivo de camarón la mayor producción es de San Blas y en baja proporción Tecuala, Acaponeta, Tuxpan y Rosamorada.

Cuadro 13 Producción acuícola de camarón

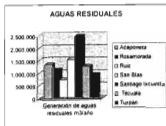
Municipios	Pesca mayor	Pesca menor	Cultivo
Acaponeta	0	1263857	236415
Rosamorada	0	0	148926
Ruiz	0	0	0
San Blas	137261	34056	2093268
Santiago Ixcuintla	0	368147	3708
Tecuala	0	336839	396791
Tuxpan	0	7959	230258
Regional	137261	2010658	3109368

#### 4.2.2.8. Impacto Ambiental

El impacto ambiental de la llanura costera se determinó a partir de los indicadores de consumo de agua, generación de aguas residuales, generación de residuos sólidos municipales y peligrosos, contaminación atmosférica, índice de deforestación y el índice de perturbación forestal.

En cuanto al índice de consumo de agua al día, en la región se consume 60 945 291 l/día, el municipio con mayor consumo doméstico es Santiago Ixcuintla 19 855 412 l/día, después Tecuala (10 204 459 l/día), Acaponeta (8 043 830 l/día), Tuxpan (7 538 403 l/día), Rosamorada (6 234 488 l/día), San Blas (5 830 774 l/día), y Ruiz (3 237 923 l/día).

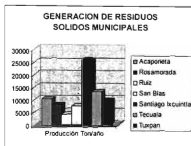
En cuanto a la generación de aguas residuales es Santiago el que produce la mayor cantidad, posteriormente se encuentra San Blas al considerar la población flotante por ser un municipio turístico.



Gráfica 7 Aguas residuales

A nivel estatal solo 28% del agua generada por la población tiene algún tipo de tratamiento, en la región de estudio solo 30% de la población es beneficiada con el tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización.

En la región se generan 79 643 ton/año de residuos sólidos municipales, es el municipio de Santiago Ixcuintla con mayor generación de desechos, el municipio con menor generación es Ruiz.



Gráfica 8 Residuos sólidos municipales

Con respecto a la generación de residuos sólidos peligrosos, 50% son reportados ante SEMARNAT el resto queda sin reporte, ni tratamiento adecuado. Se manifiesta una generación de 57 Ton/año, pero se calcula que se generan 104 ton/año; Santiago Ixcuintla y San Blas son los municipios con mayor generación de desechos sólidos peligrosos.

Cuadro 14 Residuos sólidos peligrosos

Nombre Localidad	Generación manifestada por empresas registradas Ton/año	Generación estimada por empresas generadoras Ton/año
Acaponeta	7.98	15.96
Rosamorada	5.8	12
Ruiz	0.55	1
San Blas	11.24	22.48
Santiago Ixcuintla	22.32	33.48
Tecuala	4.26	8.52
Tuxpan	5.55	11.1
Regional	57.7	104.54

En el Estado no se cuentan con rellenos sanitarios, la disposición de la basura se realiza en los tiraderos a cielos abiertos municipales y clandestinos. San Blas cuenta con el mayor número de tiraderos (45), Acaponeta (42), Rosamorada (35), Tecuala (31), Ruiz (17), Tuxpan (6) y Santiago Ixcuintla es el que menos tiraderos tiene (4).

En la región se encuentran 25 011 automóviles, el mayor número está en Santiago Ixcuintla (8 385) y el municipio con menor número de autos es Rosamorada con 2 255. Santiago es el que genera la mayor proporción de contaminantes atmosféricos y Rosamorada la menor.

Cuadro 15 Contaminación atmosférica

Municipio	Monóxido de carbono CO Ton/año	Oxido de nitrógeno Ton/año	Dióxido de Azufre Ton/año	Hidrocarburos Ton/año	Partículas suspendidas Ton/año
Acaponeta	6889.71	38.49	192.45	731.31	269.43
Ruiz	4036.45	22.55	112.75	428.45	157.85
Rosamorada	6889.71	38.49	192.45	731.31	269.43
Tuxpan	6587.2	36.8	184	699.2	257.6
Tecuala	7707.74	43.06	215.3	818.14	301.42
Santiago Ixc	15009.15	83.85	410.25	1593.15	586.95
San Blas	7083.03	39.57	197.85	751.83	276.99
Regional	47313.28	264.32	1321.6	5022.08	1850.24
Estatal	268331.74	1499.06	7495.3	28482.14	10493.42

El valor de deforestación anual en la región es el 0.05% de su superficie es decir 9 895 ha/año, el municipio que mas ha perdido vegetación natural es Acaponeta; siendo Tuxpan el de menor pérdida.



Gráfica 9 Índice de deforestación

Al igual que el índice de deforestación, aumenta el índice de perturbación, es decir el porcentaje de vegetación natural que ha sido modificada y que presenta vegetación secundaria.

De acuerdo al inventario forestal del 2000, 144 152 ha de vegetación presentan algún grado de perturbación, siendo Ruiz el municipio con mayor porcentaje seguido de Acaponeta y San Blas.



Cuadro 16 Perturbación forestal

Municipio	Superficie perturbada en 2001	% de superficie perturbada en 2000
Acaponeta	51012	35.171
Rosamorada	37059	19.98
Ruiz	20686	41.64
San Blas	22950	26.71
Santiago	10257	5.65
Tecuala	0	5.99
Tuxpan	2188	10

### 4.2.3 Niveles socioeconómicos

De acuerdo a la figura 14 de niveles socioeconómicos las condiciones de la población de la llanura costera va de muy bajo, bajo, medio y alto.

El nivel socioeconómico muy bajo, se presenta en aquellas zonas de poca población tan solo 0.30% de la población total de la llanura; y que además no cuentan con los servicios de educación, vivienda y salud; con muy baja economía, la mayoría de la población económicamente activa gana menos de un salario mínimo, dedicados principalmente a las actividades primarias de la agricultura, con muy pocos bienes y sus viviendas tienen paredes y techo de cartón; además marcan una emigración alta. Este nivel corresponde tan solo al 3% de la superficie total de la llanura que son 11 993 ha. Son en los municipios de Santiago Ixcuintla y Acaponeta donde tienen el mayor porcentaje de población bajo esta condición (Figura 7)

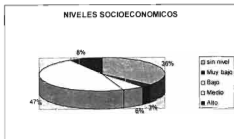
El nivel bajo, son unidades con mayor número de población 4.66% del total de la llanura y que tienen algunos servicios de vivienda, salud y un nivel bajo de educación, en economía no cuentan con muchos bienes y la mayor parte de la población ganan de menos de un salario mínimo a un salario mínimo. Este nivel comprende 25 008 ha. de la región (6%) y los municipios con mayor número de población en este nivel en orden son Santiago Ixcuintla, San Blas, Rosamorada, Tuxpan y Ruiz (Figura 7)

El nivel socioeconómico medio es el que presenta la mayor parte superficial de la región de la llanura costera 209 657 ha. (47%), porque en esta zona se localizan la mayoría de los asentamientos humanos rurales, 53% de la población total. Varios de estos asentamientos humanos cuentan con servicios de agua, drenaje, luz, teléfono y con bienes de televisión, radio, refrigerador y algunos con automóviles, la mayoría de la población recibe de 1 a 2 salarios mínimos y la mayor parte de la población económicamente activa se dedica a actividades primarias de pesca, ganadería y agricultura. Se localizan en los municipios, por orden de porcentaje poblacional, San Blas (39%), Santiago Ixcuintla (21%), Tecuala (9), Tuxpan (8%), Rosamorada (8%), Acaponeta (8%) y Ruiz (7%) (Figura 7)

El nivel socioeconómico alto se localiza en las zonas donde se encuentran los asentamientos humanos urbanos con población mayor de 10 000 habitantes, representa el 8% superficial de la llanura con 37 110 ha. El total de la población en este nivel es el 42% de la población que habita en la llanura, se distribuyen en los municipios de Santiago Ixcuintla (30%), San Blas (23%), Tecuala (13%), Rosamorada (13%), Tuxpan (12%) y Acaponeta (9%).

La mayoría de la población cuenta con servicio de salud, bienes como televisión, radio, video, refrigerador, boiler, teléfono y automóvil. Existe un porcentaje alto de viviendas propias o pagándose, la mayoría de las viviendas cuentan con luz, agua, drenaje y esta hecha con material de concreto. La población tiene un nivel económico más alto, algunos hasta 3 salarios mínimos y la mayor parte se dedican a las actividades terciarias principalmente comercio. Es donde se concentran las instituciones de salud y educación (Figura 14).

El 36% de la superficie de la llanura costera norte (161 321 ha) no presenta nivel socioeconómico, ya que en esta zona no se encuentran asentamientos humanos, sin embargo esto no quiere decir que sea una zona sin utilizar, los recursos naturales son consumidos por los habitantes cercanos (Figura 7).



Gráfica 10 Niveles socioeconómicos

### 4.3. Ecología del paisaje de la Llanura costera norte

El origen de la llanura costera de Nayarit está muy relacionado con las transgresiones marinas ocurridas durante el Cuaternario, a partir del Pleistoceno tardío y durante el Holoceno. Según criterios de Contreras, (1988) y Curray *et al.*, (1969), durante la última glaciación, hace aproximadamente 18 000 años, se tuvo una elevación del nivel marino que cubrió toda esta llanura. Ya en el Pleistoceno tardío y comienzos del Holoceno se mantiene esta situación, hasta que hace 4750-3600 años comienza un cambio del litoral, conjuntamente con los movimientos neotectónicos de levantamiento del relieve. Es a partir de este momento que tiene lugar un comportamiento regresivo del mar fenómeno que perdura hasta estos momentos.

En los inicios del fenómeno regresivo, el río Santiago y el río San Pedro confluyen antes de desembocar en el Océano, a la altura de Boca de Camichin; el siguiente cambio

más importante ocurre hace unos 1,000 años cuando se desprende del río Santiago un distributario que se hace paso hacia el sur, cuya desembocadura se ubica muy cerca del puerto de San Blas. Posteriormente hace unos 500 años, el río Santiago abandona su curso y se separa del río San Pedro, cambiando su flujo en la dirección actual de la corriente, desde entonces ha formado el nuevo delta (Ortiz, 1979, 1994; Romo y Ortiz, 2001).

En las últimas 5 décadas están ocurriendo cambios en los patrones de drenaje de los cursos bajos de los ríos Santiago, San Pedro y Acajoneta derivados de la construcción de bordos de protección de las principales localidades asentadas en las orillas de los ríos, los proyectos hidroeléctricos de Aguamilpa, San Rafael y El Cajón sobre el río Santiago y el canal de Cuautla y algunas obras de manejo acuicola y pesquero. Situación que ha permitido un mayor control de las avenidas y cambios actuales en la línea de costa, la intensificación de los procesos erosivos de canales y de acumulación en las lagunas costeras del sistema, así como cambios en los patrones de salinización y en las comunidades vegetales de manglar (Bojórquez y López, 1997; Kovaks 2001; 2005)

Con lo anterior, en la llanura costera de Nayarit se determinó la formación de dos ambientes, 4 paisajes y 11 subpaisajes geomorfológicos. Por otra parte, como resultado del levantamiento de cobertura del terreno y uso del suelo se obtuvieron 5 unidades correspondientes a gran grupo y 10 a nivel de grupo. El 53% de la superficie de la llanura costera corresponde a las zonas donde la vegetación ha sido cultivada, ya sea para fines agrícolas o pecuarios y que no presenta vegetación primaria original de la región (Cuadro 17).

Se obtuvieron un total de 151 unidades, 11 corresponden a la llanura de inundación actual, 16 a la llanura fluvial superior, 15 en la llanura fluvial intermedia, 30 llanura baja de influencia fluvio-marino, 24 en la llanura de inundación mareal ordinaria, 15 en la llanura de inundación mareal alta, 4 en barras paralelas, 4 en playas y dunas costeras, 6 en estructuras elevadas de composición andesítica, 13 en estructuras elevadas de composición ácida y 6 en estructuras elevadas de composición basáltica (Figura 8). A continuación se describen:

#### **4.3.1 Ambiente acumulativo: Llanura costera**

##### **4.3.1.1 Paisaje Llanura deltaica**

###### **4.3.1.1.1 Subpaisaje Llanura fluvial de inundación actual**

Esta zona abarca las unidades de paisaje de la 1 a la 17, se encuentra en los cauces fluviales actuales con suelos sometidos a la acción de la inundación sistemática de los ríos Santiago, San Pedro, Bejuco, San Francisco y Acajoneta; comprende el cauce y al menos dos niveles de terrazas que están expuestas a fuertes procesos de erosión de los taludes y de depositación de materiales fluviales, con cambios significativos en sus sistemas meándricos. Así se tiene que en estas llanuras donde está activo el proceso aluvial (flúvico), solamente se identifican suelos Fluvioles, lo cual es lógico debido al rejuvenecimiento que hacen los ríos por las inundaciones periódicas, que se manifiestan por la presencia de material flúvico en los primeros 50 cm de espesor del suelo (Figura 8).

En este subpaisaje se identificaron cinco regiones ecológicas, de las que destaca por su extensión superficial la correspondiente a Cultivos (vegetación inducida) con 11 951 ha; le siguen cuerpos de agua con 2 088 ha; asentamientos humanos rurales (áreas modificadas) con 1 260 ha; bosque tropical subcaducifolio y vegetación halófila (vegetación natural) tienen una representación en este subpaisaje de 73 y 32 ha respectivamente. Los niveles socioeconómicos van desde muy bajo a alto en los asentamientos humanos, en los cuerpos de agua y en los cultivos. (Figura 8).

Sobre los asentamientos humanos el total de hectáreas es de 1 571, es la segunda unidad de toda la llanura costera con más superficie dedicada a este uso. El nivel socioeconómico predominante es el alto con 45% de la superficie, seguido del nivel medio con 33%, el nivel muy bajo con 20% y el nivel bajo con 2%. En esta zona se localizan las localidades más grandes e importantes de la región como son Acaponeta, Tecuala, Ruiz, Tuxpan y Santiago Ixcuintla. (Figura 8)

#### **4.3.1.1.2 Subpaisaje Llanura fluvial superior**

Comprende las unidades de paisaje 18 a la 33, terrazas antiguas que ya no están sometidas a la acción periódica fluvial, se encuentra en las alturas de 10 a 20 m y se pueden ubicar principalmente en la parte inicial de los abanicos deltaicos de los ríos formando extensas planicies con importante formación de arcilla in situ. En las llanuras altas, el lavado de las sales es más intenso y en 3000 años prácticamente pierde todas las sales en el espesor del suelo, quedando solamente en algunos casos un poco de sodio intercambiable (6-14% de saturación por sodio) en algunos perfiles de suelos. En este caso el carácter AC de formación de suelos inicial (proceso aluvial), pasa a formar un perfil de horizonte ABC (con proceso de formación de arcillas o sialitización), o de suelos con un horizonte A más potente (subdividido en A<sub>11</sub>, A<sub>12</sub>, A<sub>13</sub>), con una fuerte humificación producto de la condición selvática (proceso de acumulación de humus). Además en las depresiones del relieve, es posible encontrar suelos afectados por hidromorfia, que presentan proceso de gleyzación. Los principales suelos en estas llanuras son Cambisoles, Feozems y Fluvisoles, sin sales (Figura 8).

Se caracterizaron 4 regiones ecológicas en este subpaisaje, de que destaca Cultivos (vegetación inducida) con una superficie de 76 899 ha; le siguen las regiones caracterizadas por asentamientos humanos rurales (1998 ha), cuerpos de agua (518 ha) y bosque tropical caducifolio (vegetación natural) que se presenta como parches dispersos y que en conjunto cubren aproximadamente 292 ha en este Subpaisaje (Figura 8).

En esta zona se encuentra el mayor número de población humana donde los asentamientos corresponden a 33% de la superficie de la llanura, los niveles socioeconómicos van desde muy bajo a alto; en donde muy bajo es 32%, bajo 2%, medio 36% y alto 28%.

#### **4.3.1.1.3 Subpaisaje Llanura fluvial intermedia**

Abarca 16 unidades ecológicas (v.e 34 al 49), constituye el segundo nivel de terraza fluvial, a partir de la cual los ríos se desbordan en avenidas extraordinarias, lo que tiene lugar la influencia fluvial, se encuentra en alturas de 5 a 10 m. En estas llanuras el proceso de lavado de sales ha ocurrido, los perfiles de suelos estudiados no presentan sales, pero

si es notable la manifestación de un poco mayor la acumulación de sodio intercambiable (hiposódico), e incluso hay perfiles que lo presentan debajo de los 100 cm de espesor. Aquí los suelos son también Cambisoles, Feozem y Fluvisoles (Figura 8).

El subpaisaje se subdividió en 7 regiones ecológicas, de las cuales los cultivos (vegetación inducida) tienen una representación del 93%; las regiones integradas por asociaciones de manglar, manchones de matorral espinoso, palmar y vegetación halófila, representan 4.29%; los asentamientos humanos rurales representan 2.5% y los cuerpos de agua sólo 0.12% del total del subpaisaje.

Los asentamientos humanos presentan 20% de la superficie total de la llanura, tienen niveles socioeconómicos de muy bajo a alto; el nivel medio es el más abundante seguido del alto, solo pequeñas poblaciones tienen un nivel bajo o muy bajo. El uso principal del suelo es de cultivos por lo que la mayor parte de la población se dedica a esta actividad primaria, el nivel socioeconómico medio y alto de estas unidades son las que predominan.

#### **4.3.1.1.4 Subpaisaje Llanura fluvial baja con influencia marina.**

Corresponde a una zona de transición entre el sistema continental y el marino, presenta inundación temporal por influencia fluvial de los ríos, e influencia del mar por efecto de marea a través de brazos de crecida (esteros) o de manera freática. Entre los principales escurrimientos o brazos de crecida presentan zonas deprimidas donde prevalecen condiciones de inundación estacional. En la llanura fluvial baja el lavado de sales es menos intenso, hay subunidades de suelos sálico, endosálico, sódico e hiposódico y prácticamente hay muy poca formación de Feozem., dominan los Cambisoles flúvicos (la salitización es menos intensa) y Fluvisoles con acumulaciones de sales y/o de sodio cambiabile.

Se definieron 8 regiones ecológicas para este subpaisaje: la de mayor extensión superficial (47 785 ha) corresponde a cultivos (vegetación inducida); las regiones de vegetación halófila, matorral espinoso, manglar y bosque tropical caducifolio asociaciones (vegetación natural) cubren un total de 9 657 ha, los cuerpos de agua presentes en este subpaisaje cubren aproximadamente 1 054 ha, mientras que áreas modificadas, representadas por asentamientos humanos rurales e instalaciones acuícolas, cubren 798 ha (Figura 8).

#### **4.3.1.2 Paisaje Marismas con lagunas costeras**

##### **4.3.1.2.1 Subpaisaje Llanura de inundación mareal.**

Corresponde a las llanuras que presentan influencia de agua de marea, las cuales se forman con las corrientes marinas que fluyen hacia adentro o afuera de los estuarios y lagunas, a través de las bocas (canales de marea). Por otro lado, las corrientes de marea o de los ríos llevan en suspensión una carga abundante de materiales finos, que más tarde se colmatan en las lagunas dando lugar a planicies de lodo o fango que quedan al descubierto en bajamar y cubiertas en pleamar. Las geoformas que se identificaron son planicies con influencia de inundación mareal ordinaria (baja) y extraordinaria (mareas altas), canales o esteros mixtos, lagunas costeras e islas. En esta parte del relieve se mantienen concentraciones de sales en superficie, con presencia de vegetación halófila muy escasa en las lagunas someras y depresiones entre barras y manglares en la parte de inundación mareal, teniendo como resultado un sedimento rico en sales que da lugar a la formación de un

suelo Solonchak, que la mayoría de las veces mantiene un nivel freático rico en sales, relativamente cerca de la superficie (Figura 8).

En este subpaisaje se definieron 8 regiones ecológicas, manglar, vegetación halofita, matorral espinoso y bosque tropical caducifolio (vegetación natural) cubren una extensión de 96 671 ha, le siguen cuerpos de agua con 36 745 ha; Las regiones de cultivo cubren 3 425 ha, mientras que las instalaciones acuícolas y asentamientos humanos (áreas modificadas) cubren una extensión de 741 y 73 ha, respectivamente.

Esta zona a la vez se dividió en dos subpaisajes llanura de inundación mareal ordinaria y mareal alta. La forma geomorfológica de llanura de inundación mareal ordinaria es aquella en la que se forman charcos en la época de lluvia y en la época de sequía estos cuerpos de agua desaparecen. La superficie de cuerpos de agua aumentan a 36 656 ha. en temporada de sequía aumentando en temporada de lluvias (Figura 8).

Esta región presenta 22 unidades de paisaje (u.e.80 a la 103), las unidades de asentamientos humanos solo tienen 65 ha con un nivel socioeconómico de muy bajo a bajo. La zona agrícola tiene menor extensión ya que las condiciones del suelo son poco productivas con niveles socioeconómicos de muy bajo a medio (3 308 ha), la mayor actividad de la población de esta zona es la pesca y el cultivo de camarón el que abarca la mayor superficie de la llanura deltaica y marismas con 738 ha.

La vegetación natural predominante es la vegetación halófila con 30 819 ha, por ser la vegetación adaptada a las condiciones de inundación, sequía y las fuertes concentraciones de sales. El manglar se presenta en 1 046 ha con niveles socioeconómicos de bajo a medio.

La Llanura de inundación mareal alta es complementaria a la zona anterior, presenta el mismo tipo de suelo y condiciones ambientales pero abarca las áreas de inundación con mayor permanencia en el año.

Las unidades ecológicas son de la 104 a la 118, los asentamientos humanos se encuentran tan solo en 8 ha con un nivel socioeconómico de medio, la población se dedica principalmente a la pesca por lo que las áreas de cultivo se ven reducidas a 117 ha con un nivel medio, la infraestructura acuícola es de 3 ha y la cobertura más representativa es la vegetación natural principalmente de manglar con 60 787 ha de las cuales 32 020 ha no presentan nivel socioeconómico y 22 902 ha tienen un nivel socioeconómico medio por lo que son más explotadas. La vegetación halófila es menor con 450 ha y el matorral espinoso con 369 ha (Figura 8).

#### **4.3.1.3 Paisaje Cordones litorales.**

##### **4.3.1.3.1 Subpaisaje Barras paralelas.**

Corresponde a un paisaje de acumulación marina, formado a partir de los sedimentos que llegan al mar aportados por los ríos, los cuales transportan las arenas y demás sedimentos en suspensión hasta formar un depósito alargado a manera de camellón, que se extiende paralelo a la costa por varios kilómetros; depósitos que en esta zona han obstruido parcialmente la salida directa al mar de los escurrimientos de los ríos

encerrando parte de los escurrimientos de la costa para formar de esa manera grandes sistemas laguneros (Agua Brava, Mexcaltitán y San Blas). Las geoformas resultado de este proceso son barras costeras con diferente altitud (0-5 msnm) y suelos de Solonchaks.

El subpaisaje se dividió en 4 regiones ecológicas (u.e. de la 119 a la 122), la de mayor representatividad en superficie corresponde a cultivos (vegetación inducida) con 52.7% de la superficie del subpaisaje; en ese mismo orden le siguen, instalaciones acuícolas (áreas modificadas) con 23.6%; vegetación holofita (vegetación natural) con 19.13% y cuerpos de agua con 4.4%. En esta zona no se encuentran asentamientos humanos (Figura 8).

#### **4.3.1.3.2 Subpaisaje La playa y dunas costeras.**

Presentan formaciones con influencia de un manto freático marino, que da lugar a suelos con sales (Solonchaks) y por otra parte, en las dunas costeras pueden formarse Arenosoles, siendo este último el dominante, y presenta la influencia de un manto freático en profundidad.

Las regiones ecológicas de este subpaisaje corresponden a Playas (tierras desnudas) que son la franja de tierra que colinda con el océano pacífico, al igual que la anterior tiene solamente 4 unidades de paisaje. Asentamientos humanos con solo 263 ha. y un nivel socioeconómico medio, principalmente es la localidad de San Blas la que se encuentra en esta unidad. La vegetación natural de manglar presenta 16 ha con nivel socioeconómico medio y las tierras desnudas que son propiamente las playas que esta la unidad No. 125 con 1275 ha, sin nivel socioeconómico; y la unidad 126 con 166 ha tiene un nivel socioeconómico medio, que son realmente las playas turísticas de la región como la playa del Borrego, Miramar, Matanchén, Palmar de Cuautla y el Novillero (Figura 8).

### **4.3.2 Ambiente erosivo: Estructuras volcánicas aisladas**

#### **4.3.2.1 Paisaje 4. Estructuras modeladas y aisladas**

##### **4.3.2.1.1 Subpaisaje Estructuras de composición andesítica.**

Corresponde al ambiente de estructuras volcánicas aisladas localizadas en el municipio de San Blas, formada por rocas ígneas y volcánicas, de composición intermedia y textura afanítica y porfirítica es característica de las áreas de subducción tectónica en márgenes oceánicos marinos (Figura 8).

En las estructuras aisladas de ambiente erosivo principalmente de suelos andesíticos, tienen 6 unidades de paisaje formados por la cobertura de asentamientos humanos, bosque tropical caducifolio y cultivos. Los asentamientos humanos tiene nivel socioeconómico muy bajo (u.e. 127) y medio (u.e. 128).

Los bosques de nivel socioeconómico medio tienen una superficie de 260 ha, y sin nivel socioeconómico de 20 ha. Los cultivos se encuentran en las unidades 131 y 132 sin nivel socioeconómicos y medio respectivamente (Figura 8).

#### 4.3.2.1.2 Subpaisaje Estructuras de composición ácida.

Se localiza en la región norte de la llanura costera y es el subpaisaje más extenso del ambiente erosivo, en conjunto forman lomeríos con pendientes moderadas a abruptas, con una altitud que va de los 20 a los 70 msnm con escarpes, topografía característica de las rocas volcánicas ácidas.

De los ambientes erosivos es este el que tiene mayor número de unidades ecológicas (de la 132 a la 145) las coberturas de mayor extensión en este subpaisaje corresponde a bosque tropical caducifolio y vegetación halofita (vegetación natural) con 23 856 y 34 ha respectivamente; cultivos (vegetación inducida) con 20 974 ha y asentamientos humanos (áreas modificadas), con una superficie de 256 ha, donde se asientan 51 localidades (Figura 8).

#### 4.3.2.1.3 Subpaisaje Estructuras de composición basáltica

Son tres pequeños domos de rocas ígneas de color oscuro y de estructura densa que se ubican en el municipio de San Blas, cerca de los poblados de Chacalilla, San Blas y en las Islitas.

Este subpaisaje se divide en tres regiones ecológicas, la de mayor superficie corresponde a matorral espinoso con 556 ha; seguido de bosque tropical caducifolio con 237 ha (vegetación natural), y asentamientos humanos (áreas modificadas) con 27 ha, donde predomina el nivel socioeconómico medio (Cuadro 17)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS



Cuadro 17 Ecología del paisaje de la Llanura costera norte de Nayarit

REGIONES GEOMORFO	PAISAJES GEOMORFO	SUBPAISAJE	SUELOS	OTRO GRUPO	GRUPO	NIVEL SOCIOECONOMICO	HECTAREAS	UNIDADES DE PAISAJE		
Llanura costera	Llanura delata	Llanura Fluvial de inundación Actual	Ferralsoles	Áreas modificadas	Asentamientos humano	muy bajo	311	1		
						bajo	28	2		
						medio	523	3		
						alto	106	4		
						sin nivel	31	5		
						Cuercos de agua	Cuercos de agua	muy bajo	40	6
								bajo	1052	7
								medio	83	8
								alto	40	9
								sin nivel	264	10
								medio	249	11
								alto		
						Vegetación natural	Bosque tropical caducifolio	sin nivel	5299	12
								muy bajo	159	13
								bajo	1246	14
								medio	4322	15
								alto	825	16
	sin nivel									
	medio									
	Vegetación reducida	Cultivos	muy bajo	32	17					
			medio							
	Llanura Fluvial superior	Cambios Fluvial	Áreas modificadas	Asentamientos humano	muy bajo	656	18			
					bajo	49	19			
					medio	733	20			
					alto	560	21			
					sin nivel	179	22			
					Vegetación natural	Bosque tropical caducifolio	medio	102	23	
							alto	11	24	
							sin nivel			
					Cuercos de agua	Cuercos de agua	sin nivel	185	25	
							bajo	129	26	
							medio	177	27	
							alto	27	28	
					Vegetación reducida	Cultivos	sin nivel	3333	29	
							muy bajo	2486	30	
							bajo	7184	31	
							medio	27104	32	
							alto	6732	33	
	Llanura Fluvial avanzada	Cambios Fluvial	Áreas modificadas	Asentamientos humano	muy bajo	135	34			
					bajo	71	35			
					medio	354	36			
					alto	481	37			
					Cuercos de agua	Cuercos de agua	bajo	979	38	
							medio	83	39	
							sin nivel	1594	40	
					Vegetación reducida	Cultivos	bajo	3762	41	
							medio	1602	42	
alto							3236	43		
sin nivel										
medio										
Vegetación natural					Manglar Mayoral estacional Pastoral	medio	6	44		
						medio	154	45		
						alto	1201	46		
						sin nivel	79	47		
						bajo	524	48		
	medio	22	49							
Llanura delata	Llanura Fluvial con afluentes hanta	Cambios Fluvial	Ferralsoles	Áreas modificadas	Asentamientos humano	muy bajo	58	50		
						bajo	93	51		
						medio	524	52		
						alto	7	53		
						Vegetación natural	Bosque tropical caducifolio	sin nivel	198	54
								bajo	490	55
								sin nivel	189	56
								muy bajo	18	57
								bajo	81	58
						Cuercos de agua	Cuercos de agua	medio	752	59
								alto	36	60
								sin nivel	1458	61
								muy bajo	471	62
								bajo	1162	63
						Vegetación reducida	Cultivos	medio	26383	64
								alto	5805	65

REGIONES GEOMORFOLOGICAS	PASAJES GEOMORFOLOGICOS	SUBPASAJE		SUBGRUPO	GRUPO	NIVE: SOCIOECONOMICO	HECTAREAS	UNIDADES DE PASAJE
Llanura costera	Llanura deeltaica	Llanura Fluvial Baja con influencia marina	Cambio Fluvial	Áreas modificadas	Infra. Acuicultura	sin nivel	18	66
					medio	98	67	
				Vegetación natural	Manglar	sin nivel	5	68
					medio	25	69	
					medio	631	70	
			Matorral espeso	sin nivel	870	71		
				Fluj. Baja	28	72		
				fluj.	20	73		
				medio	1801	74		
			Veg. halofita	sin nivel	1580	76		
	Fluj. Baja	91		77				
	fluj.	98		78				
	medio	2291		79				
	Marisma	Llanura Inundacion Marisal Odierna	Solonchaks	Áreas modificadas	Asealamientos humano	Muy bajo	11	80
					medio	54	81	
				Vegetación natural	Boque	sin nivel	428	82
					medio	132	83	
				Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	sin nivel	20723	84
					fluj.	541	85	
medio					15748	87		
Vegetación inducida				Cultivos	sin nivel	47	88	
				fluj.	447	89		
Áreas modificadas				Infra. Acuicultura	sin nivel	334	90	
		fluj.	166	91				
		medio	138	94				
Vegetación natural		Manglar	sin nivel	637	95			
			medio	468	96			
		Matorral espeso	sin nivel	578	97			
			Fluj. Baja	269	98			
		medio	13	99				
		medio	715	100				
		Vegetación	sin nivel	506	101			
			sin nivel	19672	102			
Matorral	medio	14207	103					
Llanura inundacion Marisal Alta	Solonchaks	Áreas modificadas	Asealamientos humano	medio	8	104		
			Cuerpos de agua	sin nivel	98	105		
		Cuerpos de agua	fluj.	11	106			
			medio	20	107			
			Vegetación inducida	Cultivos	medio	117	108	
		Áreas modificadas	Infra. Acuicultura	medio	3	109		
			Manglar	sin nivel	3220	110		
				fluj.	5818	111		
			medio	22902	112			
			Matorral espeso	sin nivel	87	113		
sin nivel	186			114				
medio	183		115					
Vegetación halofita	sin nivel		18	116				
	fluj.	52	117					
medio	319	118						
Cordones costeros	Barrao Paralelo	Aristocetes Regresivos	Áreas modificadas	Infra. Acuicultura	sin nivel	11619	119	
			Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	fluj.	2187	120	
			Vegetación natural	Vegetación halofita	medio	6210	121	
	Paisa y Dunas Costeras	Aristocetes Regresivos	Vegetación inducida	Cultivos	medio	29674	122	
			Áreas modificadas	Asealamientos humano	medio	283	123	
			Vegetación natural	Manglar	medio	35	124	
Terza desrutiles			plajete	sin nivel	1275	125		
			plajete	medio	16	126		

REGIONES GEOMORFOLÓGICAS	PAISAJES GEOMORFOLÓGICOS	SUBPAISAJE	GRAN GRUPO	GRUPO	NIVEL SOCIOECONÓMICO	HECTÁREAS	UNIDADES DE PAISAJE
Estructuras vecinales aisladas	Estructuras modeladas aisladas	Avellanosa	Áreas modificadas	Asentamientos humanos	alto bajo	17	127
				medio	98	128	
			Vegetación natural	Bosque tropical cadu.	sin nivel	20	129
				medio	250	130	
			Vegetación inducida	Cultivos	sin nivel	48	131
				medio	577	132	
		Acote	Áreas modificadas	Asentamientos humanos	alto bajo	9	133
				medio	201	134	
				alto	48	135	
			Vegetación natural	Bosque tropical cadu.	sin nivel	4004	136
				alto bajo	12	137	
				medio	14106	138	
	Vegetación inducida	Cultivos	sin nivel	3734	139		
			alto bajo	10968	140		
			medio	27	141		
		Vegetación natural	Wag. Harizilla	medio	473	142	
			alto	5747	143		
			medio	1959	144		
	Basalica	Áreas modificadas	Asentamientos humanos	medio	21	145	
			alto	9	147		
			Vegetación natural	Bosque tropical cadu.	sin nivel	215	148
		alto		27	149		
		Maripal espino		sin nivel	77	150	
		medio	484	151			

## V. CONCLUSIONES

Se realizó la regionalización de la ecológica del paisaje de la llanura costera norte del estado con criterios geomorfopedológicos, de cobertura y uso del suelo con los atributos socioeconómicos de la población.

La diversidad de esta región del estado de Nayarit, quedo reflejada en 151 regiones ecológicas identificadas en 11 subpaisajes, 4 paisajes geomorfológicos y 2 regiones geomorfológicas.

En este mosaico de ambientes la Llanura deltaica representa el subpaisaje más rico o diverso tanto en unidades ecológicas con 79, como en superficie, con 45.47% del total. El paisaje formado por estructuras modeladas y aisladas presenta 25 unidades ecológicas, sin embargo su superficie representa sólo 10.4% del total. El subpaisaje Cordones litorales presenta 9 unidades ecológicas y cubren una superficie de 12.74%, mientras que el subpaisaje de Marismas con 38 unidades ecológicas tiene una representación alta en el área en estudio con 30.94%.

La metodología presentada en este estudio, permite conocer en los aspectos ambiental, social y económico a cada una de las unidades paisajísticas lo que puede permitir un proceso de gestión integral para logro del desarrollo sustentable de la región por lo que se espera que los resultados de este trabajo sirvan de base o referencia a trabajos futuros de planeación ecológica en la zona.

Figura 2 paisajes geomorfológicos de la llanura costera norte de Nayarit

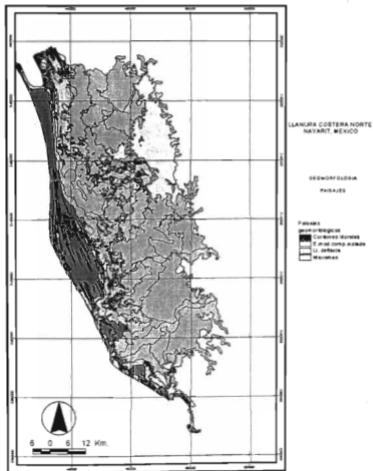


Figura 3 Subpaisajes de la llanura costera norte de Nayarit

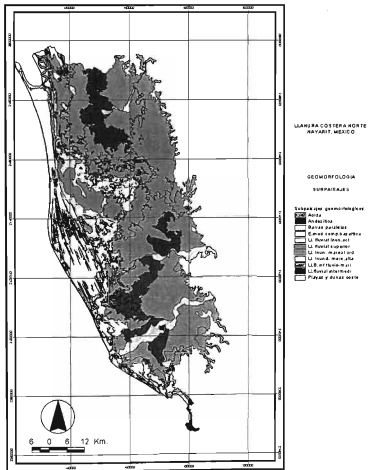


Figura 4 Cobertura y uso del suelo, gran grupo de la llanura costera norte de Nayarit

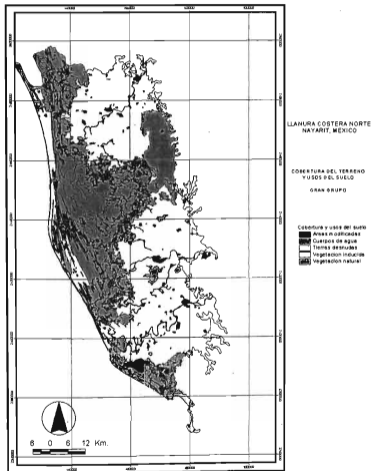


Figura 5 Cobertura y uso del suelo, grupo de la llanura costera norte de Nayarit

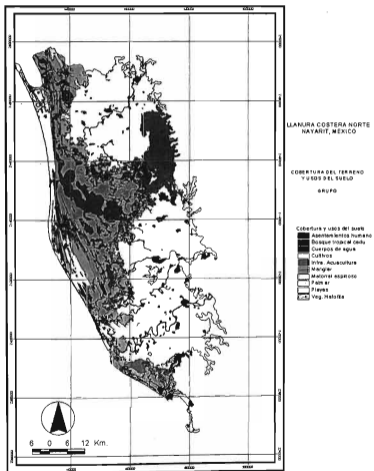


Figura 6 Municipios de la llanura costera norte de Nayarit

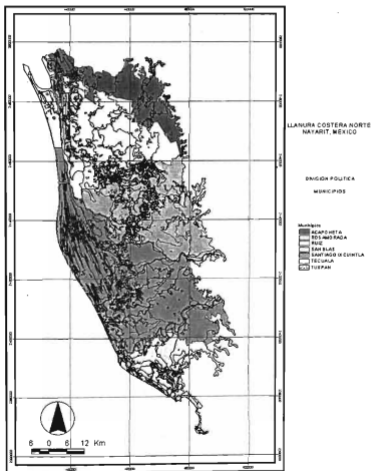




Figura 7 Nivel socioeconómico de la llanura costera norte de Nayarit

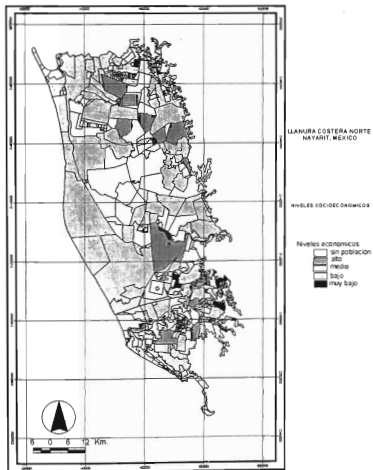
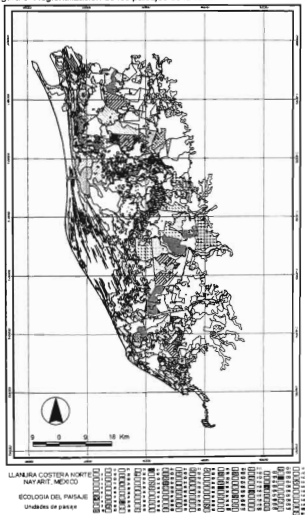


Figura 8 Regionalización de los paisajes de la llanura costera norte de Nayarit





## VI LITERATURA CITADA

- Archer, T.A., Kovacs, J. M and L.P Aspden, (2003), "Monitoring the degradation of a forested wetland of the Teacapan estuarine system, México". Proc. 25<sup>th</sup> Canadian Symp. Remote Sensing, Canadian Aeronautics and Space Institute
- Arteta L., R. (1975). *El levantamiento fisiográfico y la conservación del suelo*. (El levantamiento fisiográfico en la planeación de un programa de conservación y recuperación de suelos con problemas de erosión acelerada en nueve cuencas del Valle de México). Tesis de M.C. Chapingo, Méx., Colegio de Postgraduados. 72 p.
- Bastian, Olaf (2001). Landscape Ecology – towards a unified discipline?, en *Landscape Ecology*. 16 : 757–766.
- Berlanga, R. C. y Ruiz – Luna, A., (2007), "Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México". Una aproximación con el uso de imágenes de satélite landsat", *Universidad y Ciencia*, vol., 23, núm., 1, México, pp. 29-46.  
[\[http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia/junio\\_2007/4%20-%20237uc.pdf\]](http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia/junio_2007/4%20-%20237uc.pdf)
- Bermejo, (2001). *Economía sostenible, principios conceptos e instrumentos*. Bakeaz, País Vasco.
- Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Velazquez, A.Torres y M.A. Torres (1996). *Regionalización Ecológica del Estado de Michoacán*. Centro de Ecología UNAM. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales. Unidad Académica Morelia.
- Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Velazquez, A.Torres y M.A. Torres (1999), "La Regionalización Geomorfológica como una Alternativa de Regionalización Ecológica en México; el caso de Michoacán de Ocampo", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 40, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 7-22.
- Bocco, G., M. E. Mendoza y O.R. Masera, (2000). *La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán*, Instituto de Ecología, UNAM- campus Morelia.
- Bojórquez, J., y J. López, (1997), "Levantamiento de suelos del municipio de Tuxpan, Nayarit, México". *Investigaciones Geográficas, Boletín* núm.35. Instituto de Geografía, UNAM. México, p 85-120.
- Bojórquez, I., F. Flores, O. Nájera, B. Mora y A. Seefó, (2003). *Mapa de series de suelos de la costa norte del estado de Nayarit y Sistema de Información de suelos de Nayarit*. Universidad Autónoma de Nayarit y Fundación Produce Nayarit A.C. México.
- Bojórquez, I. y A. Hernández, (2004). *Informe de reclasificación de suelos de Nayarit por el World Reference Base (WRB)*. Archivos CEMIC, Universidad Autónoma de Nayarit.

Bojórquez, I., O. Nájera, A. Hernández, F. Flores., A. González., D. García y A. Madueño, (2006) "Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del Estado de Nayarit, México", *Cultivos tropicales*, vol.4, núm. 27, La Habana, Cuba, pp. 5-12

Bojórquez, I., A. Hernández, D. García, O. Nájera, F. Flores, A. Madueño y R. Bugarin, (2007). "Características de los suelos cambisoles y fluvisoles de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México". *Cultivos Tropicales*, vol. 28, núm. 1, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, República de Cuba, pp.19-24.

Bojórquez Tapia, L. Antonio., Salomón Díaz M. y R. Saunier, (1997). *Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Nayarit*. Instituto de Ecología, UNAM, D.F., México

Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz-Mondragón y E. Ezcurra, (2001). "GIS-bases approach for participatory decision making and land suitability assessment", *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 15, núm. 2, pp.129-151.

Carrera, E. y G. de la Fuente (2003). *Inventario y Clasificación de Humedales en México. Parte 1*. DUMAC, Monterrey, México.

Cervantes, B.J.F. (1983). Los Estudios Geoeosistémicos y su Base Metodológica. Memoria 1er. Congreso Interno del Instituto de Geografía. UNAM.

Cervantes, B.J.F. (1989). Modelo Geoeosistémico para la Prospección Uso y Manejo del Medio y Los Recursos Naturales. Bol. del Instituto de Geografía de la UNAM. No. 19 : 27-38

Cervantes, B.J.F. (1993). Método Geoeosistémico Prospectivo su Filosofía y Aplicaciones. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM. Número Especial: 35-47

Cervantes-Borja, J., Alfaro-Sánchez, G., 1988. La Ecología del Paisaje en el Contexto del Desarrollo Sustentable: Ordenamiento Ecológico de la Región de la Pesca, Tamaulipas, México. <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>

Cervantes-Borja, J y G. Vite, (1993) "Unidades del Paisaje para el Desarrollo Sustentable y Manejo de los Recursos Naturales", *Investigaciones Geográficas, Boletín especial*, núm. 1, Instituto de Geografía, UNAM, México. pp.35-47.

Chiappy Jhones, Carlos, Lilly Gamma, Lorrain Giddings, Victor Rico-Gray y Alejandro Velázquez, (2000). "Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán" *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 42, Instituto de Geografía, UNAM, México. pp. 28-397.

Contreras, E.F., (1988), *Las lagunas costeras mexicanas* 2ª. Ed. CECODES-SEPECSA, México.

Cruz A.I., (2000). "Consideraciones Técnicas y Metodológicas en la Ordenación Territorial de Abrae en Venezuela. Caso de estudio: Áreas boscosas bajo Protección", *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 41, núm.1 pp.89-99.

Curry, J., F. Emmel y P. Crampton, (1969), *Holoceno history of strand plain, lagoonal coast, Nayarit. México*. Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, México.

Deckers, J., F. Spaargaren y F. Nachtergaele, (1988), "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo", *Informes sobre recursos mundiales de suelos*, núm. 84. FAO, SICS, ISRIC., pp 90

Driessen, P., J. Deckers, O. Spaargaren and F. Nachtergaele, (2001) *Lecture Notes on the Major Soils of the World*. World Soils Resources Reports 94, FAO

Dupuy Rada, Juan Manuel., J.A. González Iturbe., S. Iriarte Vivar., L.M. Calvo Irabien., C. Espadas Manrique., F. Tun Dzul y A. Dorante Euán, "Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 62, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 104-124

Elbersen G. W. W., S. T. Benavides y P.J. Botero, (1974). *Metodología para levantamientos edafológicos (especificaciones y manual de procedimiento)*, Centro Interamericano de Fotointerpretación, Bogotá, Colombia.

FAO, 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. Reports 103, Roma.

Forero P. M., Cristina, (1984). "Levantamiento de cobertura terrestre y uso de la tierra". *Revista CIAF*, CIAF, Bogota, Colombia. Vol.9 (1) pp. 67-88.

Godagnone, Ruben E y J.C. de la Fuente (2000), *Regionalización ecológica del Noa*, Instituto de Suelos. CIRN-INTA.

Geissert Kientz, Daniel, (1999) "Regionalización geomorfológica del Estado de Veracruz", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 40, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 23-47.

Gonimia G, Leonardo., J. E. Vargas González, (1991), "Aplicación de imágenes de Satélite SPOT al estudio de la Cobertura vegetal en zonas montañosas". *Revista CIAF*, vol. 012, núm. 0001, Centro Interamericano de Fotointerpretación, Bogotá, pp. 39-47

Guerra Martínez, Verónica y S. Ochoa Gaona, (2006). "Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla,

Tabasco (1990-2000)", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 59. Instituto de Geografía. UNAM, México, pp. 7-25.

Haines-Young, R. (1999), Landscape pattern: context and process. Pages 33-37 En: J.A. Wiens y M.R. Moss (eds.) *Issues in Landscape Ecology*, 5th IALE-World Congress. Snowmass, E.E.U.U.

Hernández Trejo, Humberto., Priego Santander, Angel G., Lopez Portillo, Jorge A. e Isunza Vera, Eduardo, (2006). "Los paisajes físico-geográfico de los manglares de la laguna de la Mancha, Veracruz, México", *Interciencia*, vol. 31, núm. 003, Caracas Venezuela pp. 211-219.

INEGI- Semarnat 2000. El ordenamiento ecológico: logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. INE, México.

INEGI, (1995), *Ortofotos digitales*, México

INEGI, (2002), *Base Digital de Datos de Suelos*, INEGI, México.

INEGI (2005), *Conteo de Población y Vivienda 2005*. Secretaria de Programación y Presupuesto. Coordinación de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México.

Jordán, A. (2000). *El medio físico del Campo de Gibraltar: Unidades geomorfoedáficas y riesgo de erosión*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Kandus, Patricia (2003). *Trabajos Prácticos*, Ecología Regional, módulo 1. Argentina, pp.36.

Kovacs, J.M., M. Blanco and F. Flores, (2001), "A logistic regression model of hurricane impacts in a mangrove forest of the Mexican Pacific". *Journal of Coastal Research*, núm. 17 pp. 30-37.

Kovacs J.M., J. Wang, y Blanco-Correa M., (2001), "Mapping disturbances in mangrove forest using multi-date Landsat TM imagery". *Environmental Management*, vol. 27, núm. 5, pp.763-776.

Kovacs, J.M., J. Wang and F. Flores, (2005). "Mapping mangrove leaf area index at the species level using IKONOS and LAI-2000 sensores for the Agua Brava Lagoon, Mexican Pacific". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, núm. 62, pp 377-384.

Lawler., J., R. O'Connor., C. T.Hunsaker., J. Bruce. T. R. Loveland and D. White., (2004). "The Effects of Habitat Resolution on Models of Avian Diversity and Distributions: a Comparison of Two Land-Cover Classifications", *Landscape Ecology*, 19 ( 5 ): pp. 515-530.

Li, B.L. 1999. Towards a synergetic view of landscape ecology. Abstract En: J.A. Wiens y M.R. Moss (eds.) Issues in Landscape Ecology, 5th IALE-World Congress. Snowmass E.E.U.U..

Martínez García F. y J. López Blanco, (2005). "Caracterización de las unidades ambientales biofísicas del Glacis de Buenavista, Morelos, mediante la aplicación del enfoque geomorfológico morfogenético", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 58. Instituto de Geografía, UNAM, México, pp.34-53

Mateo, J., (1991), *Geoecología de los Paisajes*, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Mateo, J., (1997). *La ciencia del paisaje a la luz del paradigma ambiental*, conferencia magistral impartida en el II Taller Internacional sobre Ordenamiento Geocológico de los Paisajes, Cuba al día, año VII, No. 37 y 38, Cuba.

Mendoza, M. y G. Bocco, (1998). "La Regionalización Geomorfológica como Base Geográfica para el Ordenamiento del Territorio: Una revisión bibliográfica", *Serie Varia*, vol.17 núm. 5, Instituto de Geografía, UNAM, Mexico, pp. 25- 55.

Mendoza, M. y G. Bocco, G., (1999). "Regionalización Ecológica". *Serie Varia*, núm.17, Instituto de Geografía, UNAM, Mexico,

Mendoza, M.E., G. Bocco, E. López y M. Bravo., (2002). Implicaciones hidrológicas del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: una propuesta de análisis espacial a nivel regional en la cuenca cerrada del Lago de Cuitzeo, Michoacán. *Investigaciones Geográficas* 49:

Nogués, B.D., (2003), "El Estudio de la Distribución Espacial de la Biodiversidad: Conceptos y Métodos", *Cuadernos de la Investigación Geográfica*, núm.29 Universidad de la Rioja, pp. 67- 82.

OECD, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1991). *Environmental Indicators: A Preliminary Set*. OECD, Paris.

OECD, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1994). *Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. OECD, Paris.

O'Neill, R. V.C., Hunsaker, K., Bruce, J., Kurt H. R., Wickham, J., Schwartz, P.M., Goodman, A., Jackson, B.L., Baillargeon, W.S.(1997). Monitoring Environmental Quality at the Landscape Scale. *BioScience* 47:513-19.

Priego-Santander, A. G., H. Morales-Iglesias y C. E. Guadarrama. 2004. "Paisajes físico-geográficos de la cuenca Lerma-Chapala, México". *Nueva Época. Gaceta Ecológica*. Nº 71. pp. 11-22.

Quiñones, H. (1987). El sistema fisiográfico de la dirección General de Geografía, en *Revista de Geografía*, 1(2): 13-20. INEGI, México.

Quiroga, (2001). Indicadores de Sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del Arte y perspectivas. CEPAL, Santiago de Chile

Reyes Hernández, Humberto., Miguel Aguilar Robledo., J.R. Aguirre Rivera., Trejo Vázquez, (2006). "Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 59, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 26-42.

Rodríguez Gamiños, M. L. y J. López Blanco, (2006), "Caracterización de unidades biofísicas a partir de indicadores ambientales en Milpa Alta, Centro de México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 60. Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 46-61

Ruiz-Luna A. y Berlanga R. C.A., (1999). "Modifications in coverage patterns and land use around The Huzache-Caimanero Lagoon System, Sinaloa, Mexico: A multi-temporal analysis using LandSat Images". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, núm. 49, pp.37-44.

Rzedowski, J. 1988. *Vegetación de México*. Editorial: Limusa. México.

Rojas, (2001). "La Dinámica Politico-Territorial de Venezuela, los Planes de Ordenamiento y el Ingreso Petrolero", *Revista Geográfica Venezolana*, núm. 42, vol.2, Venezuela, pp.183-201.

Salinas, E. (1991). *Análisis y Evaluación de los Paisajes en la Planificación Regional en Cuba*. Tesis de doctorado Universidad de La Habana.

Salinas, E. (1997). *Planificación Ambiental y Ordenamiento Geocológico*. Conferencia Magistral impartida en el II Taller Internacional sobre Ordenamiento Geocológico de los Paisajes. año VII, No. 37 y 38, Cuba pp. 7-11.

Salinas, C. E. y J. Middleton, (1998). *La Ecología del Paisaje como Base para el Desarrollo Sustentable en América Latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America*. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba. [<http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>]

Sato Michele y José Eduardo dos Santos,(1997). Cap. 35 *Ciencia para el desarrollo sustentable*, Sinopsis de la Agenda 21. SEMARNAP-PNUD. México.

SEDUE, (1986) Secretaría de desarrollo Urbano y Ecología). *Manual de Regionalización ecológica*. Serie: Ordenamiento Ambiental No. 1. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Normatividad y regulación ecológica. México:13p.



SEDUE, (1988) Secretaría de desarrollo Urbano y Ecología). *Manual de Ordenamiento ecológico del territorio*. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Normatividad y regulación ecológica. México: 356 p.

SEPESCA, (1990), *Estudio para el ordenamiento ecológico de zonas con vocación acuícola. Región Huzache-Caimanero a San Blas*, Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura. México D.F.

SEPESCA, (1994), *Estudios especializados de acuicultura y de ordenamiento ecológico en el estado de Nayarit*, Secretaría de Pesca, México D.F.

SEMARNAT (2001), *Estrategia General para la conservación y desarrollo sustentable de Marismas Nacionales, Nayarit*. México

Téllez, V.O.,1988. *Flora, Vegetación Fitogeografía de Nayarit*. UNAM. México. Tesis de Maestría en Ciencias. pp. 160.

Toledo, V.M. (1988). *La diversidad biológica de México*. Ciencia y Desarrollo. México.

Tricart, J., y J. Kilian, (1982). *La Eco-geografía y la Ordenación del medio natural*, Anagrama. Barcelona: 287 p.

Vargas, G. E., (1992). Análisis y Clasificación del Uso y Cobertura de la Tierra con Interpretación de Imágenes. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Subdirección de Docencia e Investigación. Santa Fe de Bogotá.

Velásquez, Juan., Guido Ochoa., Jajaira Oballos., Jorge Manrique y Jonny Santiago. (2004). "Metodología para la Delineación Cartográfica de Suelos". *Revista Forestal Latinoamericana*, núm. 36, Universidad de Los Andes, Argentina, pp. 15-34.  
[<http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinoamericana/vol19num2/articulo2.pdf>]

Verstappen, H., y R.A. Van Zuidam, (1991). El sistema ITC para levantamientos geomorfológicos. Una base para la evaluación de recursos y riesgos naturales. *ITC publicaciones No. 10*. Enschede, the Netherlands: 89 p.

Villota y Forero, (1986). *Metodología para levantamientos edafológicos, especificaciones y manual de procedimientos*, Instituto Agustín Codazzi. Bogotá Colombia.

Yemshanov, D. y AH. Perera, (2002). "A Spatially Explicit Stochastic Model to Simulate Boreal Forest Cover Transitions: General Structure and Properties". *Ecological Modelling*, núm.150 (1-2), pp.189-209.

Zinck, J.A., (1988). *Physiography and soils*. Soil Survey Course. ITC. Enschede, the Netherlands: 156 p.

Zinck, J.A., (1996), *La información edáfica en la planificación del uso de las tierras y el ordenamiento territorial*, en : J. AGUILAR A. MARTINEZ y A. ROCA(Eds), *Evaluación y manejo de suelos*. Junta de Andalucía, Granada, pp.49 -75.