

01059<sup>3</sup>

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Filosofía y Letras  
División de Estudios de Postgrado  
Departamento de Geografía

MODELO DE MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES  
DE LA CUENCA DE EL SALADO, SLP

Tesis

que, para obtener el grado de

MAESTRO EN GEOGRAFIA,  
(Eval. Rec. Nat.)  
sustenta

JOSE MANUEL ESPINOZA RODRIGUEZ

Inireb  
1980-1984

Sedue  
1984-1990

Instituto de Geografía  
1985-1987

MEXICO 1990

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS . . . . .	vii
INDICE DE LAMINAS . . . . .	viii
INTRODUCCION . . . . .	1
1. MARCO TEORICO Y METODOLOGIA . . . . .	5
2. MEDIO NATURAL . . . . .	15
2.1 <u>Diferentes enfoques de regionalización</u> . . . . .	15
2.2 <u>Regionalización ecológica</u> . . . . .	15
2.3 <u>El Salado</u> . . . . .	18
2.4 <u>Zona árida</u> . . . . .	22
2.5 <u>Provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-</u> <u>zacatecanas</u> . . . . .	26
2.6 <u>Geosistema Bajadas occidentales de San Luis Potosí</u> . . . . .	28
2.7 <u>Geofacie Cuenca de Salinas</u> . . . . .	28
2.8 <u>Determinación, justificación y caracterización de las</u> <u>geofacies (paisajes terrestres) y los ecotopos</u> <u>(unidades ambientales)</u> . . . . .	31
3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL . . . . .	43
3.1 <u>Elementos naturales del sistema</u> . . . . .	43
3.2 <u>Actividades socioeconómicas</u> . . . . .	76
3.3 <u>Estado ambiental</u> . . . . .	82
4. MODELO DE MANEJO . . . . .	86
4.1 <u>Modelo conceptual de las relaciones actuales de los</u> <u>elementos ambientales</u> . . . . .	86
4.2 <u>Matriz de relaciones entre los elementos del sistema</u> <u>ambiental</u> . . . . .	90
4.3 <u>Análisis global de la aplicación del modelo</u> <u>conceptual y la matriz de interrelaciones</u> . . . . .	110
4.4 <u>Problemática ambiental extrapolable a El Salado</u> . . . . .	112
5. INDICES AMBIENTALES . . . . .	117
5.1 <u>Indices de calidad</u> . . . . .	123
5.2 <u>Indices de fragilidad o vulnerabilidad</u> . . . . .	156
5.3 <u>Indices de potencialidad o aptitud</u> . . . . .	175
6. ALGUNOS ASPECTOS ACERCA DE LOS ESCENARIOS ALTERNATIVOS DE PLANEACION . . . . .	185
7. CONCLUSIONES . . . . .	189
7.1 <u>Operatividad de la metodología de ordenamiento</u> <u>ecológico en la planeación</u> . . . . .	189
7.2 <u>Estado de la información ambiental en México</u> . . . . .	190
8. COMENTARIOS . . . . .	195
8.1 <u>Análisis sobre la aplicabilidad de la metodología en</u> <u>el sector público</u> . . . . .	195
8.2 <u>Continuidad de la línea de investigación</u> . . . . .	197

MATERIAL DE APOYO . . . . .	199
<u>Literatura consultada</u> . . . . .	199
<u>Cartografía consultada</u> . . . . .	207
GLOSARIO . . . . .	208

## INDICE DE CUADROS

1.	Sistemas jerárquicos de regionalización paisajística . . .	16
2.	Escala de representación regional . . . . .	19
3.	Cuencas principales de la región hidrológica no. 37 El Salado . . . . .	20
4.	Entidades que conforman la región hidrológica El Salado.	23
5.	Geosistemas comprendidos en la provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-zacatecanas . . . . .	29
6.	Áreas geomunicipales (AGEM) y estadísticas básicas comprendidas en el área de estudio . . . . .	33
7.	Uso del suelo . . . . .	64
8.	Inventario florístico de la región potosino-zacatecana .	66
9.	Fauna extinta o en peligro de extinción . . . . .	73
10.	Núcleos agrarios constituidos en la parte sur del municipio de Salinas, SLP . . . . .	78
11.	Principales localidades de la cuenca de Salinas . . . . .	81
12.	Evaluación de metodologías de impacto ambiental . . . . .	91
13.	Matriz de interacciones posibles entre los elementos del sistema . . . . .	96
14.	Matriz sintética de interrelaciones o de cribado . . . . .	99
15.	Obtención de índices ambientales a partir de la problemática ambiental parcial . . . . .	116
16.	Diferencias fundamentales entre el proceso de modelización y de ordenamiento ecológico . . . . .	118
17.	Índices ambientales susceptibles a aplicar para la determinación del estado de cada elemento del sistema .	120
18.	Clasificación FAO de áreas erosionadas (1954) . . . . .	132
19.	Relación de plantas raras o en peligro de extinción en el área . . . . .	136
20.	Inventario faunístico del estado de San Luis Potosí . . .	140
21.	Inventario faunístico del estado de Zacatecas . . . . .	146
22.	Inventario faunístico de la región potosino-zacatecana .	150
23.	Clasificación de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos . . . . .	160
24.	Valores asignados por unidad de suelo de acuerdo a su riesgo de erosión . . . . .	177
25.	Valores asignados a geoformas de acuerdo a su riesgo de erosión . . . . .	178
26.	Valores asignados por rangos de precipitación de acuerdo al riesgo de erosión que provocan . . . . .	178
27.	Valores asignados por tipo de uso del suelo de acuerdo al riesgo de erosión que provocan . . . . .	179

## INDICE DE LAMINAS

1. Ordenamiento ecológico del territorio . . . . .	7
2. Ejemplos de escenarios alternativos de planeación regional para la toma de decisiones . . . . .	12
3. Tres formas de aproximación sucesiva hasta obtener una unidad homogénea . . . . .	17
4. Regiones hidrológicas del país . . . . .	21
5. Entidades que quedan comprendidas en la Región Hidrológica no. 37 . . . . .	24
6. Zonas ecológicas que constituyen el país . . . . .	25
7. Provincias ecológicas que constituyen la zona árida . . . . .	27
8. Geosistemas que integran la provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-zacatecanas . . . . .	30
9. División político-administrativa y vías de comunicación de la geofacies Cuenca de Salinas . . . . .	32
10. Topografía de la geofacies . . . . .	36
11. Unidades ambientales correspondientes a la Cuenca de Salinas y área circunvecina, según SAHOP (1981) . . . . .	41
12. Distribución de los suelos en la Cuenca de Salinas . . . . .	50
13. Superficie y uso predominante de los suelos de la Cuenca de Salinas por ecotopo . . . . .	52
14. Hidrología superficial . . . . .	57
15. Vegetación original y uso del suelo . . . . .	62
16. Superficie de los principales tipos de vegetación original y presión ejercida por actividades productivas por ecotopo . . . . .	65
17. Tenencia de la tierra en el sur del municipio de Salinas, SLP . . . . .	77
18. Ecotopos o unidades naturales que se presentan en el área . . . . .	83
19. Modelo conceptual y los elementos del sistema regional y sus interrelaciones . . . . .	88
20. Formato para el reporte del IMECA . . . . .	125
21. Estaciones de la Red Nacional de Monitoreo ubicadas en el área potosino-zacatecana . . . . .	128
22. Inventario de áreas erosionadas a partir de la dinámica de la vegetación . . . . .	130
23. Pasos secuenciales para la obtención de un programa de ordenamiento ecológico integral del área . . . . .	186

## INTRODUCCION

Las condiciones socioeconómicas a lo largo y ancho del territorio nacional se asemejan en gran medida a la gran heterogeneidad de las características ambientales y la irregular distribución de los recursos naturales. En ocasiones, los contrastes son sorprendentes, ya que tanto en los aspectos físico-ecológicos como en los socioeconómicos, se tienen grandes diferencias en cortas distancias.

Con frecuencia, es posible detectar condiciones a primera vista contradictorias, donde la carencia o insuficiencia de un recurso -evidentemente indispensable- no es obstáculo para que se desarrolle una actividad floreciente. El clásico ejemplo de esta situación es la ciudad de México, cuya localización obedece a una justificación histórica y a que debe pagar unos costos (económico y ecológico) muy elevados; sus limitantes son la disponibilidad de agua, el transporte y el suministro de alimentos y energéticos, entre otras.

Este cuadro, que no es ni remotamente el que priva en el país, coexiste con diversas situaciones, como son:

- Regiones con abundantes recursos, que tienen capacidad para más de una próspera actividad, ejemplificadas por áreas como el centro de Veracruz, donde el conjunto suelo-clima-vegetación es favorable para actividades como la agricultura (café, caña de azúcar), ganadería (abundantes pastizales) y silvicultura (gran superficie de selvas y bosques), entre otras.
- Regiones con abundantes recursos, pero subutilizados en mayor o menor grado, como en el caso de extensas áreas del sureste, donde la abundancia de agua, de yacimientos de hidrocarburos y de un alto potencial biótico, se restringe a la explotación (irracional por cierto) de los segundos.
- Áreas con baja potencialidad natural para su desarrollo, pero con una alta productividad una vez que se ha eliminado la limitante que representa la escasa disponibilidad de un recurso clave. En estas condiciones se encuentra la zona con agricultura altamente mecanizada del noroeste de México en la llanura costera de Sonora y Sinaloa, donde los bajos volúmenes de agua de lluvia se suplen con irrigación, gracias a la infraestructura hidráulica que hace disponible el recurso en el momento y lugar requerido.
- Por último, se encuentran aquéllas cuya disponibilidad de recursos es muy baja y la probabilidad de suplir esta limitante mediante desarrollo o adaptación de tecnologías es mínima. Bajo estas condiciones se incluyen las cuencas cerradas de la altiplanicie, entre las que se encuentra la de El Salado de San Luis (así llamado por comprender en su mayor parte territorio potosino), objeto de este estudio. Son justamente estas

características ambientales adversas, las que condicionan un nivel económico muy bajo, que tiene graves consecuencias sociales, como la desintegración familiar, provocada por la emigración.

Esta gran división por tipo de áreas del país, normalmente se toma en cuenta implícita o explícitamente por instituciones oficiales para llevar a cabo sus programas de desarrollo y/o de asignación de recursos económicos. Sin embargo, esta asignación, muchas veces no se realiza de la manera más adecuada posible, lo que provoca un desperdicio de los mismos. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) es una de las instituciones que tiene una injerencia importante en los programas gubernamentales: ejecuta proyectos de planeación y desarrollo pero que, cuando menos en el sector Ecología, carecen de una línea bien definida y coordinación entre sí.

Del postulado anterior se desprende la necesidad de sistematizar un instrumento o canal que permita desarrollar, de una forma congruente y coordinada entre las instituciones involucradas, los proyectos de planeación regional (véase GLOSARIO), apoyándose en el enfoque de conservación de recursos, a través del método de ordenamiento ecológico (véase GLOSARIO)<sup>1/</sup>. Es importante indicar que aunque esta metodología ofrece múltiples ventajas en la planeación, no necesariamente debe satisfacer todas las necesidades de todos los tomadores de decisiones, ya que la aplicación de modelos o métodos de ordenación del espacio no implica universalidad (Harvey, 1983).

La concepción teórica fundamental en relación al proceso de ordenamiento ecológico mediante índices ambientales (véase GLOSARIO) se encuentra planteada en una primera aproximación en un trabajo en que colaboró el autor, denominado Tronco metodológico para el ordenamiento ecológico (Barajas, 1985). En él se trata a la ordenación del espacio (véase GLOSARIO), apoyándose en una base ecológica y dando un peso primordial al análisis de los fenómenos de deterioro ambiental y de competencia por el espacio regional, sin que por ello sean aislados del contexto regional global. En este sentido, las actividades humanas establecen una serie de relaciones con el medio natural (de explotación, producción, abastecimiento de productos, comercio, competencia por el espacio, deterioro y otras), dando lugar a una red de interconexiones de gran complejidad (Barajas, 1985).

---

<sup>1/</sup> Esta metodología es ampliamente utilizada en varias instituciones de investigación básica y planeación, destacando entre éstas, la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica (DGNRE; véase GLOSARIO) de la Sedue, cuyos proyectos deben verse enriquecidos con los planteamientos del presente trabajo.

Como primer paso en este proceso de planeación se plantea la evaluación y análisis de los recursos reales y potenciales de la cuenca de Salinas, área representativa de la zona semiárida de El Salado. El objetivo de esta fase es la elaboración de un eventual esquema de manejo óptimo de los recursos en una forma integral, considerando tanto el aspecto de desarrollo como el de conservación, a través de la aplicación de índices que relacionan la información ambiental y cuyos principios, estructura y alcances se discuten.

Se seleccionó como área de estudio una región semiárida con el fin de evaluar la aplicación de modelos de manejo de recursos en un área con baja disponibilidad de éstos y, paralelamente, detectar los requerimientos de información ambiental en regiones con escasez de fuentes de este tipo.

En síntesis, los objetivos básicos que se persiguen son:

- El principal, estrictamente metodológico, es efectuar un análisis de la información ambiental que existe en México, requerida para estudios de ordenamiento ecológico y, en general, de ordenación del espacio.
- Detectar "huecos" de información básica generada por instituciones abocadas a tal fin y justificar su generación periódica y confiable.
- Definir la efectividad de la aplicación de índices ambientales en estudios de planeación regional y discutir su aplicabilidad en proyectos oficiales.
- Establecer "paquetes" de índices por elemento ambiental en relación a su calidad, fragilidad y potencialidad a nivel geofacie (véase GLOSARIO).
- Efectuar un análisis global del proceso de ordenamiento ecológico y ofrecer alternativas en aspectos inconsistentes de la metodología.

Los objetivos secundarios son los siguientes:

- Establecer un diagnóstico ambiental (véase GLOSARIO) y calibrar la aplicabilidad de la metodología de ordenamiento ecológico y de los índices ambientales en un estudio de caso, representado en la cuenca de Salinas y discutir su extrapolación a las condiciones físico-ecológicas de El Salado.
- Efectuar un análisis de la regionalización ecológica (véase GLOSARIO) desarrollada por la Sedue y de la nomenclatura de los niveles regionales.
- Establecer líneas de estudio en la DGNRE en relación a un análisis más detallado de índices ambientales y estudios homogéneos de ordenamiento ecológico a nivel geofacie.

En general, el desarrollo de metodologías enfocadas al aprovechamiento óptimo y prolongado de las zonas áridas de nuestro país y, concretamente, de la región de El Salado, tienen que partir de la base de una serie de planteamientos, algunos de carácter general y otros de tipo específico, que tiendan primero a conocer la naturaleza y magnitud de los recursos y, después, a plantear las formas de su uso sin poner en duda su continuidad y contribuyan eficientemente a proporcionar satisfactores. Entre esas premisas se anotan las siguientes:

- Toda región árida o semiárida posee los recursos naturales necesarios como para hacer autosuficientes económicamente a las comunidades humanas presentes.
- El manejo integral racional y sostenido de los recursos reales y potenciales de una región, conlleva a la elevación del nivel de vida de la población y, en general, es posible, aplicando prácticas comunes y sencillas.
- La aplicación de tecnologías de explotación y manejo de los recursos de un área debe adaptarse a las condiciones ecológicas, económicas y sociales de la misma, so riesgo de no ser aceptada o provocar un deterioro irreversible de los ecosistemas.
- Los modelos tecnológicos y de planeación desarrollados en otros países tienen limitantes de tipo socioeconómico para su implantación en México.
- El papel que juega la vegetación original en la conservación ecológica es definitivo y es insustituible en su función del mantenimiento del equilibrio ecológico en general.

Un último aspecto que es importante destacar es el importante papel que juega la Geografía en estos modernos enfoques de ordenación del espacio, que van más allá de la escuela básicamente descriptiva y sirven de una manera operativa para la toma de decisiones en la planeación regional al concatenar la conservación de los recursos y el desarrollo económico.

## 1. MARCO TEORICO Y METODOLOGIA

Hasta la fecha se ha elaborado -y publicado- un buen número de documentos donde se describen estudios muy detallados sobre las condiciones ambientales de la zona árida, pero generalmente haciendo énfasis en un elemento en particular. Así, es común que diversas instituciones especializadas orienten sus trabajos hacia un solo tema, como es el caso de las siguientes:

- La Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) realizan investigaciones básicamente sobre las características naturales de los suelos y sus aptitudes agropecuarias y forestales.
- El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) de la SARH, actualmente Comisión del Plan Nacional Hidráulico (CPNH), prácticamente concentra todos los estudios que, acerca de aguas superficiales y subterráneas se han realizado en el país.
- El Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (Inireb), el de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de la SARH y los Institutos de Biología y Ecología de diversas universidades, por su parte, plantean investigaciones sobre la fisiología, la ecología y la importancia económica de la vegetación, dándole a la misma un enfoque generalmente más conservacionista que utilitario.

Otros elementos ambientales, por su parte, han sido escasamente estudiados, como es el caso de la fauna -en cuyas investigaciones destacan el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (Imernar) y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM- y el clima -incipientemente analizado en su acepción de recurso por institutos de investigación científica como el de Geofísica de esta universidad.

En relación a trabajos regionales, se detecta una marcada orientación de estudios de gran visión y detallados, principalmente de la zona templada y sus recursos y actividades (que comprenden un manejo de los recursos agrícolas, pecuarios y forestales muy especializado y, generalmente, orientados al mercado). Sólo unas cuantas instituciones se han abocado más o menos recientemente a explorar los recursos propios de la zona árida, destacando la UAAAN, la Comisión Nacional de Zonas Áridas, el Instituto Científico de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, el Centro Regional de Estudios en Zonas Áridas y Semiáridas y el Imernar.

En cuanto a estudios más globales, donde se consideren en mayor o menor grado todos los elementos ambientales simultáneamente, existen pocos centros que los realicen y se encuentran aún en fase experimental. Tal es el caso de la Sedue, en donde se han analizado experiencias nacionales y extranjeras

para tal fin, orientándolas a las condiciones ambientales de México y que han enriquecido al ordenamiento ecológico del territorio, metodología de ordenación del espacio, que se describe a continuación:

Esta metodología parte de la premisa de que el aprovechamiento óptimo de los recursos de un área sólo es posible cuando se consideran a éstos como elementos interrelacionados de un sistema, por lo que una afectación o mal manejo de alguno de ellos, repercute en los demás. De igual manera, se consideran las interrelaciones con los sistemas adyacentes y el macrosistema en que se encuentra inserta el área de estudio. Este estudio es muy importante pues ubica al área de estudio en un contexto regional mayor, con el cual existen flujos energéticos y permite su consideración como un sistema semiabierto (Harvey, 1983).

En la lámina 1 se muestran los pasos secuenciales que deben seguirse en trabajos de este tipo, y que le imprimen un carácter dinámico, flexible, iterativo y autocorregible al proceso, que puede dividirse globalmente en dos fases (Barajas, 1985):

- a) Identificación y descripción de la unidad de análisis. En esta fase se plantean los objetivos del estudio, se delimita el área aplicando el proceso de regionalización ecológica y se definen los elementos que constituyen el sistema para la elaboración del diagnóstico ambiental del área de estudio.
- b) Evaluación del sistema ambiental. Posteriormente, se definen las variables ambientales involucradas (véase GLOSARIO) y los indicadores (véase GLOSARIO) y parámetros (véase GLOSARIO), cuya cuantificación constituye, en sí, la información de carácter ecológico que requiere para la aplicación de índices ambientales [obtenidos, validados y eventualmente optimizados a través del proceso de modelización (véase GLOSARIO) que se analizará más adelante]; mediante este proceso se obtienen tendencias y se plantea, por último, el escenario o escenarios alternativos de manejo (véase GLOSARIO), que constituyen los pronósticos ambientales (véase GLOSARIO).

Para precisar los elementos y las relaciones de interés que serán analizados y para orientar el rumbo que deben seguir los análisis para la obtención del producto final, es conveniente plantear los alcances que persigue cada proyecto en particular para poder regularlo siguiendo la metodología que se expone en la lámina 1. Deben resaltarse, igualmente, los aspectos conceptuales relevantes que apoyan el conocimiento del sistema y la problemática ambiental.

El grado de aplicabilidad de esta metodología se basa en la delimitación de unidades de análisis, considerando para ello límites reconocibles en el espacio, e idealmente en el tiempo, con lo que se sacrifica un poco de precisión a cambio de practicidad; con ello se busca fundamentalmente definir la

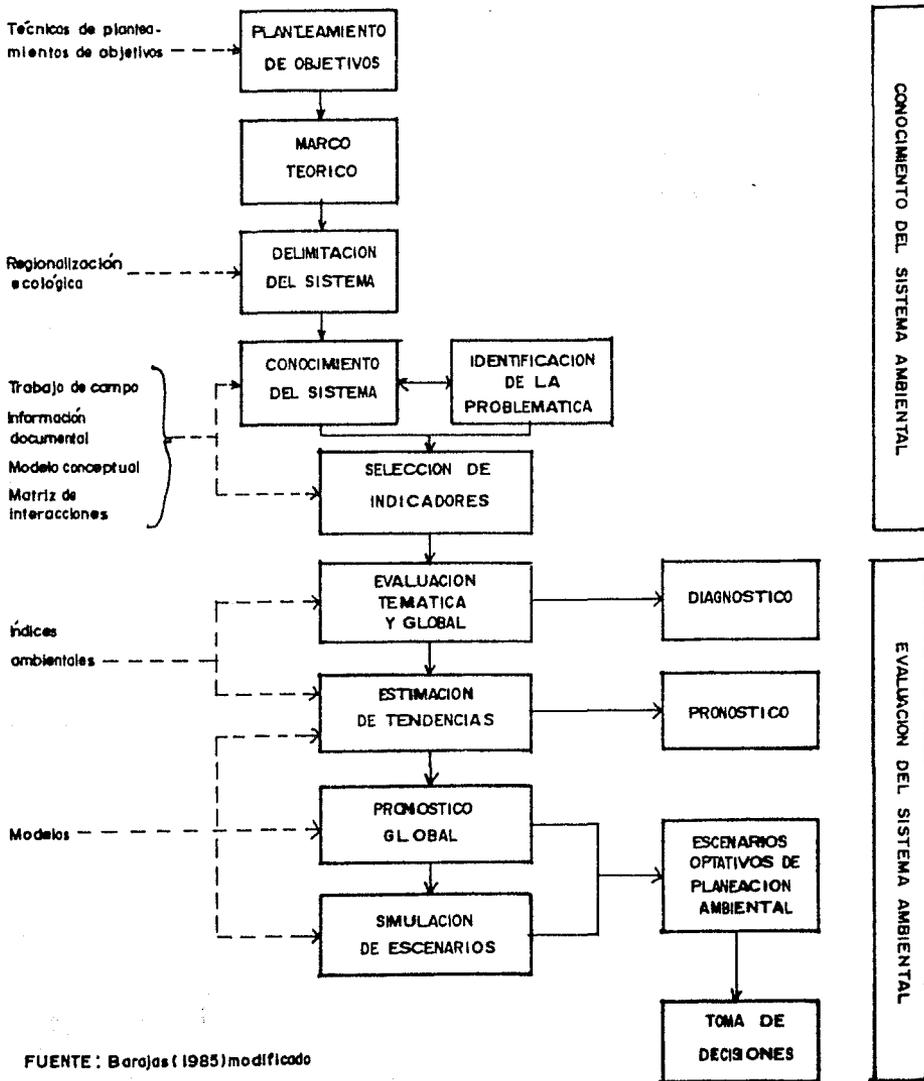


Lámina I. Ordenamiento ecológico del territorio

naturaleza, magnitud e importancia de las relaciones de los diferentes elementos, más que su simple descripción.

El conjunto de elementos delimitados, que constituyen un sistema regional, se integra porque cumple con una función de grupo, considerándose no aisladamente, sino como parte de un conjunto jerárquico de sistemas abiertos (véase GLOSARIO); ello se debe a que la jerarquía de unidades espaciales es mucho más laxa que la que se podría construir mediante una simple división de un conjunto universal. Esta estructura jerárquica laxa plantea problemas conceptuales y de inferencia. No es suficiente con dividir sucesivamente sin congruencia alguna (Harvey, 1983). Pueden identificarse tres tipos de situación de comparación de elementos por niveles (Harvey, 1983):

- . El análisis al mismo nivel significa que los elementos pueden compararse directamente, ya que ocupan el mismo nivel en la jerarquía.
- . El análisis de un nivel superior con uno inferior produce una relación contextual.
- . El análisis de nivel inferior a superior produce una relación agregativa.

En los estudios de ordenamiento ecológico, para considerar los aspectos antes mencionados en la delimitación de las áreas de estudio, se implementa un instrumento de delimitación regional estable en el tiempo, denominado regionalización ecológica (Barajas, 1985).

La regionalización ecológica se define a partir de la aplicación de un número constante de criterios referidos al medio físico con los que es posible definir zonas de estudio a diferentes niveles jerárquicos, dando como resultado regiones identificables en el campo -acordes con los límites naturales- y con estabilidad temporal.

El carácter jerárquico de la regionalización y el análisis de sistemas permiten que las regiones definidas sean fácilmente relacionables entre sí -considerando entradas y salidas de sistemas- o con sus "ambientes", es decir, con los niveles jerárquicos superiores a ellas.

Es importante señalar que la aplicación de este instrumento metodológico (véase GLOSARIO) proporciona una caracterización inicial del medio natural, al permitir la captación de información acerca del clima, los suelos, la vegetación, la hidrología y la fisiografía en general, que será utilizada en las siguientes etapas.

A continuación, se procede a la definición y la caracterización más específicas de los elementos del sistema mediante la utilización de diversos instrumentos metodológicos

-entre los que destacan el modelo conceptual (véase GLOSARIO) y la matriz de interacciones (véase GLOSARIO), que se describen más adelante- y con más información -principalmente de carácter documental-, en que se hace énfasis únicamente en aquellos elementos y relaciones entre los mismos, involucrados en el deterioro del medio ambiente por parte de las actividades humanas.

El análisis que se hace de los elementos seleccionados es en forma integral, esto es, considerándolos dependientes entre sí.

Posteriormente, se hace un reconocimiento global del funcionamiento del sistema ecológico analizado para precisar las relaciones de los elementos más relevantes y de interés. Esto permite concretar el conocimiento del sistema en planteamientos o postulados de la problemática ambiental detectada (Barajas, 1985).

Los instrumentos técnicos de análisis, utilizados con posterioridad a la definición de los principales elementos del sistema, tienen por objeto la determinación de la existencia, importancia y magnitud de las relaciones entre los mismos. Entre estos instrumentos de apoyo destacan los modelos conceptuales y las matrices de interrelaciones.

Es conveniente que, en primer lugar, se elabore un modelo conceptual que permita una comprensión global de los flujos de interacciones, pues aunque Harvey (1983) define a un modelo como un posible contexto en el cual están satisfechas todas las fases válidas de una teoría, el mismo autor menciona que un modelo no tiene que ser necesariamente apropiado para todo tipo de situaciones. Con esta primera representación esquemática del sistema ambiental, se ubican los elementos en cuanto a su importancia y el carácter emisor o receptor de deterioro y es posible detectar cuál es el elemento más afectado, cuál el más "agresivo" y cuál es la relación interelementos que tiene el mayor peso en el sistema. De igual manera, es posible la detección de relaciones indirectas y potenciales entre los elementos, muy importantes en el posterior planteamiento de escenarios hipotéticos de planeación.

A continuación -o en forma paralela según el caso- se procede a la elaboración de la matriz de relaciones de deterioro, que tiene varias funciones, entre ellas, la clasificación de los elementos ambientales según su carácter emisor o receptor de deterioro y la confrontación entre los mismos, para detectar todo tipo de relaciones, que en determinado momento pudieran tener influencia en el funcionamiento de todo el sistema. Las relaciones detectadas así, pueden cuantificarse de acuerdo a diversos criterios de ponderación y permiten, de esta manera, depurar y centrar más finamente las hipótesis de comportamiento parciales del sistema regional.

Es importante anotar que, por el carácter interactivo del proceso, es posible ajustar las evaluaciones, conforme se adquieren más elementos de juicio.

El conocimiento del sistema concluye al resumir la problemática ambiental en planteamientos o hipótesis que expresan, en un grupo de postulados, los fenómenos de deterioro encontrados en el sistema. Los postulados son de carácter propositivo y deben ser evaluados y comprobados (Barajas, 1985).

Dichos postulados son el marco que guía, por un lado, las líneas de análisis a seguir y la recopilación de información y, por otro, ayuda en la identificación de indicadores e índices. Son, además, una disgregación necesaria para el tratamiento de la problemática ambiental general, pues permiten hacer evidente con mayor facilidad la dinámica del sistema ecológico, en cuanto a alteraciones y vulnerabilidades de los elementos.

Enseguida, se detectan las variables ambientales involucradas en cada relación entre elementos, y de ellas se definen los indicadores que son, en sí, los elementos concretos de análisis y que, además, constituyen la información de carácter ambiental que debe recopilarse o generarse y que, en función a su confiabilidad y disponibilidad, permiten la elaboración y aplicación de índices ambientales, cuyos resultados deben reflejar en forma integral o global el funcionamiento del sistema.

Una vez que se disponen de los indicadores, se procede a determinar su correlación, para la elaboración de sendos índices ambientales. Para tal efecto, es necesario discriminar los indicadores (información ambiental) con el fin de efectuar ponderaciones.

Es conveniente aclarar que de la correlación entre indicadores pueden derivar índices ambientales muy particulares y simples, o bien otros, de un carácter más integral y complejo -donde se considere información que abarque diversos temas estrechamente vinculados entre sí-, que pueden llegar a contener diez, cincuenta o más indicadores, como es el caso de los índices de calidad (principalmente de agua), de degradación del suelo y los de tipo socioeconómico.

Para efecto de la evaluación de la problemática ambiental se utiliza como principal método analítico la modelización, que puede apoyarse en dos instrumentos metodológicos ya mencionados (Barajas, 1985): índices (véase GLOSARIO) y modelos.

Por último, con la aplicación de índices ambientales como herramientas de planeación, es posible la detección de tendencias o elaboración de pronósticos ambientales e, igualmente, la creación de modelos de simulación (véase GLOSARIO) y de optimización (véase GLOSARIO) donde, para la toma de decisiones (véase GLOSARIO) y en función al objetivo final o metas fijadas

(lámina 2), se facilita jugar con cada uno de los elementos hasta obtener el escenario óptimo que satisfaga los objetivos del ordenamiento ambiental del área de estudio.

En relación al área de estudio ya se mencionaron los criterios para su selección. Sin embargo, son convenientes algunas reflexiones acerca de las condicionantes para la existencia de las zonas áridas y semiáridas, que definen automáticamente el tipo de recursos existentes en las mismas.

El criterio básico para la delimitación de tal tipo de zonas es el climático, aunque diversos especialistas (principalmente climatólogos) consideran distintos límites para su caracterización. Esto es debido a que la vegetación -el elemento más conspicuo del paisaje- no tiene una correspondencia total con la precipitación -el elemento climático con una mayor correlación con las condiciones biogeográficas de un área- y a que los ecosistemas, muchas veces, cambian de una manera bastante gradual. Igualmente, la densidad de estaciones climatológicas, que aportan los datos necesarios para la designación de los climas, es muy baja y no pocas veces se debe recurrir a extrapolaciones, que es el recurso más práctico, pero que no tiene una efectividad total.

El elemento precipitación determina un tipo climático y la temperatura juega un papel muy importante, sobre todo porque condiciona la evaporación del suelo y la evapotranspiración de la vegetación. Debido a ello, se ha adoptado la siguiente fórmula que relaciona a ambos elementos y que permite la caracterización de un área determinada (Miranda y Hernández, 1964):

Para zonas áridas  $r \leq 2(t + 14)$

donde  $r$  = precipitación media anual en cm  
 $t$  = temperatura media anual en °C

Mediante la aplicación de esta fórmula es posible determinar si una localidad posee un clima seco y, en tal caso, si es estepario (BS) o desértico (BW), lo que se comprueba al analizar el tipo de vegetación dominante; existen, sin embargo, casos en que las condiciones edáficas y las hidrológicas favorecen el desarrollo de vegetación que no depende exclusivamente de la precipitación y que normalmente se encuentra en otros tipos climáticos, generalmente templados.

Los pastizales constituyen un grupo que, aunque comúnmente representan un ecotono (véase GLOSARIO) con áreas templadas, pueden ser elementos acompañantes o dominantes, asociados a matorrales o bosques típicamente semiáridos. Incluso pueden comprender la vegetación exclusiva de ciertas áreas, generalmente cuando las condiciones edáficas así lo determinan; tal es el caso de los pastizales de Sporobolus mutica y los llanos de tobozo (Hilaria mutica), característicos de ciertos "bolsones" (véase

**OBJETIVOS FIJADOS**

	<b>ESCENARIO A:</b> Maximización de ganancias		<b>ESCENARIO B:</b> Creación de un polo de desarrollo		<b>ESCENARIO C:</b> Protección ecológica		<b>ESCENARIO n:</b> -----	
	Ventajas	Costos	Ventajas	Costos	Ventajas	Costos	Ventajas	Costos
<b>Economicos</b>								
<b>Ecológicas</b>								
<b>Sociales</b>								

Lámina 2. Ejemplos de escenarios alternativos de planeación regional para la toma de decisiones

GLOSARIO) y los pastizales halófilos (Miranda y Hernández, 1964). En el Área de estudio, es muy común encontrar pastizales en todos los rangos de dominancia mencionados.

Las condiciones ambientales indicadas con anterioridad, representan sólo una aproximación, más que una representación real; los recursos bióticos que se desarrollan o existen en una forma espontánea presentan una variedad igualmente considerable.

Si se ha de atender al patrón biogeográfico, se presenta una serie de tipos de vegetación que se describen en el capítulo 3, y que se caracterizan por una diversidad de especies menor que en las regiones tropicales húmedas y superficies extensas de bosques o matorrales cuasimonoespecíficos, además de importantes áreas de pastizales naturales. Estas características vegetacionales condicionan una fauna que, aunque modesta en cuanto a número de especies -otra vez en relación a las zonas tropicales húmedas-, se encuentra extraordinariamente especializada y adaptada a condiciones ambientales, que resultan adversas a especies pecuarias introducidas. Una lista general de la fauna mencionada también se describe en el cuadro 22.

El clima, que determina la existencia misma de ecosistemas tan peculiares, constituye en sí mismo un recurso. Está representado por algunos de sus elementos, principalmente la radiación solar y el viento, que constituyen fuentes potenciales y no convencionales de energía, y la temperatura, que influye en el crecimiento y desarrollo de la vegetación.

Estrechamente relacionado con la vegetación está el recurso suelo, cuya existencia depende del clima y el carácter geológico de la zona, además de la topografía, por lo que se entiende su heterogeneidad. En el área, se caracteriza por la acumulación de una cantidad menor de nutrimentos de la que existiría bajo condiciones más húmedas y una menor lixiviación.

La propia Tierra y su energía almacenada (geotermia) presenta potencialidades energéticas subexplotadas. Este aspecto se comentará posteriormente de manera más detallada.

Considerando que la característica más notable de una zona árida (o semiárida) es su baja disponibilidad de agua, se entiende que su optimización -principalmente de los mantos subterráneos- incide en forma decisiva sobre la población local. El área estudiada posee un reducido volumen de agua superficial y mantos acuíferos ubicados a diferente profundidad, que determinan el tipo y la magnitud de las actividades agropecuarias.

Por último, el elemento principal del sistema ambiental es la propia población humana, debido a que los demás recursos -bajo esa acepción- existen en función de ella. Además, es el agente deteriorante por excelencia y puede modificar el propio paisaje (véase GLOSARIO), artificializándolo, en función directa a su grado de desarrollo tecnológico.

Los recursos están accesibles en diverso grado a la población, como se mencionó con anterioridad, en función a la abundancia del recurso, los hábitos de consumo, la tecnología disponible y la demanda de los productos por el mercado local regional o nacional; aunque una región pueda ser extremadamente rica en recursos naturales, e incluso estar éstos disponibles, si la población no está educada para aprovecharlos, habrá una subutilización de los mismos. Esto significa que dicha población requiere adaptar su mentalidad para concebir a dichos elementos ambientales en su acepción de recursos y aprovechar más integralmente su medio.

Para lo anterior, es básico considerar que la población, por condiciones históricas, económicas y sociales, ha hecho un manejo particular de su entorno, aprovechando ciertos recursos que han cubierto sus necesidades y que, en mayor o menor medida y volumen, han estado disponibles. Sin embargo, algunos recursos bastante similares han sido utilizados en otras áreas, con tecnologías diferentes a las apropiadas (o tradicionales) para las zonas áridas; por ello, es muy probable que al contar con esta herramienta ya adaptada, aquellos recursos podrían quedar realmente disponibles a la población de estas áreas, e incidirían significativamente en su economía.

## 2. MEDIO NATURAL

### 2.1 Diferentes enfoques de regionalización

Todas las escuelas regionales están de acuerdo en definir a la región como el área homogénea con relación a una serie de condiciones afines, sean del paisaje o de la población (Levi, 1975). Aunque en el primer caso se describen las regiones naturales y en el segundo, las sociales y/o económicas, la tendencia actual es considerar ambos criterios estrechamente relacionados para poder explicar el por qué de las diferencias espaciales y, así, apoyar las políticas de planeación con base en las aptitudes que tiene un área específica.

En virtud de lo anterior, es comprensible que los conceptos de regionalización y planeación estén estrechamente ligados (García, 1975); sin embargo, los indicadores, criterios e intereses de cada enfoque de regionalización son muy diversos y, generalmente, poco se apoyan en los criterios de las otras. Por lo anterior, es común que sea difícil la comparación de los diferentes enfoques e, incluso, el uso de éstos para determinados fines.

Regionalizar es dividir grandes áreas en otras menores para facilitar los análisis y las propuestas de planeación sobre las mismas (máxime si se consideran criterios objetivos y consistentes). De manera inversa, es posible agrupar unidades en otras mayores, donde la fusión dé una visión o dimensión más global a la percepción de estas regiones y su sistema ambiental.

Varios enfoques son susceptibles de utilizarse para delimitar regiones naturales (Barajas et al, 1986), principalmente derivados de la escuela genética (en función a procesos climáticos), la paisajística (relacionada a formas presentes en el terreno) y la paramétrica (que sugiere, más bien, la división arbitraria del terreno, abstrayéndose de los elementos ambientales); sin embargo, de éstas, sólo la paisajística posee un carácter jerárquico y sistemático (véase Cuadro 1), y está ejemplificada por las regionalizaciones ecológica (descrita con posterioridad) y la hidrológica que, junto con la división político-administrativa, se muestran en la lámina 3.

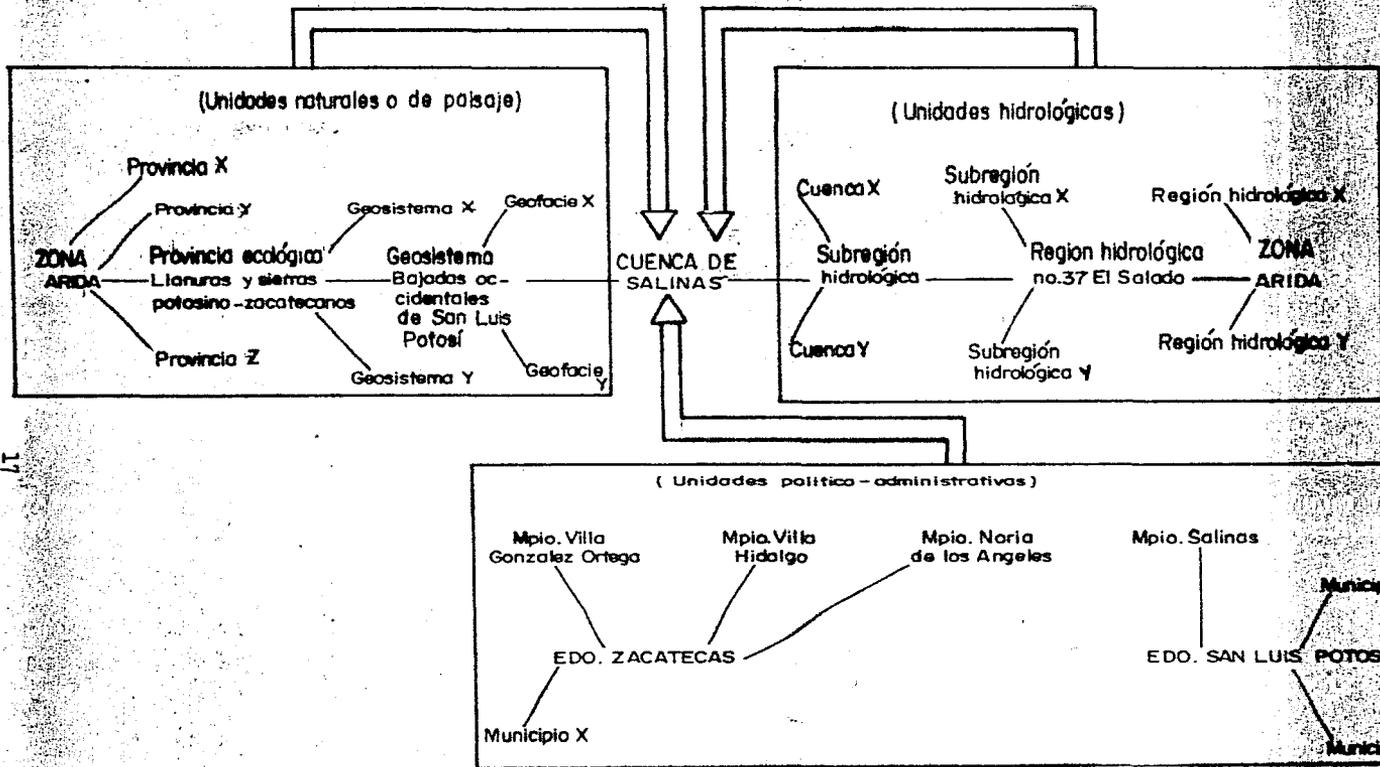
### 2.2 Regionalización ecológica

Para la delimitación del área de estudio se aplicó la metodología de regionalización ecológica (Barajas et al, 1986) al considerar que este método es el que mejor permite visualizar un sistema ambiental -o región natural- dentro de una estructura jerárquica

Cuadro 1. Sistemas jerárquicos de regionalización paisajística

Clasificación fitogeomórfica Grupo NIRR Posgraduados	Oficina Federal del Medio Ambiente (Canadá)	INEGI (Quiñónez)	Inireb (Martín y Sancholuz)	SAHOP	Sede (Barajas <i>et al</i> ) y nomenclatura propuesta)
Zona terrestre					Zona
División terrestre					
Provincia terrestre	Ecorregión	Provincia fisiográfica			
Región terrestre		Subprovincia fisiográfica			Provincia ecológica
Sistema terrestre	Ecodistrito		Sistema terrestre		Geosistema
Catena terrestre	Ecosesión	Sistema de topoformas	Paisaje terrestre		Geofacie
Faceta terrestre	Ecositio	Topoforma		Unidad ambiental	Ecotopo
Elemento terrestre	Ecoelemento	Elemento topográfico	Unidad terrestre		

Lámina 3. Tres formas de aproximación sucesiva hasta tener una unidad homogénea



17

regional, que lo caracteriza y explica el comportamiento de los elementos que lo constituyen. De igual manera, facilita considerarlo como un sistema abierto, esto es, con entradas y salidas hacia otros sistemas y el macrosistema (véase GLOSARIO) en que se encuentra inserto.

La estructura regional contemplada bajo este esquema -donde cada nivel inferior está considerado dentro del superior inmediato, paralelamente a una caracterización ambiental cada vez más detallada- es la siguiente (su escala de representación se puede apreciar en el cuadro 2):

- Zona climática (véase GLOSARIO).
- Provincia ecológica o dominio ecológico (véase GLOSARIO).
- Geosistema o sistema terrestre (véase GLOSARIO).
- Geofacia o paisaje terrestre.
- Ecotopo o unidad natural o ambiental (véase GLOSARIO).

Es importante mencionar que, como se indicó en los objetivos del trabajo, la estructura metodológica de modelización que se plantea es aplicable a toda la región de El Salado, pero por operatividad se seleccionó una superficie menor, representativa en cuanto a sus condiciones ambientales, que corresponde a la cuenca de Salinas, SLP.

### 2.3 El Salado

El macrosistema ambiental en que se localiza la cuenca de Salinas corresponde a la región hidrológica de El Salado (no. 37 según la nomenclatura de la SARH), que es una de las vertientes interiores más importantes del país. Tiene una altitud media de 2,000 msnm y una superficie de 87,788 km<sup>2</sup> (SRH, 1972).

Esta región comprende un conjunto hidrográfico, constituido por una gran cantidad de cuencas cerradas de superficie muy variable, las mayores de las cuales se indican en el cuadro 3.

Los límites de El Salado, así como sus coordenadas extremas son las siguientes (SRH, 1972; véase también la lámina 4):

Al norte: 25°23' latitud norte, limitando con las regiones hidrológicas nos. 36 (cuenca de los ríos Nazas y Aguanaval) y 24 parcial (cuenca del río San Juan, afluente del Bajo Bravo).

Al este: 99°21' longitud oeste; colinda con las regiones hidrológicas nos. 25 (cuenca de los ríos San Fernando y Soto La Marina) y 26 (cuenca del río Pánuco, subcuenca del río Guayalejo).

Al sur: 21°48' latitud norte; limita con las regiones hidrológicas nos. 26 (cuenca del Bajo Pánuco) y 12 (cuenca del Lerma-Santiago).

**Cuadro 2. Escala de representación regional**

<b>Nivel regional</b>	<b>Escala de representación</b>
Zona	1:5 000 000 a 1:2 000 000
Provincia ecológica	1:2 000 000 a 1:250 000
Geosistema	1:500 000 a 1:50 000
Geofacie	1:100 000 a 1:20 000
Ecotopo	1:50 000 a 1:5 000

Cuadro 3. Cuencas principales de la región hidrológica no. 37 El Salado

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )
Arista-Matehuala	14,895
Laguna La Mancha	12,293
El Salado	7,925
San Nicolás	3,611
Jesús María de Berrones	2,864
Potrero de San Isidro	2,665
Estación Bonanza	2,218
Laguna El Perdido	2,088
San Andrés	2,054
Fresnillo	1,992
San Juan del Salado	1,983
San Luis Potosí	1,878
Laguna La Salinera	1,810
El Custodio	1,719
Laguna Chupadero	1,566
Ojo de Agua de la Palma	1,506
Laguna El Barril	1,481
Tula	1,435
Laguna Santa Clara	1,380
San Ignacio	1,244
LAGUNA SALINAS	1,136 (1)
Sin nombre	1,114
Doctor Arroyo	1,104
Laguna Santa María	1,002

(1) De esta superficie, la cuenca de Salinas propiamente dicha comprende 714 km<sup>2</sup>; el resto se distribuye en cuencas menores circunvecinas incluidas operativamente en la de Salinas.

FUENTE: SRH (1972).

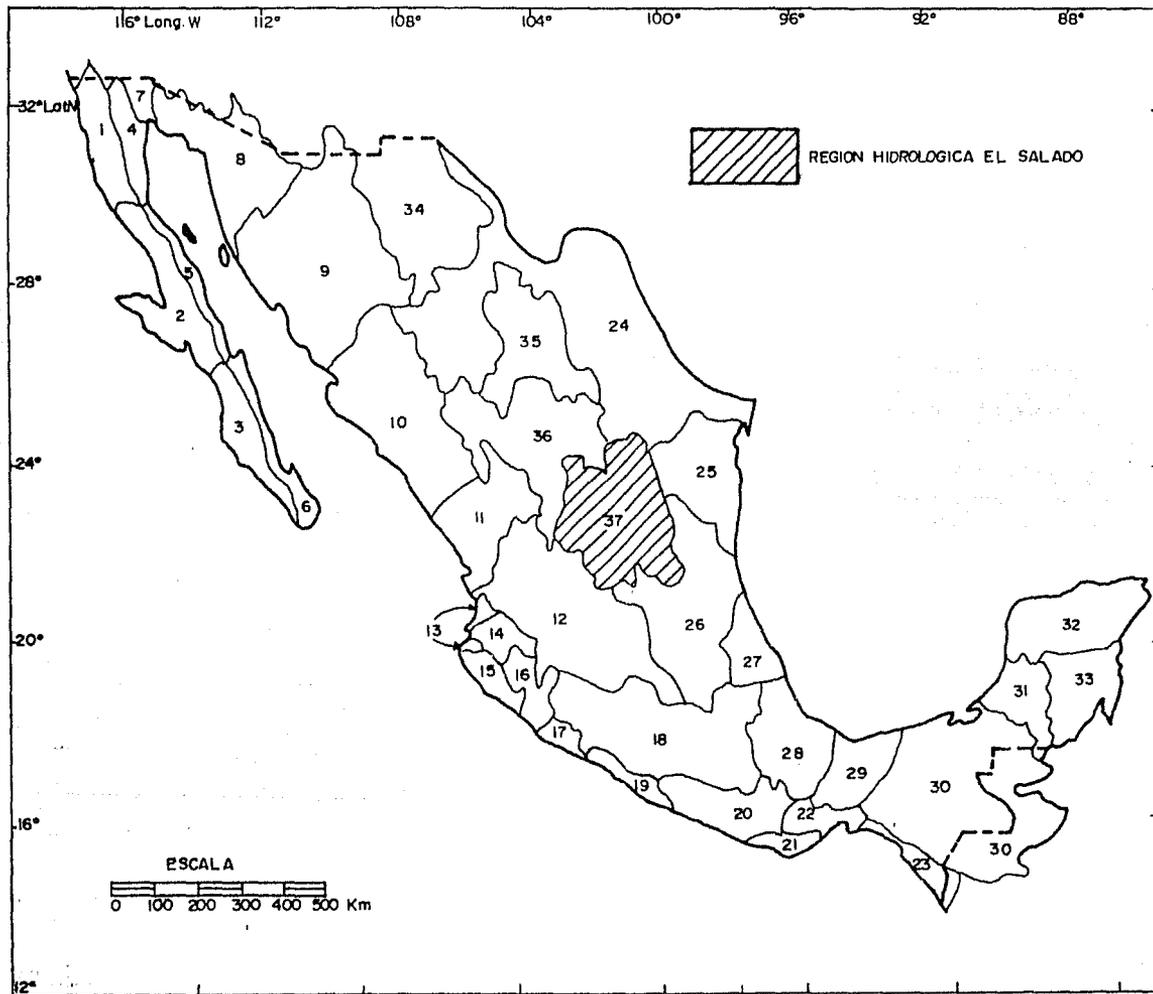


Lámina 4. Regiones hidrológicas del país

Al oeste: 103°00' longitud oeste; está limitada por la región hidrológica no. 36 (cuenca del río Aguanaval).

Políticamente, El Salado está conformado con áreas de ocho entidades, cuyas superficies correspondientes se indican en el cuadro 4 y la lámina 5.

Aparte de las condiciones fisiográficas y climáticas que determinan el grado de aridez del área, es muy importante el conocimiento del sustrato geológico para comprender el escaso desarrollo de la red hidrográfica. La región tiene un predominio casi total de calizas; debido a ello, las corrientes superficiales, que descienden de los flancos montañosos no llegan a conformar colectores importantes, pues tienden a infiltrarse (Tamayo, 1980).

Existen, igualmente, algunos cuerpos de agua que comprenden pequeños lagos, donde la alta evaporación permite la acumulación de sales, que favorece una actividad económica de cierta importancia. Estas partes planas o con reducida pendiente, donde al evaporarse el agua se precipitan las sales que tenía en solución, transformándose en salmuera y después en sal sólida, son conocidas con el nombre de "bolsones", que equivale al término de "salares", comunes en los Andes áridos (Tricart, 1985).

#### 2.4 Zona árida

La zona árida representa el nivel de la regionalización ecológica más general y está determinado básicamente por el clima; se tiene una correspondencia casi total con las grandes unidades geomórficas del país y los elementos constitutivos de las regiones biogeográficas neártica y neotropical.

Como puede apreciarse en la lámina 6, esta zona ocupa la mayor parte del centro y norte del país y está determinada por la latitud y, consecuentemente, por la circulación general de la atmósfera, que provoca baja nubosidad y precipitación (es conveniente recordar que a estas latitudes se ubican todos los grandes desiertos del mundo -exceptuando, desde luego, los polares-. Además, la gran continentalidad y la presencia de los grandes sistemas montañosos, que actúan como barrera para los vientos húmedos, acentúan la aridez. Estas condiciones climáticas provocan una reducida lámina de precipitación y vegetación de tipo xerófilo, por lo que la limitante ambiental es la disponibilidad de agua que, en algunos casos, llega a ser extrema (Altar en Sonora y Vizcaino en Baja California). Comprende los estados de Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, la mayor parte de Sonora, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas e importantes áreas de Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí e Hidalgo.

Cuadro 4. Entidades que abarca la región hidrológica de El Salado y superficie

Entidad	Superficie (km <sup>2</sup> )
San Luis Potosí	34,238
Zacatecas	28,970
Nuevo León	13,695
Coahuila	4,881
Tamaulipas	4,389
Durango	1,053
Jalisco	527
Aguascalientes	35
<b>Total</b>	<b>87,788</b>

FUENTE: SRH (1972)

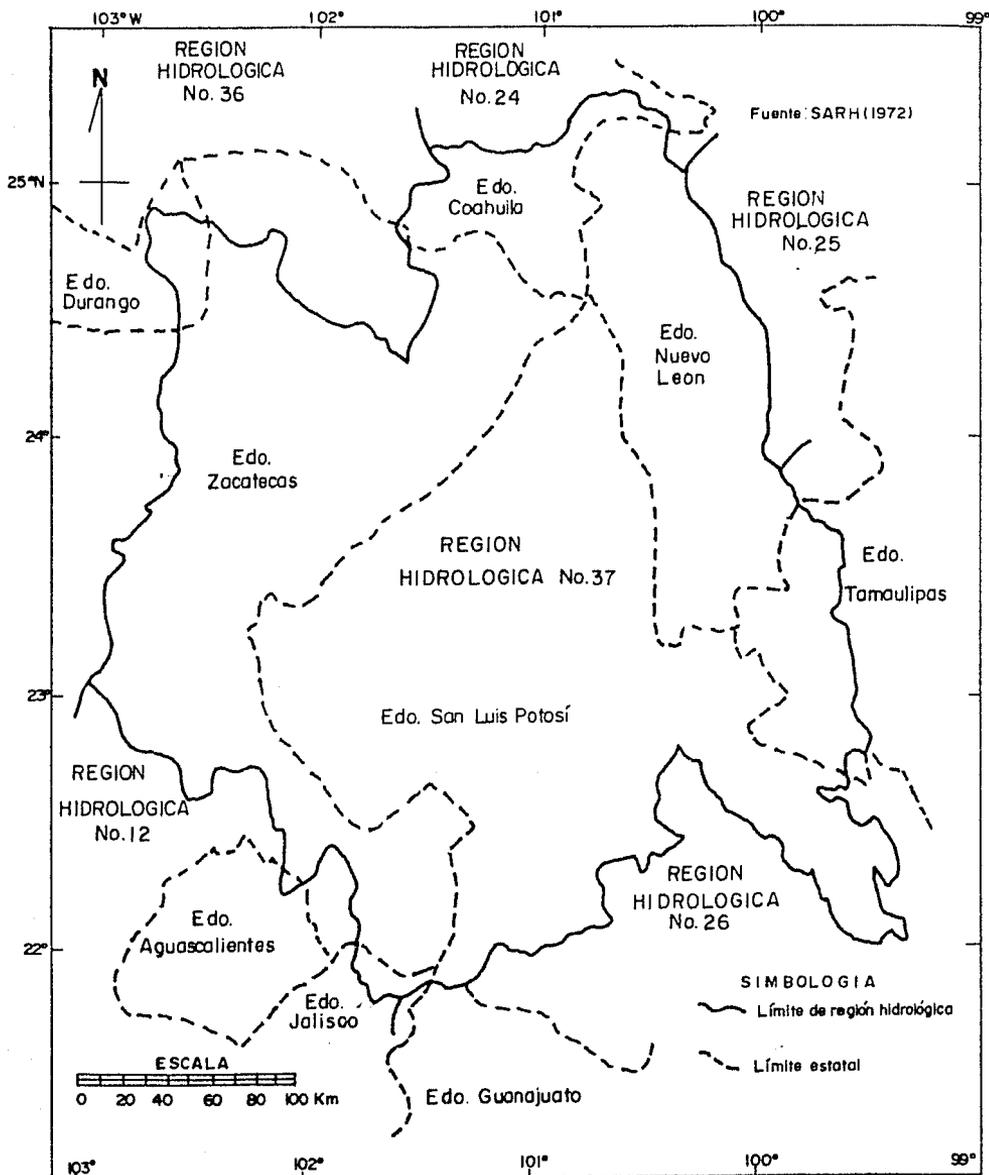


Lámina 5. Entidades que quedan comprendidas en la Región Hidrológica no.37

Es importante mencionar que, para la zonificación anterior, se adoptó el criterio de continuidad con fines meramente operativos, pues en otro caso deberían haberse considerado "islas de aridez" importantes como el norte de Yucatán y el sur de Puebla y haber eliminado importantes áreas de Baja California y Chihuahua, donde las condiciones ambientales son templadas. De igual manera, es importante indicar que el área específica de estudio se encuentra en la región marginal de la zona árida, en las estribaciones de las áreas montañosas templadas, pero su clima es francamente semiárido; además, comparte con la zona árida todas las características que se mencionan líneas arriba, incluyendo aspectos más específicos como criptorreísmo y salinización de una manera más marcada.

## 2.5 Provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-zacatecanas

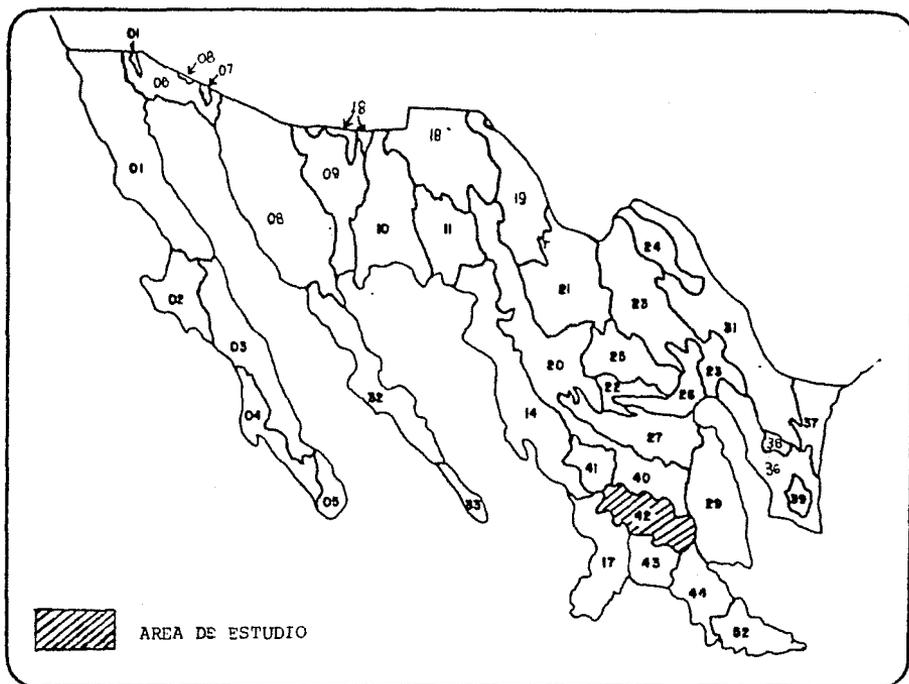
La cuenca de Salinas conforma una región transicional entre dos provincias ecológicas, ambas de la zona árida, y cuyo patrón fisiográfico general difiere mínimamente: una de ellas (Llanuras y sierras potosino-zacatecanas) tiene un predominio de mesetas, mientras que la segunda (Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes) es esencialmente llana (lámina 7).

La provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-zacatecanas, que es donde se ubica la cuenca de Salinas, tiene una extensión de 21,993 km<sup>2</sup>. Presenta una fisonomía general llana, sólo alternada con diversas serranías de mediana altitud (630 m sobre el nivel medio de la cuenca, que es de 2,100 msnm, con una altura máxima de 2,730 msnm en el cerro Peñón Blanco) y sistemas de geoformas más suaves como son lomeríos y mesetas que constituyen estribaciones del Sistema Volcánico Transversal -zona templada- y que conforman la sierra de Salinas. Esta provincia ecológica constituye, en sí, una región típica del altiplano potosino, y se encuentra cerca del límite sur de la región de El Salado.

Las condiciones ambientales que caracterizan a esta área, y que son propias de la cuenca de Salinas, son las siguientes:

Las altas temperaturas diurnas durante todo el año, excepto el invierno (y, consecuentemente, la alta evaporación real y potencial), aunadas a la escasa precipitación, dan origen a la formación de una capa de caliche (horizonte petrocálcico) a diversas profundidades debido al fenómeno de capilaridad (propio del proceso de salinización); este proceso que concentra las sales, predominantemente carbonatos, en las capas superficiales y que, eventualmente, limitan las actividades agrícolas (INEGI, 1985).

Las topoformas dominantes de la provincia ecológica [llanuras (véase GLOSARIO) y bajadas (véase GLOSARIO)] constituyen la llamada "Gran llanura desértica" que, en realidad, comprende una sucesión de suaves estructuras onduladas -lomeríos



ZONA ÁRIDA (Provincias ecológicas):

- |  |  |
|--|--|
| 01. SIERRAS DE BAJA CALIFORNIA NORTE   | 24. SERRANIA DEL BURRO                           |
| 02. DESIERTO DE SAN SEBASTIAN VIZCAINO | 25. SIERRA DE LA PAILA                           |
| 03. SIERRA DE LA GIGANTA               | 26. PLIEGUES SALTILLO-PARRAS                     |
| 04. LLANOS DE LA MAGDALENA             | 27. SIERRAS TRANSVERSALES                        |
| 05. DEL CABO                           | 29. SIERRAS Y LLANURAS OCCIDENTALES              |
| 06. DESIERTO DEL ALTAR                 | 31. LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVO LEON            |
| 07. SIERRA DEL PINACATE                | 32. LLANURA COSTERA Y DELTAS DE SONORA Y SINALOA |
| 08. SIERRA Y LLANURAS SONORENSES       | 33. LLANURA COSTERA DE MAZATLAN                  |
| 09. SIERRAS Y VALLES DEL NORTE         | 36. LLANURAS Y LOMERIOS                          |
| 10. SIERRAS Y CAÑADAS DEL NORTE        | 37. LLANURA COSTERA TAMAULIPECA                  |
| 11. SIERRAS Y LLANURAS TARAHUMARAS     | 38. SIERRA DE SAN CARLOS                         |
| 14. SIERRAS Y LLANURAS DE DURANGO      | 39. SIERRA DE TAMAULIPAS                         |
| 17. SIERRAS Y VALLES ZACATECANOS       | 40. SIERRAS Y LOMERIOS DE ALDAMA Y RIO GRANDE    |
| 18. LLANURAS Y MEDANOS DEL NORTE       | 41. SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE                 |
| 19. SIERRAS PLEGADAS DEL NORTE         | 42. LLANURAS Y SIERRAS POTOSINAS-ZACATECANAS     |
| 20. DEL BOLSON DE MAPIMI               | 43. LLANURA DE OJUELOS-AGUASCALIENTES            |
| 21. LLANURAS Y SIERRAS VOLCANICAS      | 44. SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE DE GUANAJUATO   |
| 22. LAGUNA DE MAYRAN                   | 52. LLANURAS Y SIERRAS DE QUERETARO E HIDALGO    |
| 23. SIERRAS Y LLANURAS COAHUILIENSES   |  |

(véase GLOSARIO), mesetas (véase GLOSARIO) y pequeñas sierras (véase GLOSARIO)- a cuyo pie se desarrollan franjas delgadas y bajas denominadas "bajios"; estas áreas están constituidas por suelos de acumulación y dedicadas invariabilmente a actividades agrícolas por su gran capacidad de acumulación de agua y de nutrimentos y por su profundidad (SPP, 1981).

## 2.6 Geosistema Bajadas occidentales de San Luis Potosí

Es un área muy homogénea que comprende la mayor parte de la provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-zacatecanas, de la cual es el geosistema más típico (cuadro 5 y lámina 8). Sus características generales son las siguientes:

Es una estructura de origen aluvial con sustrato predominantemente de naturaleza aluvio-columial (aluvión, lutitas, areniscas y conglomerados), con algunas sierras (plegamientos) con material sedimentario, de escasa altitud relativa (200 a 300 m); el material de éstas, acarreado a las partes bajas, favorece la existencia de "bajios" como ya se mencionó.

Los suelos predominantes son xerosoles, asociados en algunas ocasiones con castañozem. En las serranías son comunes los litosoles y los regosoles, mientras que en las cuencas lacustres se localizan los fluvisoles. En estas áreas son comúnmente más intensos los procesos de salinización.

Las condiciones climáticas y edáficas predominantes provocan que los tipos de vegetación original más comunes sean el matorral inerme micrófilo y el pastizal; las condiciones particulares de las llanuras salinas favorecen la existencia de vegetación halófila, en la que los pastizales son muy importantes. Distribuidos por toda la provincia y ocupando áreas menores que el matorral inerme, se presentan manchones localmente importantes de asociaciones puras y mezcladas de matorrales crasicuales, de rosetófilos y de mezquitales (lámina 16).

## 2.7 Geofacie Cuenca de Salinas

Como se mencionó en el inciso anterior, la región hidrológica de El Salado se extiende en varias provincias ecológicas; comprende una serie de cuencas cerradas de diverso tamaño y que son, en sí mismas, geofacies, pues sus elementos constitutivos, partes del sistema ambiental, comprenden unidades naturales o ecotopos.

Una de esas geofacies, la constituye la cuenca de Salinas, que es una unidad paisajística representativa de El Salado, localizada casi exclusivamente al sur del municipio del mismo

Cuadro 5. Geosistemas comprendidos en la provincia ecológica Llanuras y sierras potosino-zacatecanas

Geosistema	Topoformas dominantes	Superficie (km <sup>2</sup> )
Bajadas occidentales de San Luis Potosí	Bajadas y llanuras	14,453.3
El Mezquite	Lomeríos	2,883.3
Fresnillo	Llanuras	2,053.3
Ahualulco	Sierras y lomeríos	1,596.6
Llanos de Arista	Llanuras	1,006.6
<b>Total</b>		<b>21,993.3</b>

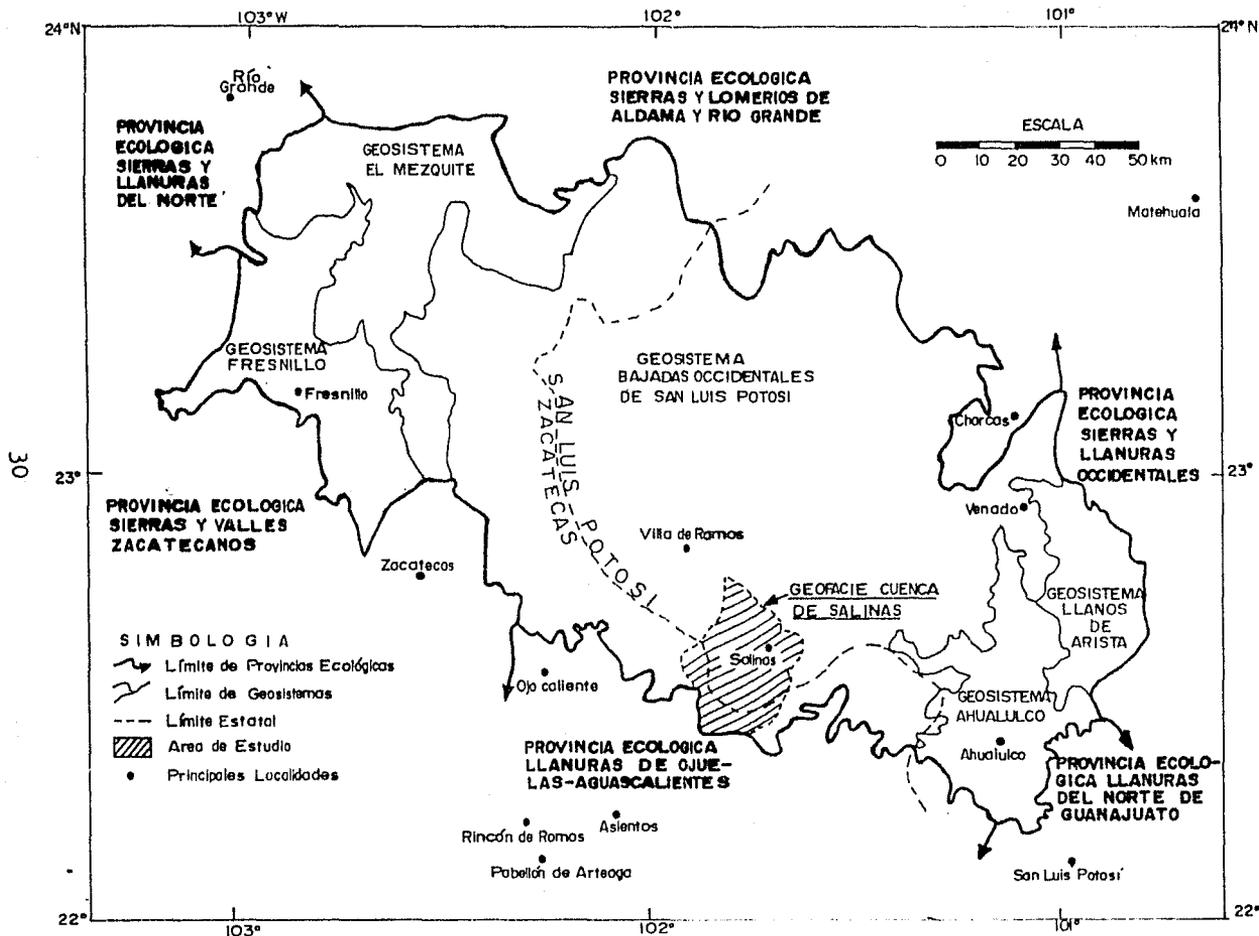


Lámina 8. Geosistemas que integran la Provincia Ecológica Sierras y Llanuras Potosino - Zacatecanas

nombre (al oeste del estado de San Luis Potosí), y pequeñas partes en los municipios de Villa Hidalgo, Villa González Ortega y Noria de Angeles, Zac. (lámina 9 y cuadro 6).

La principal característica de esta área es la relativa conservación de los ecosistemas originales. Su reducida superficie (714.2 km<sup>2</sup>) hace factible la aplicación de técnicas detalladas de inventario de los recursos. Del área total, corresponden 510.8 km<sup>2</sup> a la parte potosina y 203.4 km<sup>2</sup> a la zacatecana.

El área, que corresponde a una cuenca endorreica, se complementa con una serie de lomeríos y sierras bajas (200 a 700 m de altitud relativa), que la limitan (lámina 10).

## 2.8 Determinación, justificación y caracterización de geofacies (paisajes terrestres) y ecotopos (unidades ambientales)

Aunque en los incisos anteriores ya se identificaron e incluso caracterizaron tanto el área de estudio (Cuenca de Salinas) como los niveles suprayacentes que la contienen, es conveniente efectuar un análisis detallado de los criterios que se sugieren aplicar para la determinación y posterior caracterización de los niveles inferiores de la regionalización ecológica utilizada, que a la fecha adolece de serias limitaciones para su comprensión y de contradicciones para su aplicación.

Estos niveles regionales, denominados paisaje terrestre y unidad natural, requieren, junto con el nivel inmediatamente superior, sistema terrestre, un replanteamiento de su propia denominación. Esto es debido a que la tecnología se presta a ambigüedades, ya que "sistema" en un sentido amplio es un conjunto de elementos interrelacionados, "paisaje" es un término referido a la percepción holística e incluso sinérgica de cualquier área, que comprende todos los elementos ambientales presentes en ella y "unidad" se refiere a cualquier elemento visto individualmente.

Debido a lo anterior, se sugieren los siguientes términos, etimológicamente equivalentes, pero operativamente más manejables: geosistema (sistema terrestre), geofacies (paisaje terrestre) y ecotopo (unidad natural).

Es importante aclarar que esta división jerárquica responde a una necesidad fundamentalmente operativa de dividir (regionalizar) el medio natural, por lo que es básico determinar el criterio que define a cada uno de ellos que, aunque constituyen sistemas ecológicos, no forzosamente han de constituir ecosistemas propiamente dichos (a excepción de algunos ecotopos).

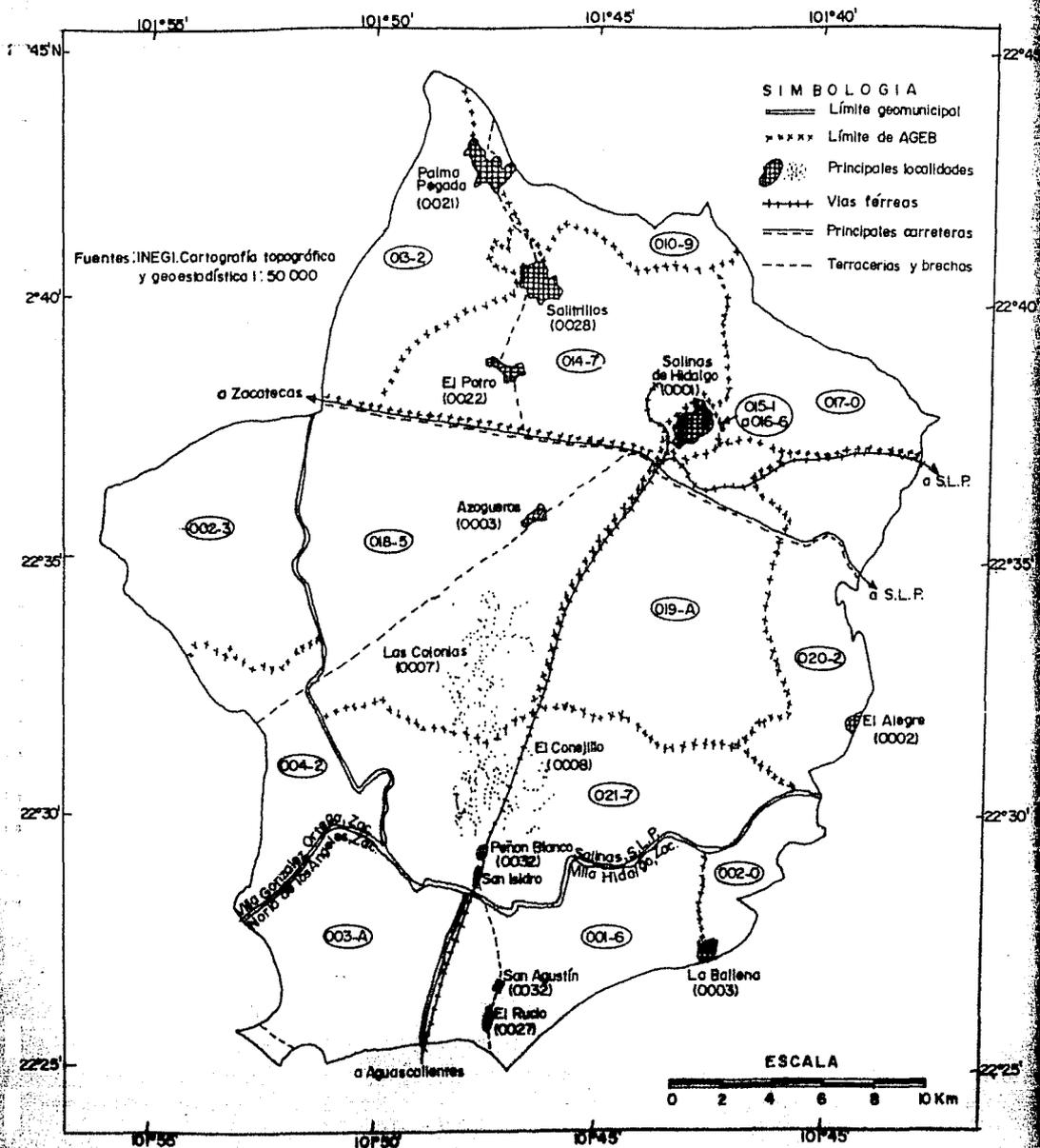


Lámina 9. División política-administrativa y vías de comunicación de la geofacuencia de Salinas.

Cuadro 6. Áreas geounicipales (ABEM) y estadísticas básicas (AGEB) comprendidas en el área de estudio

Entidad	Área geounicipal	ABEM	Localidades		Observaciones	Integra en la cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población (habs. en 1987)
			Dentro	Fuera				
San Luis Potosí	Salinas	013-2	.La Bolsa (0006)	.El Mosco .La Cueva .Pozo Seco (0023)	Comprende, además, la parte occidental de Palma Pegada (0021), pero que se considera como parte de la 010-9.	No	44.7	2,001
			.Los Montecitos .Los Encinos .El Charco del toro					
		014-7	.Salitrillos (0028) .El Potro (0022) .El Carmen			Si	75.8	1,120
		010-9	.Palma Pegada (0021) .El Tejón	.San José Punteros (0024) .Guadalupito .Diego Martín (Vicente Guerrero) (0011) .Rancho Nuevo .Cuéllar .Vicente Guerrero .El Cerro .Puerto El Chino	En superficie, sólo una mínima parte se ubica en la cuenca, y aunque en ella está Palma Pegada, sólo es la parte oriental, por lo que se elimina y la población y superficie se asignan a la 013-2.	No	18.3	0
		017-0	.Noria .El Jacalón (0015) .El Ojo de Agua .San José .El Pachoncito Juárez .La Mesilla (0017) .San Pedro .La Chinche .La Lagunita .La Mojonera	No posee localidad alguna en la cuenca. No está representada en su totalidad en el mapa general.	No	33.7	0	

Cont...

Entidad	Area ge- municipal	AGEB	Localidades		Observaciones	Integra en la cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población (habs. en 1987)	
			Dentro	Fuera					
San Luis Potosí	Salinas	017-0		.San Vicente .Sotol .Las Timias					
		015-1 a 016-b	.Salinas de Hidalgo (0001)		AGEB urbanas.	Si	3.9	12,121	
		018-5	.Azogueros (0003) .San Antonio de la Paz (0029) .Los Naran- jones .Colonia Juárez (0007)			Si	128.4	2,033	
		019-A	.El Cono .Salto Matorral .La Vibora		AGEB prácticamente sin población.	Si	78.5	65	
		020-2	.El Alegre (0002)	.La Tinaja		Prácticamente toda la población corresponde a El Alegre.	No	47.3	381
		021-7	.El Coneji- llo (0008) .San Isidro- Peñón Blan- co (0032)				Si	79.9	1,991
Zacatecas	Villa González Ortega	002-3	.Colonia Hidalgo (0011) .El Refugio del Zacate (0027) .El Espinazo .San Lorenzo .Jaramillo	.Labor Vieja .El Centena- rio (0008) .Las Flores		No	55.8	451	
Zacatecas	Villa González Ortega	004-2	.San Dionisio (0029)	.San Antonio (0028) .San Miguel		No	31.8	104	

Cont...

Cuadro 6. Cont...

Entidad	Area geomunicipal	AGEB	Localidades		Observaciones	Integra en la cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población (habs. en 1987)
			Dentro	Fuera				
Zacatecas	Villa González Ortega	004-2		.El Grande .San Martín .Potrero La Concepción				
			Noria de Angeles	003-A	.San Pantaleón .Colonía Francisco I. Madero (0003) .La Trinidad .Santa Rosa .Colonía Independencia (0004)	.San Juan .Real de Angeles (0015) .Guadalupe Victoria (0008)	No	50.4
	Villa Hidalgo	001-6	.La Lagunita (0015) .San José de García .San Agustín (0032) .Purísima del Rucío (0027) .Las Huertas .El Sotolillo (0038) .Monte Grande (0018) .El Colorado	.Rancho Salitre (0039) .El Charquillo .Cerro Prieto (0008) .Santa Teresa .Canoas (0007) .San Agustín .Ranchería Playas (0023) .El Maguey (0016)		No	51.6	1,946
			002-0	.La Ballena (0003)	.Ojo de Agua de la Presa Benito Juárez (0004)	La superficie que se ubica en la cuenca es mínima, pero incluye la población de La Ballena.	No	14.1
TOTAL							714.2	23,973

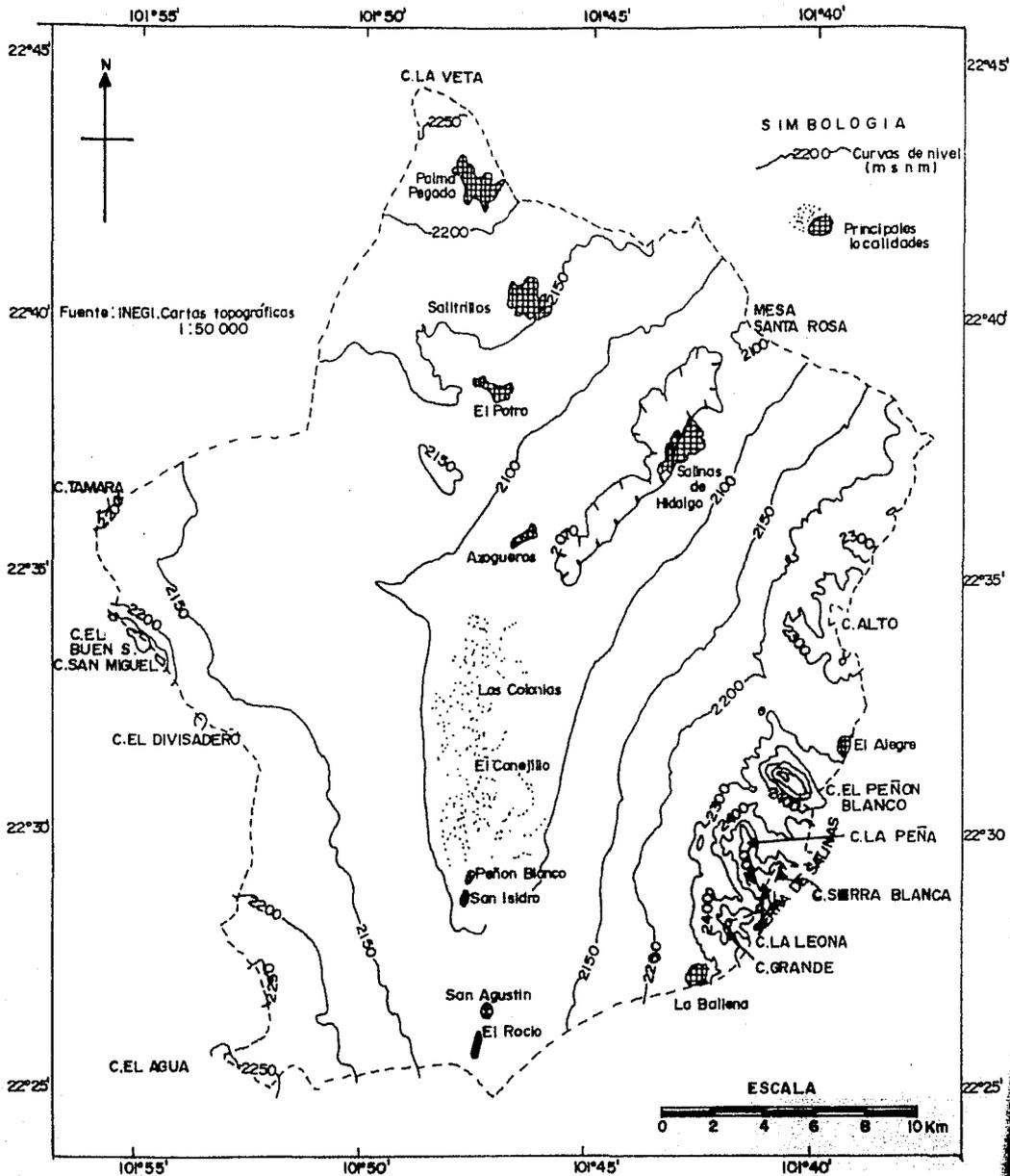


Lámina 10. Topografía de la geografía

La razón por la que no se considera el enfoque ecosistémico es por lo complejo de las interrelaciones y flujos de energía casi inevitablemente cuantificables, que no siempre (o casi nunca) ocurre por la carencia de información y de especialistas. Sin embargo, cuando llega a disponerse de la misma, es posible el análisis holístico en cuanto a calidad, vulnerabilidad y potencialidad de los elementos y del sistema ambiental global, como puede desprenderse de trabajos completos en este sentido realizados por Valadez et al (1985); estos autores proponen los términos de ambientes geocológicos, integrados por los elementos atmósfera, agua, suelo y vegetación, relacionados por funciones climática, hidrodinámica, geodinámica y ecodinámica; Toledo y Barrera (1984) también pretenden integrar en forma holística los elementos del medio para determinar la potencialidad y evolución del sistema ambiental, detectando dos niveles (geosistema y ecosistema), en los que el segundo, que comprende las relaciones "vivas" o que involucra los elementos bióticos, está comprendido dentro del primero que es el marco físico que condiciona esas relaciones. Sin embargo, el nivel de detalle de estos trabajos carece de una real operatividad para análisis técnicos en áreas con información heterogénea y donde no se contempla apoyo de campo alguno.

Sin embargo, la jerarquización de estos estudios con detalle diverso si es indispensable por la orientación distinta que adquieren los trabajos sobre ordenamiento ambiental, que bien pueden ser de planeación (ordenamiento ecológico) o de evaluación (impacto ambiental).

Debido a ello, se proponen las siguientes formas de definición de los niveles regionales mencionados anteriormente, los criterios ambientales utilizados en su definición y la justificación de ello.

- Geosistema: de acuerdo a su definición, es posible determinarlo apoyándose en la fisonomía revelada por imágenes de satélite, por lo que el criterio rector es la geomorfología apoyada indirectamente en el patrón de drenaje, que revela cierta litología y densidad de vegetación. Un trabajo elaborado al respecto (Lucero, 1989) presenta un método secuencial de manejo de este material para la obtención de geosistemas que, a su vez, se apoyó en la metodología de levantamiento fisiográfico del Colegio de Postgraduados (Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1978; Merguen, 1985). Es importante destacar que éste es un nivel regional de manejo óptimo en estudios regionales.
- Geofacie: constituye un nivel inferior, por lo que las técnicas de análisis son más específicas y los criterios que permiten definirlo son más detallados. Aunque, en principio, se ha considerado el criterio geomorfológico como base para tal efecto (Barajas et al, 1986; Lucero, 1989), a este nivel, la hidrología y la edafología adquieren una importancia mayor; con ello, el marco que constituye para proyectos microrregionales ya no es puramente físico y estático, pues adquiere un

carácter más dinámico derivado del elemento vegetación, cuya existencia está íntimamente ligada a las particularidades del suelo y el agua en la unidad regional. En función a estas características, se ha optado por adoptar la regionalización hidrológica de la SARH en su último nivel jerárquico (cuenca), que cumple totalmente con los criterios anotados anteriormente; además, posee la ventaja de que, cuando menos en grandes áreas homogéneas como el semiárido del norte del país o las llanuras aluviales de Tabasco, es fácilmente identificable a partir del patrón hidrográfico; este aspecto es reconocible a partir de imágenes de satélite -donde también refleja la homogeneidad requerida desde el punto de vista geomorfológico-, fotografías aéreas o cartografía y que, particularmente en las regiones endorreicas del centro y norte de México facilitan su delimitación y manejo integral (Benítez-Omaña, comm pers).

Diversos trabajos han sido realizados utilizando este nivel regional como marco, resultando óptimo en ciertos estudios de impacto ambiental y de correlación entre la existencia de especies endémicas y relictos con las condiciones ambientales del medio que eventualmente constituyen, como ya se mencionó, verdaderos ecosistemas (considerando como tales aquellas áreas autosuficientes desde el punto de vista energético). Un ejemplo de este tipo de estudios se ilustra en Contreras (1984).

- Ecotopo: nivel inferior de la regionalización ecológica y, a la vez, el más complejo e integral. Constituye áreas que funcionalmente operan como auténticos ecosistemas y que, para fines operativos, corresponden a superficies ocupadas por unidades de suelos o asociaciones de los mismos; este criterio es lo suficientemente consistente y representativo por su carácter sintético, ya que resume las condiciones climáticas, geológicas, topográficas e hidrológicas del área y condiciona el desarrollo de una biota en particular (Espinoza y Barajas, en preparación). Su consideración va incluso más allá, pues representa un aspecto muy dinámico del sistema ambiental al revelar la morfodinámica del área, la edad de los procesos, y la propia edafogénesis continua (López-García, comm pers).

Es importante entender que, aunque la presencia de asociaciones vegetales originales revelan el tamaño y el límite de los ecotopos -con sus consiguientes ecotonias, por supuesto-, éstas no siempre existen; por ello es necesario recurrir directamente a la carta de suelos del área, que si realmente cumple con el carácter morfogenético en la clasificación utilizada, es de gran utilidad; sin embargo, la cartografía que se dispone en México a escalas medianas -1:50,000 del INEGI- no cumple con este requisito y es puramente morfológica, por lo que su utilización tiene las limitantes consiguientes (López-García, comm pers).

Como confirmación de esta aseveración, se ha efectuado una correlación cartográfica entre los mapas edafológico y de uso del suelo, pudiéndose observar que el primer factor condicional al segundo, constituyendo con ello auténticas unidades ambientales o de manejo. Una comparación entre estos tipos de mapas puede

apreciarse en las láminas 12 y 15, donde el uso agrícola del suelo corresponde exactamente a suelos específicos que sintetizan, como se dijo anteriormente, pendientes muy suaves, profundidad y porcentaje de nutrimentos adecuados y una retención de humedad suficiente; sin embargo, debido a la relativamente alta evaporación, un uso inadecuado del suelo y del agua puede provocar procesos de salinización, adicionales a los existentes a los cuerpos de agua receptores en cuencas endorreicas de este tipo (Chapala y Salinas, en este caso). Eventualmente, pueden destinarse a uso agrícola, áreas con condiciones poco apropiadas, pero precisamente determinado elemento ambiental tiende a limitar la continuidad del mismo.

Aunque el simple uso de un mapa de suelos podría considerarse muy audaz, éste se sustenta en estudios más detallados, como los realizados por el INEGI en su departamento de Teledetección (Pérez, Aguilar y Alcántara, 1985); en éstos, se atribuye la consistencia de las unidades integradas de terreno a la respuesta espectral integrada del suelo, la vegetación y forma de terreno, detectada a partir de varias clasificaciones espectrales de imágenes de satélite. Estas unidades fueron verificadas en campo posteriormente y se determinó una alta correlación entre la fisonomía mencionada del terreno y la delimitación de las unidades integradas. Este principio aplicado permite la identificación de unidades fito-geomórficas, que la escuela canadiense considera permanentes en el tiempo, aunque Grenot (1983) sugiere que pueden ser temporales de acuerdo a la fenología de las asociaciones vegetales que se desarrollan en las unidades geomórficas, por lo que estas unidades fisonómicas-florísticas constituyen más bien la expresión vegetal de un sustrato geomorfológico específico.

La comprensión del principio fisonómico de las unidades ambientales o ecotopos apoyándose, cuando se carece de suficiente conocimiento de un área de interés específico, en la carta morfogenética de suelos, permite la evaluación a priori del impacto ambiental que puede provocar una actividad productiva sobre la "estabilidad" del medio; sin embargo, debe evitarse el peligro de pretender determinar tales unidades a través de la correlación no ponderada de diversos elementos ambientales y culturales olvidando la distinta importancia que tiene cada uno de ellos sobre la unidad en su conjunto, como fue el caso de la primera aproximación que tuvo SAHOP (1981) para regionalizar el medio y que, en términos generales, se describe como sigue:

Se seleccionaron como variables para definir las unidades naturales de todo el territorio nacional el clima, la pendiente, la edafología y la vegetación y el uso del suelo, cuya cartografía (esc. 1:500,000) se sobrepuso para obtener una primera caracterización del medio. Para completar la regionalización natural se asociaron dos factores a las unidades naturales homogéneas: la geología y la hidrología. Posteriormente, se seleccionaron cinco variables donde se contemplaba el impacto de las actividades productivas: la

contaminación del aire, del suelo y del agua, la erosión, la deforestación y los patrimonios naturales y culturales que se cartografiaron agrupándose en dos cartas: de aspectos críticos y de valores patrimoniales; estas dos cartas se superpusieron con las de elementos naturales asociados y de unidades naturales homogéneas, obteniéndose así la cartografía de unidades ambientales, cuya codificación sintetizaba todos los aspectos naturales y sociales, sin jerarquía alguna. Un ejemplo de este tipo de claves se muestra a continuación, correspondiente precisamente a la Cuenca de Salinas, área central de estudio de este trabajo (véase también la lámina 11):

488

-----  
B / I / X / T

donde

488 número consecutivo correspondiente al área de estudio de acuerdo a sus patrimonios naturales y culturales y a los elementos naturales asociados

B Clima seco

I Pendiente plana (0-3%)

X Xerosol como suelo predominante

T Agricultura de temporal como uso del suelo predominante, incluso sobre cualquier tipo de vegetación original.

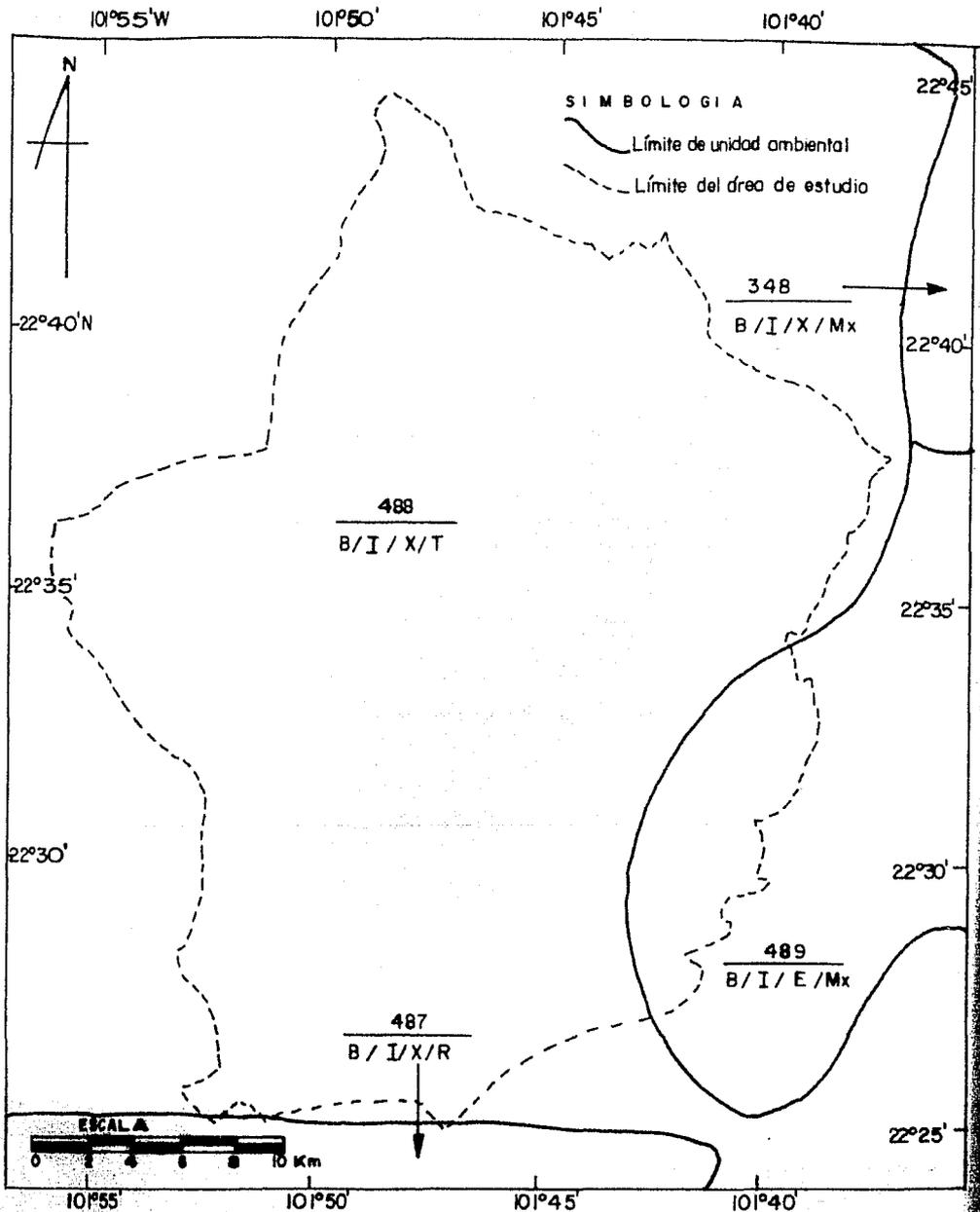


Lámina II. Unidades ambientales correspondientes a la Cuenca de Salinas y área circunvecina, según SAHOP (1981)

Lámina 11. Unidades ambientales correspondientes a la Cuenca de Salinas y área circunvecina (1) -anexo-

Claves utilizadas

488            Número consecutivo correspondiente al Área de estudio  
 -----  
 de acuerdo con sus patrimonios naturales y culturales  
 / / /        y a los elementos naturales asociados

Clima:

-----	A Cálido	C Templado
B / / /	B Seco	E Frio

Pendiente:

-----	I 0-3% Plano	IV 15-20% Montañoso
/ / /	II 3-10% Semiplano	V >20% Abrupto
	III 10-15% Semimontañoso	

Tipos de suelo:

-----	A Acrisol	G Gleysol	E Rendzina
/ / X /	T Andosol	I Litosol	S Solonetz
	B Cambisol	L Luvisol	V Vertisol
	K Castañozem	N Nitosol	X Xerosol
	H Feozem	W Planosol	Y Yermosol
	J Fluvisol	R Regosol	Z Solonchak

Vegetación y uso del suelo:

-----	R Agricultura de riego	Sts Selva tropical
/ / / T	T Agricultura de temporal	subcaducifolia
	P Pastizal	Sbs Selva baja
	B1 Bosque de coníferas	caducifolia
	B2 Bosque de encino	Mh Vegetación halófila
	Ch Chaparral	Mx Matorral xerófilo
	Stp Selva tropical	Va Vegetación acuática
	perennifolia	y subacuática
		Vap Areas aparentemente
		sin vegetación

(1) La representación gráfica de la lámina a que complementa este cuadro, se ilustra en la página 41, siendo la fuente de ambos: SAHOP (1981), Anexo cartográfico, Carta de unidades ambientales.

### 3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

#### 3.1 Elementos naturales del sistema

Un fenómeno no puede ser considerado como la consecuencia de un solo factor ambiental independiente y aislado de todos los demás. Se deriva de muchos, todos interrelacionados entre si, tanto directa como indirectamente. Una vez más, se debe considerar el sistema en su totalidad, bajo la óptica de la integración de elementos interrelacionados.

La interpretación de un dato cualquiera no debe efectuarse aislándolo sino, más bien, reubicando cuidadosamente su lugar dentro de la red de interrelaciones que caracterizan al sistema. No hay otra manera para apreciar correctamente la significación de ese dato. Desde el punto de vista de la lógica, puede decirse que los otros datos interrelacionados ofrecen la posibilidad de controlar esta significación y, más aún, de modularla o, sea, permiten apreciar su importancia relativa en la red de interrelaciones (Tricart, 1985; pág. 26).

Bajo este enfoque, la descripción de un sistema ambiental debe comprender no únicamente la lista de sus elementos más conspicuos sino, además, todos aquéllos que jueguen un papel importante en el ecosistema, aunque sean poco evidentes.

Posteriormente, debe indicarse cuáles son las relaciones que existen entre los propios elementos, identificando las más frecuentes y que expliquen, en un determinado momento, el equilibrio del propio ecosistema y la respuesta a cambios predecibles o no, generalmente derivados de la intervención humana.

Operativamente, los elementos del sistema se han agrupado en los siguientes rubros, cuyo grado de detalle debe ser acorde con el nivel de percepción considerado (geofacie en el caso presente), definiéndose a manera de recursos por la posibilidad del hombre de beneficiarse individual o globalmente de ellos:

- Recursos climáticos.
- Recurso geotermia.
- Recursos minerales y geomorfológicos o paisajísticos.
- Recurso suelo.
- Recurso aire.
- Recurso agua.
- Recursos florísticos.
- Recursos faunísticos.

De igual manera, se detectó que algunos elementos no son exclusivos del sistema (esto es, no se circunscriben necesariamente sólo al área geográfica en cuestión), constituyendo entradas y salidas de energía del mismo, como son: la hidrología, el clima y la fauna.

### 3.1.1 Recursos climáticos

El clima constituye un recurso directo al condicionar actividades como la agricultura y en su connotación de recurso turístico -escénico-, cuando, eventualmente, reúne ciertas condiciones (subjetivas) que lo hacen atractivo para el ser humano.

Estas condiciones deben cumplir con ciertos requisitos, como son:

- Proporcionar bienestar físico y, consecuentemente, psicológico.
- Poseer una ubicación espacial clara y una temporalidad regular.
- Condicionar la existencia de otros elementos del paisaje que complementen esa sensación de comodidad.

Generalmente, dentro de este grupo se incluyen los climas templados (C), cuyas condiciones ambientales provocan bienestar en el hombre. Particularmente agradable es el clima Cw, en el cual las lluvias más abundantes se concentran en la época más calurosa, por lo que se atenúa la temperatura en esta temporada y se tiende a la homogeneización del clima a lo largo del año.

Los demás climas, en mayor o menor grado, dificultan la estancia del hombre en un lugar y provocan que la infraestructura para tal efecto sea más compleja. Es por eso que el ser humano no selecciona preferentemente tales ambientes para habitar (aunque comúnmente tolera y frecuenta los de carácter cálido y húmedo por ciertas temporadas).

El área de estudio posee un clima predominante seco estepario, con régimen térmico templado, con verano cálido y régimen extremoso (oscilaciones térmicas anuales superiores a 40°C, con temperaturas máximas de hasta 41°C y mínimas de hasta -8°C, registradas en diferentes años en diversos puntos del área), con una temperatura media anual de 17°C y una precipitación media de 361 mm.

En la acepción de recurso, en el sentido mencionado anteriormente, el clima local puede considerarse adverso para el bienestar humano.

Sin embargo, la importancia del clima traspone su naturaleza global y permite que los elementos que lo integran, eventualmente sean recursos actuales y potenciales por sí mismos.

El primer elemento, que a la vez condiciona al propio clima es lo que operativamente se llama energía solar y que, a escala planetaria se considera como una fuente de energía inagotable pero cuyo aprovechamiento en forma directa como tal es apenas incipiente.

Dadas las condiciones ambientales de México en el sentido del enorme porcentaje de zonas áridas y semiáridas (más de la mitad del territorio nacional), el potencial energético solar es enorme, representado por una media que alcanza 250% de la radiación solar global que reciben en término medio, Estados Unidos y Europa (Gómez-Rojas, comm pers).

Otro elemento, particularmente importante en áreas semidesérticas y desérticas, es el viento, cuya magnitud e importancia deriva en primera instancia de la circulación de la atmósfera y, en segunda (muchas veces primera por su importancia) del grado de desprotección del suelo, derivado de las actividades económicas.

En las zonas áridas de México, correspondientes a enormes planicies, frecuentemente se presentan tormentas de polvo, que pueden remover, en un determinado momento, toneladas de suelo como resultado de la poca protección que le ofrece la vegetación.

En el área de estudio, las condiciones eólicas se resumen en: vientos dominantes del S-SW y velocidades promedio de 2-4 m/s (Pérez-Villegas, 1989a). En el inciso 3.1.5 se indica la magnitud e importancia relativa de este elemento en cuanto a su impacto en el suelo.

El aprovechamiento de este tipo de energía representa un potencial muy grande, orientado hacia la transformación a energía eléctrica por medio de acumuladores o energía mecánica por medio de molinos. A la fecha, en el área no existe aprovechamiento del viento como fuente de energía.

Por otro lado, es indudable la importancia definitiva que tienen los elementos acuosos del clima; serán mencionados con mayor detalle más adelante, cuando se describa el recurso agua.

### 3.1.2 Recurso geotermia

El calor emanado de la parte superficial del manto, constituye una manifestación del potencial energético existente en dicha capa y que sólo en determinadas regiones adquiere la categoría de recurso actual, por su mayor disponibilidad y magnitud.

En México, se encuentran actualmente en explotación muy pocas zonas geotérmicas: Cerro Prieto, BC, Los Azufres, Mich., La Primavera, Jal. y Los Humeros, Ver. Sin embargo, el potencial es enorme, ocupando el tercer lugar a nivel mundial en la producción de energía de este tipo (645 MWe en 1985, equivalente al 13.5% a

nivel mundial; Facultad de Ingeniería, UNAM, 1986), con amplia distribución en el país; su manifestación es en forma de lodos y aguas termales, a los que se han atribuido propiedades terapéuticas y que han favorecido una floreciente actividad turística en casos como el de Aguascalientes, Aqs. y Lourdes y Gogorrón, SLP.

El área de estudio posee bajas posibilidades de explotación de este recurso, incluso en la sierra de Salinas, donde eventualmente se presentan ciertas manifestaciones como manantiales y ojos de agua. Sin embargo, con exploración adecuada, existe la posibilidad de definir con certeza su potencialidad.

### 3.1.3 Recursos minerales y geomorfológicos o paisajísticos

En principio, la geomorfología o, mejor dicho, el paisaje (que es el producto de procesos exógenos -clima- y endógenos -vulcanismo y tectonismo- de la Tierra), puede servir como recurso indirecto, al indicar la posible existencia de recursos minerales contenidos en el interior de la corteza (susceptibles a explotar para un consumo directo).

La localización de los yacimientos de minerales no metálicos coinciden, en ocasiones, con formaciones sedimentarias, correspondiendo un relieve superficial característico (entre otros parámetros) para ciertos grupos de minerales, como es el caso de los yacimientos de hidrocarburos, que se localizan en 68% en las plataformas continentales o llanuras costeras (Lacy, 1986).

Igualmente, la frecuencia de puntos o focos de mineralización, debidos a las numerosas fallas cruzadas que aparecen, tanto en las rocas ígneas como en las metamórficas, favorecen la existencia de los minerales metálicos (Lacy, 1986). Tal es el caso de los plegamientos que constituyen las Sierras Transversales, dentro de las cuales, la de Salinas ha sido objeto de una importante explotación. Actualmente se ha reiniciado esta actividad económica en el área, específicamente en el cerro del Real de Angeles por parte de la Compañía Minera del mismo nombre (paraestatal) al sureste de la cuenca, de donde se extraen importantes volúmenes de diversos minerales, destacando la plata (12.3% de la producción nacional), el plomo (15.8%) y el cinc (7.3%) entre otros asociados a los yacimientos argentíferos (SEMIP, 1985).

Por otro lado, como recurso directo, el paisaje tiene una naturaleza intangible que es objeto de estudio de una reciente rama de la Geomorfología: la geomorfología ambiental, que destaca la evaluación del paisaje natural como parte constitutiva en la planificación y explotación integral del medio y con propósitos especialmente orientados a la satisfacción de necesidades recreativas como requisito indispensable; por ese conducto,

bellos paisajes se conservan como patrimonio que enriquece los niveles cultural y espiritual del hombre; de esta forma, numerosas áreas legalmente protegidas están siendo designadas con títulos distintos de acuerdo a las funciones que desempeñan; tal sucede con zonas verdes, reservas geomorfológicas y parques nacionales, entre otras (Melo, 1977).

Con el "progreso" y el acelerado crecimiento demográfico se provoca una sobreexplotación de recursos que disminuyen en cantidad y calidad. Actualmente, la Geomorfología se obliga a que el manejo ambiental tenga que añadir una nueva actividad, denominada "evaluación de recursos escénicos", cuyo propósito busca satisfacer la demanda recreativa de una población creciente (Melo, 1977).

La estrategia geomorfológica define la calidad del paisaje y realiza su planificación de acuerdo a las necesidades humanas. En la evaluación del paisaje, existen distintas técnicas en las que, según algunos autores, la percepción psicológica del hombre respecto al medio ambiente, es un campo plagado de dificultades; por ello, la selección y la planificación de áreas debe considerar y definir aquellos paisajes que a la gente satisfacen, es decir, los análisis deben mostrar con claridad los factores que desvirtúan el valor estético del escenario; sin embargo, el valor recreativo no lo da únicamente el arroyo, sino que depende también de otros muchos aspectos como son vías de acceso, instalaciones, servicios, etc.; por el contrario, sacrificar el paisaje por una obra ajena a las funciones del área, disminuye el valor escénico y demerita sus cualidades estéticas. En estos problemas, conjugar ingredientes geomorfológicos como son, la apreciación del paisaje, las formas del terreno y la naturaleza de procesos, dan al geomorfólogo la facultad de evaluar el paisaje y planear sus propósitos (Melo, 1977).

En términos prácticos, la valoración escénica y sus proyectos de desarrollo emplean técnicas distintas pues, mientras que para unos autores, los factores representativos que tipifican la estética de un sitio, son de índole física, biótica y humana, otros basan la evaluación de recursos escénicos de acuerdo a los elementos que influyen directamente sobre el paisaje; de esta manera, se pueden distinguir dos grandes categorías: la forma terrestre del paisaje y el uso del suelo que el hombre efectúa en su interior; este método estudia la variación espacial de los elementos con base en la técnica del "mapeo geomorfológico".

Para otros autores, el análisis de la conducta humana es un componente del paisaje que, a menudo, aumenta o abate el valor escénico, para lo cual pueden emplearse técnicas relacionadas con la interacción de las sensaciones mentales de los individuos, actitudes psicológicas que incluyen sentimiento, sorpresas, veneración, emoción, etc. (Melo, 1977).

Otras técnicas, en las cuales la base geomorfológica juega un papel importante en forma explícita, se apoyan en el análisis de paisajes forestales para la identificación de factores de forma, espacio, distancia, punto de observación, tiempo de variación y secuencia; un aspecto de vital interés geomorfológico es, justamente, la forma del terreno (Melo, 1977).

Aunque actualmente se correlacionan los diferentes criterios mencionados, en México aún no se explota el paisaje en una forma suficiente y adecuada, por lo que muchas áreas recreativas del país resultan frecuentemente inoperantes (Melo, 1977).

Es de particular interés destacar que, constituyendo las regiones semiáridas y áridas la mayor parte del país, son paisajes de este tipo los predominantes, aunque son cualitativa, más que cuantitativamente diferentes a las tradicionales áreas recreativas, donde la exuberante vegetación -bosque, selva- y los cuerpos de agua -ríos, lagos, mar- juegan un papel psicológico preponderante.

Por otro lado, ciertas geoformas, derivadas del modelado desértico (erosión eólica) de carácter espectacular, como los "bernales" o algunas "agujas", provocadas por intemperismo y erosión diferencial, y los basaltos columnares de San Miguel Regla, Hgo., son formas de objetiva belleza por su imponente y rareza. Sin embargo, los paisajes áridos y las comunidades vegetales de dichas áreas han sido generalmente menospreciadas, considerándose como áreas inhóspitas y monótonas. Recientes intentos en este sentido han sido realizados por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sinap) de la Sedue, que ha incluido dentro de su red varias áreas de carácter desértico o semidesértico con el fin de protegerlas como ecosistemas y/o para fomentar su disfrute por parte de los turistas. En tal caso se encuentran las reservas de la biosfera de El Pinacate, Son., Vizcaino, BCS y Mapimi, Dgo., entre otras (Lacy, 1986).

Aunque -como se aprecia en la lámina 15- el área central de la cuenca de la laguna de Salinas, más plana, constituye un paisaje casi íntegramente cultural, en su periferia, que incluye áreas más abruptas (lámina 10), donde es posible encontrar ecosistemas poco o nada alterados, debido a la deficiente comunicación de las mismas (lámina 9). Si se añade a este tipo de paisajes la existencia de minas abandonadas que evidencian una actividad económica importante, queda de manifiesto un potencial turístico totalmente inexplorado.

### 3.1.4 Recurso suelo

El suelo predominante en el área de estudio es el litosol (365.14 km<sup>2</sup>, 51%), que se distribuye en la unidad natural sierra, al norte de la geofacia y en extensas áreas de la planicie de acumulación al norte y al centro. Se caracteriza por ser un suelo

incipiente, con escasa diferenciación de sus horizontes debido a que el material que le da origen se encuentra en sus primeras etapas de intemperización.

La siguiente unidad de suelo, en cuanto a superficie cubierta, es el xerosol (subunidades lúvico y háplico), que alcanza el 20% de toda la cuenca (19.28 y 126.94 km<sup>2</sup>, respectivamente); se localiza principalmente al centro-sur y suroeste del área de estudio (íntegramente en el ecotopo planicie de acumulación); dentro de sus características destacan que es muy permeable, con una capa modesta en cuanto a contenido de materia orgánica y nutrimentos, pero por su escasa pendiente es uno de los más importantes utilizados en las actividades agrícolas, básicamente de temporal.

El feozem (9% del área de estudio y 61.57 km<sup>2</sup>) constituye otro suelo importante en cuanto a su utilización para la agricultura de temporal; se localiza básicamente al centro-este y, aunque posee aproximadamente las mismas características que el xerosol, posee una considerablemente mayor proporción de materia orgánica, lo que redonda en una mayor fertilidad.

Los fluvisoles (subunidades calcárica, gléyica y éútrica) se localizan principalmente dentro o en la periferia de la unidad natural laguna y ocupan 34.72, 14.44 y 1.85 km<sup>2</sup>, respectivamente. Son suelos derivados de procesos lacustres, esto es, están constituidos por materiales producto del arrastre y sedimentación, por lo que frecuentemente son de textura gruesa, con poca diferenciación de horizontes y puede ocurrir que, siendo muy productivos sean utilizados ampliamente en actividades agrícolas como ocurre con la subunidad calcárica, al sur del área de estudio, donde existe, no obstante, una capa de caliche a profundidad. Por otro lado, la subunidad gléyica está expuesta a inundaciones y, consecuentemente, a intensos procesos de evaporación y salinización, por lo que existen fuertes restricciones para su utilización en actividades productivas como no sea la explotación de salinas; son comunes en las riberas de las lagunas de Salinas y Chapala. En total, esta unidad de suelos cubre una superficie de 51 km<sup>2</sup>, que corresponde al 7% del área de estudio.

Existen otras unidades de suelo que cubren extensiones menores y que son mucho menos importantes para las actividades agropecuarias y que se representan junto con las unidades anteriormente descritas en las láminas 12 y 13.

### 3.1.5 Recurso aire

Este elemento ambiental, además de sustentar la vida por su contenido de oxígeno, representa un recurso real por la energía cinética que encierra su continuo movimiento, denominado convencionalmente viento, y que es debido a patrones físicos de circulación general y local de la atmósfera.

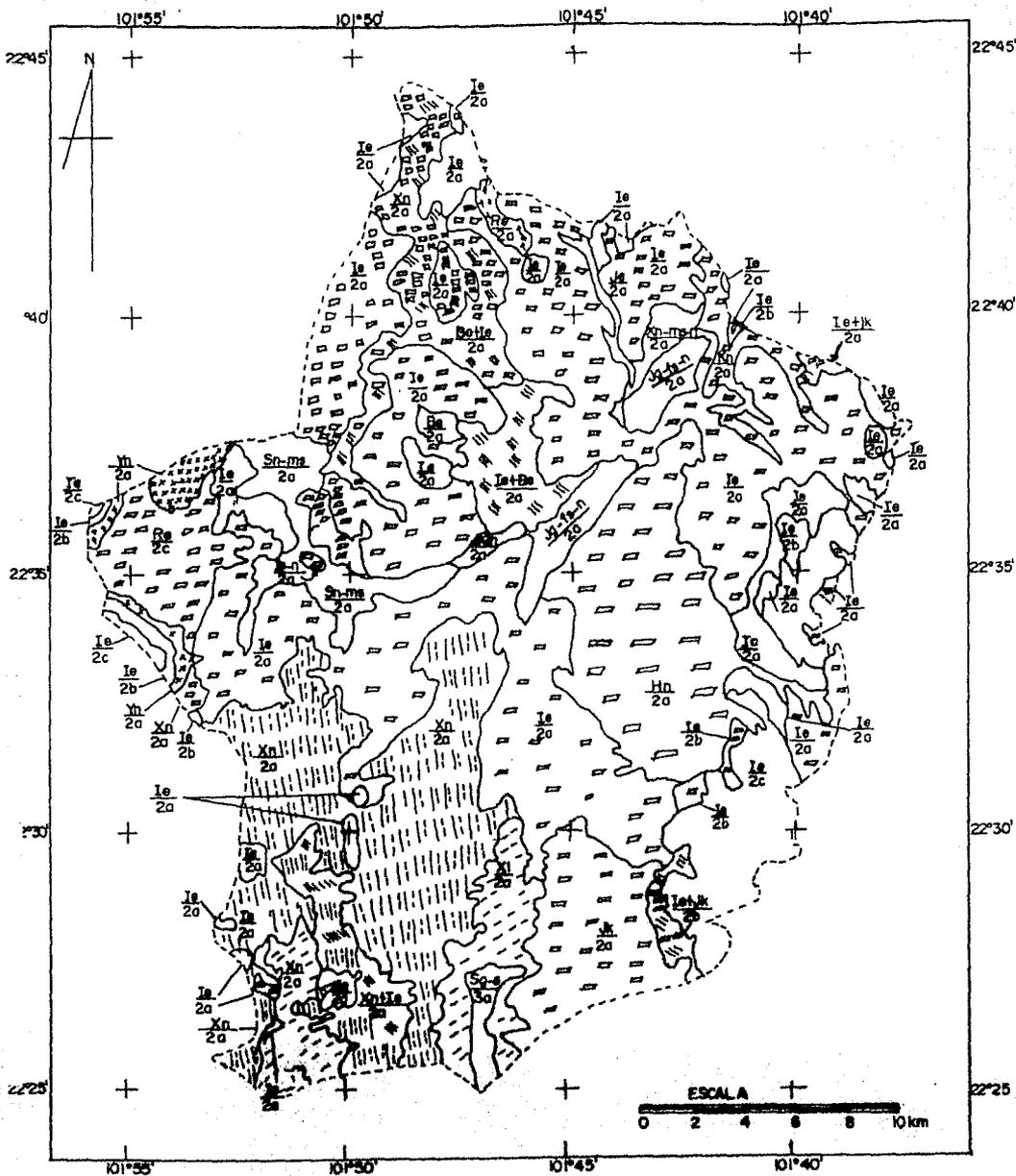


Lámina 12. Distribución de los suelos en la Cuenca de Salinas

Claves de las unidades de suelos según la FAO-UNESCO representadas en el área

Be Cambisol éutrico	Re Regosol éutrico
Hn Feozem háplico	Sg Solonetz gléyico
Ie Litosol éutrico	Sn Solonetz háplico
Je Fluvisol éutrico	Xl Xerosol lúvico
Jg Fluvisol gléyico	Xn Xerosol háplico
Jk Fluvisol calcárico	Yn Vermosol háplico
Kn Castañozem háplico	

Fases

ls Ligeramente salino	fs Fuertemente salino
ms Moderadamente salino	n Sódico

Clases

<b>Textural</b>	<b>Topográfica (tipo de pendiente)</b>
1 Textura gruesa	a Suave
2 Textura media	b Moderada
3 Textura fina	c Fuerte

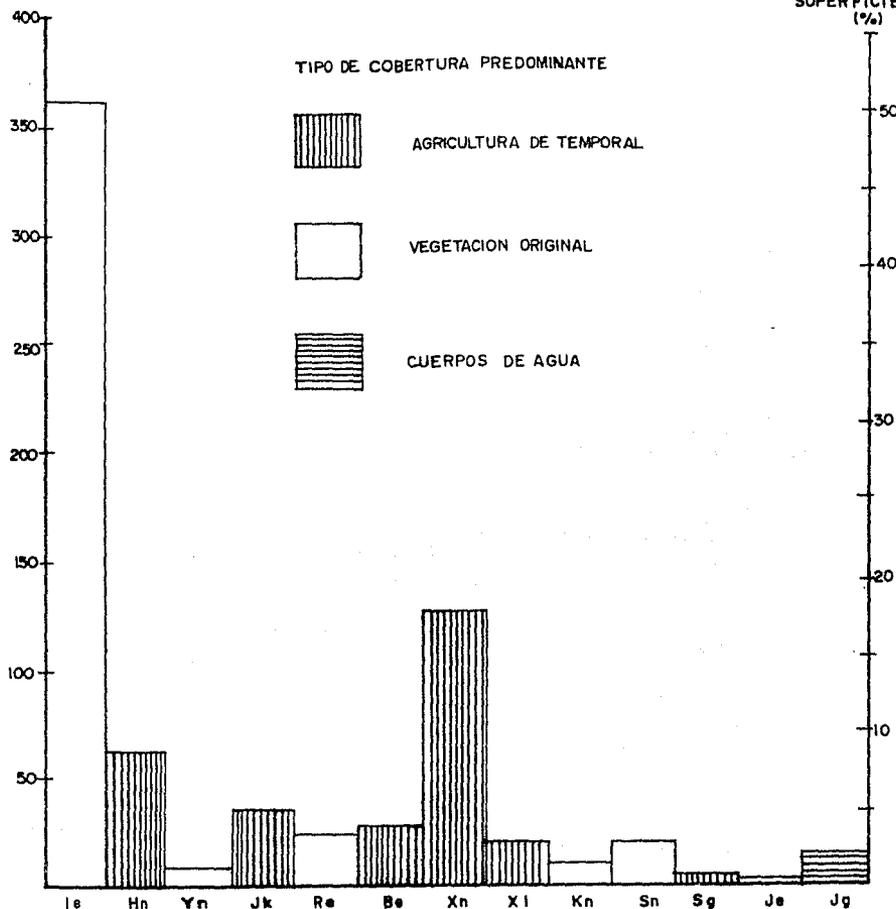
Simbología temática

	Fase dúrica		Fase petrocálcica profunda
	Fase dúrica profunda		Fase lítica profunda
	Fase petrocálcica		
	Asociación de suelos		Sin fase

(1) La representación gráfica de la lámina a que complementa este cuadro, se ilustra en la página 50, siendo la fuente de ambas: INEGI, cartas edafológicas esc. 1:50,000, hojas F14-A51 Ramos, F14-A61 Salinas, F14-A62 Espiritu Santo, F14-A71 Loreto y F14-A72 Pinos.

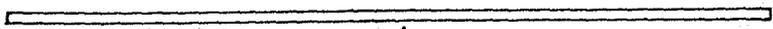
SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)

SUPERFICIE (%)



SIERRA

PIE DE MONTE



PLANICIE DE ACUMULACION

LAGUNA

Lámina 13. Superficie y uso predominante de los suelos de la Cuenca de Solinas por ecotopo

Por latitud, la circulación general de la atmósfera determina que, mientras el norte del país se ubica en la faja subtropical de alta presión, en la cual se localizan los anticiclones oceánicos del Pacífico Norte y del Atlántico Norte, la parte sur es área de influencia de los vientos alisios (García, 1980).

Sin embargo, el desplazamiento estacional del ecuador térmico, provoca que las áreas de influencia varíen en magnitud y, con ello, el tipo de vientos que inciden sobre las mismas. De esta manera, se tiene que, durante el periodo cálido del año, prácticamente todo el país queda bajo la influencia de los vientos alisios, que soplan con una dirección NE-SW en superficie y que llevan consigo humedad proveniente del Golfo de México. Esta humedad es precipitada violentamente como producto de movimientos convectivos del aire, primero en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental y en el sur del país y en forma moderada en la Altiplanicie Mexicana, pero suficiente para mantener una actividad económica importante y la mayor densidad de población del país en la Mesa del Centro. Por otro lado, aunque también esta época es la más importante en el aporte de humedad para la Mesa del Norte, el nivel de continentalidad o lejanía al mar y la serie de serranías interiores abaten el volumen de precipitación en esta parte de la altiplanicie y particularmente en la región hidrológica El Salado, de carácter endorreico, donde las temperaturas y la evaporación son altas.

En cuanto al periodo invernal, se presenta una invasión de masas de aire polar continental, que aporta humedad procedente del Golfo de México como contrapartida de los vientos alisios estivales, que se desplazan hacia el sur en esta época. Sin embargo, la humedad indicada muchas veces no provoca precipitaciones en la Mesa del Norte, sino sólo descenso de la temperatura (García, 1980).

En el área específica de estudio, el viento contribuye con una aportación reducida de humedad, pero su propia energía cinética, manifestada en velocidades promedio de 2-4 m/s (Pérez-Villegas, 1989a) e intensidades superiores a los 20 watts/m<sup>2</sup> de potencia (Pérez-Villegas, 1989b) potencialmente, podría utilizarse para su transformación en energía motriz.

Desafortunadamente, el proceso generalizado de cultivo de anuales y pastoreo extensivo inadecuado tienen una influencia directa sobre la cobertura vegetal, sustituyéndola o eliminándola, dejando al suelo a merced del viento que, en este caso, tiene un efecto nocivo, mitigado en cierta manera por el suelo que acarrea a la zona, proveniente de otros sitios.

Se ha determinado que los vientos tienen una acción geomorfológica sobre las arenas de las planicies arenosas ('playas') y, las dunas, a partir de una velocidad mínima que depende de la granulometría, de la densidad y de la cohesión del material. Esta velocidad mínima es de 4.5 m/s para arenas

cuarzosas de 0.25 mm de diámetro y de densidad 2.65 (Lacy, 1986), colocando al área como una zona de acción efectiva de tal elemento.

De esta forma, el viento funge en el sistema como un elemento deteriorante, inexplorado como recurso y mínimamente susceptible a deteriorarse pues tiene una gran capacidad de autodepuración y las actividades actuales y de un futuro próximo no representan un peligro potencial.

### 3.1.6 Recurso agua

El agua constituye el recurso por excelencia en la naturaleza, tanto directo (consumo humano) como indirecto (agricultura, ganadería, acuicultura) e, incluso en algunos casos, potencial (glaciares, acuíferos confinados), además que el de más antigua utilización.

La naturaleza del recurso -cuya importancia, magnitud y situación en el área de estudio se describe a continuación- se manifiesta básicamente en cuatro formas:

- a) Agua atmosférica
- b) Cuerpos de agua superficiales
- c) Agua subterránea
- d) Agua de mar

#### a) Agua atmosférica

El agua presente en la atmósfera deriva directamente de ciertos factores y elementos del clima como son los vientos dominantes, el relieve, la temperatura, la insolación, la continentalidad, la altitud y la cobertura vegetal, que condicionan la humedad relativa de las capas bajas de la atmósfera. Dicha humedad se manifiesta en un tipo de precipitación indirecta, la niebla, que, aunque comparativamente con la lluvia (cuyo análisis se efectúa en el inciso correspondiente al recurso clima), aporta volúmenes menores de precipitación; tiene una importancia muy grande en ciertos ecosistemas montanos que, generalmente, es subestimada, pero que muchas veces tiene una efectividad mayor que la lluvia, por su permanencia y por el mejor aprovechamiento que de ella hace el follaje de la vegetación.

Igualmente, se ha determinado que la cantidad de agua de la precipitación indirecta en tales ecosistemas es lo suficientemente grande como para intervenir en el balance hidrológico y en la adquisición de agua para el abastecimiento de ciudades y poblaciones menores (Barradas, 1983). Aunque, desgraciadamente, las condiciones ambientales no son lo suficientemente favorables como para disponer de este tipo de precipitación indirecta en la mayoría de los ecosistemas del país

y, mucho menos, en las zonas áridas, otro tipo de precipitación indirecta hasta cierto punto similar, el rocío, podría aprovecharse favoreciendo la condensación en superficies que concentren el agua líquida en un colector (Sánchez-Silva, comm pers) pero, desafortunadamente, en la actualidad en México este tipo de estudios son insuficientes. Bajo el mismo principio, es posible el aprovechamiento potencial del clima para obtener agua por evaporación.

En el área de estudio se presenta una temperatura mínima de hasta  $-8^{\circ}\text{C}$ , en las últimas horas de la madrugada, por lo que sólo bajo esas condiciones es posible la condensación del vapor de agua en forma de rocío, debido a que la humedad relativa aumenta.

Tomando en cuenta la alta evaporación durante el día, es menester un uso racional de la escasa agua, que se podría complementar con volúmenes -por modestos que fueran- de agua de rocío.

#### b) Cuerpos de agua superficiales

Al encontrarse el área de estudio en una de las dos regiones hidrológicas interiores del país, es posible deducir varios aspectos en relación a su hidrología y derivados de la continentalidad:

Las serranías, que delimitan toda la región de El Salado, conforman pantallas orográficas, disminuyendo consecuentemente la precipitación. De esta forma, el balance hídrico del área es negativo, al superar la evapotranspiración potencial a las precipitaciones y se provoca que la intensa evaporación y la activa infiltración superen al eventual almacenamiento en cuerpos de agua importantes.

Por lo tanto, la hidrología característica de estas zonas, que corresponde al área de estudio en específico, es de corrientes temporales y lagos episódicos o estacionales. La elevada evaporación provoca que el agua precipite las sales que trae en solución y, en el "bolsón", pasa a transformarse en salmuera y, más tarde en sal sólida (Tricart, 1985).

Por otro lado, la cristalización destruye la coherencia de las partículas del suelo, tornándolas sueltas y fácilmente transportables por el viento mediante el fenómeno de deflación, que también provoca la saltación de partículas mayores hacia las orillas del bolsón, favoreciendo aún más el proceso de salinización (Tricart, 1985).

Los cuerpos de agua superficiales, en áreas con estas condiciones ambientales, normalmente no son fuentes permanentes de este líquido y su función como recurso es de tipo indirecto; esto es, favorecen el crecimiento de vegetación freatófila en sus

márgenes. Por otro lado, favorecen la formación de un recurso mineral de importancia económica: la sal, una de cuyas manifestaciones -el salitre- es muy apreciada en la ganadería.

En general, este tipo de manifestación del recurso agua, depende del clima -específicamente de la precipitación y la temperatura- y constituye un elemento frágil, susceptible al deterioro por desechos urbanos y domésticos, por su carácter estacional y el bajo volumen que llega a comprender.

El área de estudio comprende básicamente dos lagos: Salinas y Chapala, que reciben el caudal de las escasas corrientes intermitentes de la cuenca, a la que le dan un carácter de endorreísmo por el drenaje centripeto que poseen (lámina 14).

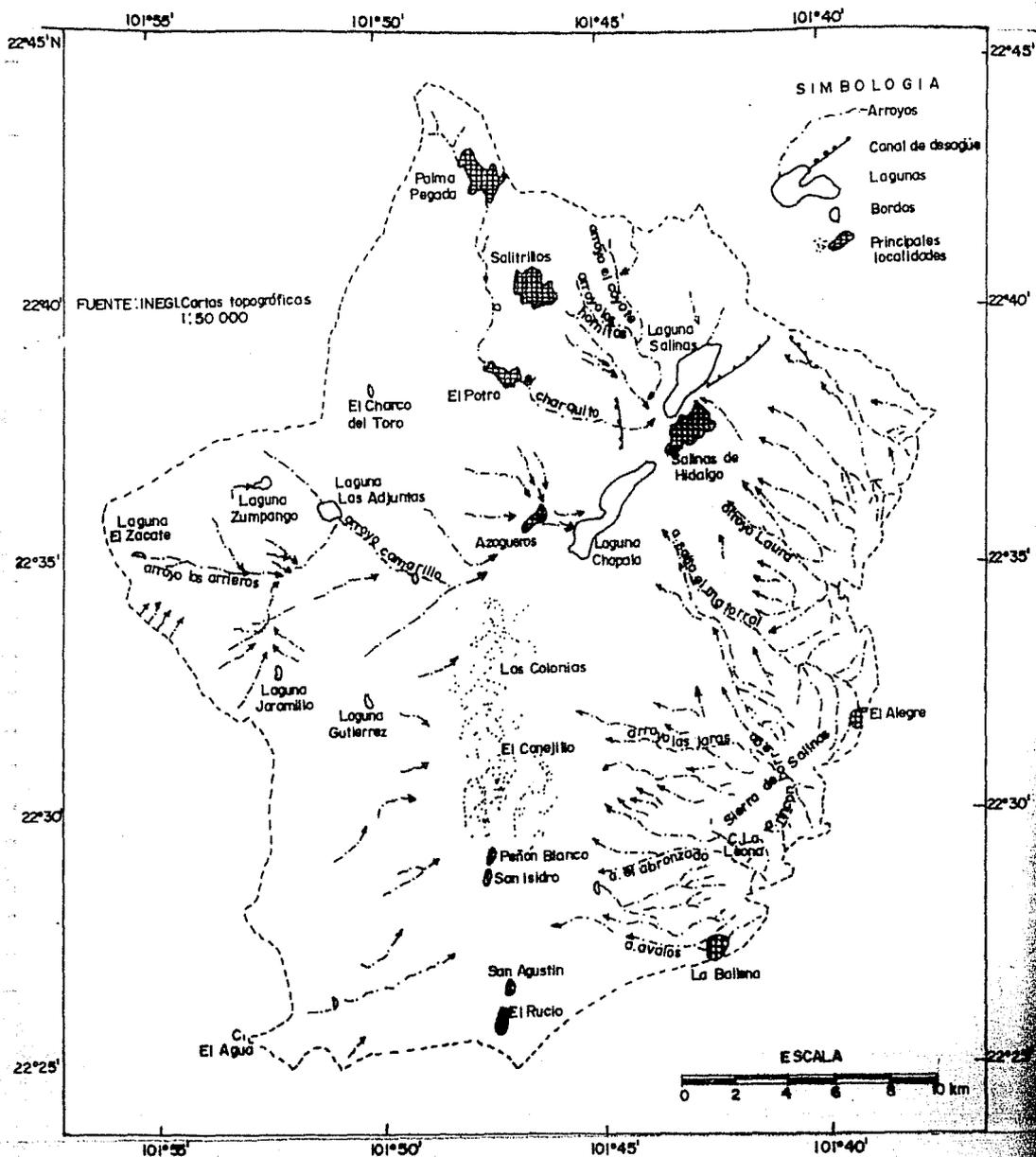
La importancia ecológica que tienen estos lagos es muy grande, pues constituyen el hábitat de fauna muy diversa y que, como efecto de la acción antrópica está muy diezmada. Económicamente, han permitido el florecimiento -actualmente en decadencia- de una importante actividad de explotación de sal, que favoreció el desarrollo de Salinas, una de las principales poblaciones del oeste de San Luis Potosí.

Aunque la magnitud de este recurso no es muy grande, su importancia relativa es enorme, por lo que el hecho de desaguar los lagos hacia el noreste puede traer graves consecuencias ecológicas sobre la fauna, la vegetación y el suelo, pues se favorece la salinización y disminuye el abastecimiento potencial para las actividades urbanas.

#### c) Agua subterránea

Aunque el estado líquido es el más común del agua en nuestro planeta, el grado de disposición varía grandemente, desde los cuerpos de agua superficiales de carácter continental, hasta las grandes masas oceánicas y las aguas subterráneas, cuyas limitantes para su aprovechamiento directo son la calidad y la profundidad.

Estas características han provocado que las aguas subterráneas hayan dejado de ser, sólo hasta relativamente poco tiempo, un recurso potencial. Si se considera que la disponibilidad de agua es la base para el desarrollo de la civilización y la existencia misma de la población, se comprende el desarrollo acelerado de la tecnología orientada hacia la explotación de esas "nuevas" fuentes de aprovisionamiento de agua, toda vez que los cuerpos de agua superficiales, tradicionales aportadores del recurso, han tenido que ceder ante la demanda cada vez mayor de una población humana creciente y, generalmente, deteriorante de la calidad del elemento.



Es importante aclarar que no hay una relación directa entre la precipitación recibida en un área determinada y el volumen de agua subterránea susceptible de ser explotada, pues sólo se considera como acuifero a aquella zona subterránea natural que almacena y transmite agua de buena calidad, de tal manera que puede extraerse en cantidad económicamente aprovechable.

En contraparte, existen otro tipo de zonas subterráneas naturales que no son aprovechables, como el acuifugo, que no almacena ni transmite agua; el acuicludo que la almacena, pero no la transmite en cantidades significativas en un balance regional de aguas subterráneas; y el acuitardo que, aunque la almacena y la transmite en cantidades significativas, no puede explotarse directamente mediante pozos. La existencia de cualquiera o cualesquiera de estos cuatro tipos de zonas subterráneas depende del tipo de formaciones geológicas. En este sentido, y gracias a la mayor porosidad y permeabilidad, los sedimentos no compactados, los sedimentos marinos karstificados y las rocas volcánicas extrusivas, presentan condiciones favorables para la existencia de acuíferos, económicamente explotables y de una calidad aceptable.

Sin embargo, debido a la importante extensión de los otros tipos de formaciones (rocas volcánicas intrusivas y metamórficas) en México, ha sido inevitable tener que aprovechar las aguas subterráneas que subyacen, a pesar de la dificultad técnica que implica su explotación. En estos casos ha tenido que considerarse de una manera muy especial su volumen disponible y la susceptibilidad a contaminación por la impermeabilidad de su sustrato.

Por otro lado, el grado de disponibilidad de los acuíferos también depende de la permeabilidad de las formaciones superficiales, que les pueden otorgar un carácter de acuífero libre, semiconfinado o confinado, que limita de alguna manera su explotación.

En el área de trabajo, las formaciones geológicas predominantes comprenden, básicamente, material no consolidado muy permeable, de carácter aluvial y distribuido por la mayor parte del área de estudio (ecotopos planicie de acumulación, laguna y piedemonte), que presentan altas posibilidades de aprovechamiento del agua (acuíferos) y que favorecen la existencia de pozos como apoyo a la actividad agrícola. Es digno de destacar que, aunque el flujo del agua subterránea se dirige hacia las lagunas Chapala y Salinas, que constituyen el nivel de base local, la excesiva concentración de pozos que se presenta en una faja norte-sur que se inicia desde la congregación Las Colonias Juárez hacia El Rucio, pueden provocar que, en un determinado momento, se presenten intrusiones de agua salobre, provenientes tanto de las lagunas mencionadas como de

la de El Salitre, al sur del área de estudio, cuyos acuíferos son los que presentan una menor calidad en cuanto a requerimientos para usos doméstico y agrícola.

Actualmente, en el área de sobreexplotación de pozos mencionada y hacia el suroeste, se presenta el acuífero considerado de mejor calidad en cuanto a concentración de sales (agua dulce); está entremezclado con una de las dos fajas de agua "tolerable" (con una concentración de sales un poco mayor). La otra faja de agua "tolerable" se distribuye desde el sureste de la ciudad de Salinas hasta el sur de Palma Pegada, comprendiendo las importantes áreas agrícolas de El Salitrillo y El Potro.

Es importante mencionar también que el ecotopo sierra (véase el punto 3.3 para comprender la filiación), constituido básicamente por lutitas, areniscas, cuarzo y granito, comprende áreas con material consolidado poco permeable, con muy pocas posibilidades de explotación de agua subterránea. Por lo tanto, las áreas de recarga se ubican, básicamente, en el ecotopo piedemonte que, aunque actualmente por condiciones de topografía y pedregosidad aún mantiene la mayor parte de su cubierta vegetal original, sufre ya la presión de las actividades agrícolas y a mediano plazo puede verse alterada por las mismas; esto provocará procesos de degradación ambiental (erosión y disminución en la recarga de los acuíferos) muy graves, que se añadirán al fenómeno actual y acelerado de abatimiento del nivel freático en la planicie de acumulación, donde la profundidad media del mismo varía desde 20 a 30 m y continuamente disminuye.

#### d) Agua de mar

México posee 9,903 km de litoral (11,593 km según INEGI, 1989, pág. 26). Su mar patrimonial (2'926,252 km<sup>2</sup>; INEGI, 1989, pág. 27) supera la propia superficie terrestre, por lo que su magnitud (y disponibilidad como recurso) es muy grande.

La naturaleza de este recurso es de carácter indirecto pues condiciona la existencia de una enorme biota -con elementos de gran importancia económica-, y de tipo directo al favorecer su aprovechamiento como medio de navegación y constituir uno de los recursos escénicos por excelencia.

Muy recientemente, ha cobrado mucha importancia la explotación de sal -en Baja California Sur (1)- y, de modo experimental, se ha iniciado el aprovechamiento directo del agua de mar mediante desalinización -también en dicha entidad- para su

---

(1) Las salinas de Guerrero Negro son las más extensas del mundo (Exportadora de Sal, SA, figura entre las primeras en producción a nivel mundial).

utilización en la agricultura y, a menor escala, para consumo humano.

El área de estudio, al constituir una región hidrológica cerrada, no tiene acceso al elemento en cuestión y, aunque los procesos derivados de este confinamiento hidrológico condicionan la existencia de agua salobre, ésta se analiza como cuerpos de agua superficiales.

### 3.1.6.1 Recurso agua en general

En síntesis, puede indicarse que el uso que se hace de este elemento, se desglosa en:

- i) Consumo directo
- ii) Favorecedor de las actividades agropecuarias
- iii) Actividades recreativas
- iv) Via de comunicación

De estos usos, y por las condiciones ambientales del área, sólo los dos primeros existen en la misma (pues el orientado a actividades recreativas se reduce a un ojo de agua en La Estancia, único centro turístico). Destacan por su importancia las aguas subterráneas, cuyo manejo dista mucho de ser óptimo, por lo que se corre el peligro de que los mantos se abatan de no tomarse medidas de conservación de este elemento.

La magnitud de la importancia de este recurso queda expresada en el hecho de que fue condicionante para el surgimiento, crecimiento y colapso de civilizaciones, de tal manera que todas las grandes culturas de la antigüedad se originaron a orillas de importantes corrientes de agua. Este fenómeno, que persiste hasta nuestros días ha provocado la sobreexplotación y disminución de calidad del recurso de tal forma que, considerándose la tendencia socio-económica de aglomeración en sólo unos cuantos y enormes núcleos de población, se presenta el deficit de abastecimiento del recurso, traducido en un desequilibrio regional.

Se ha calculado que la demanda de agua per capita es desigual para áreas urbanas y rurales y aumenta desarmónicamente en detrimento de las fuentes de la segunda. De esta forma, se calcula que el consumo diario por habitante para la ciudad de México es de alrededor de 360 litros y que aumenta constante y aceleradamente.

Este fenómeno, guardando las debidas proporciones, se manifiesta en todo tipo de ambientes, pero el impacto sobre los mismos difiere en función a la disponibilidad del elemento, siendo particularmente grave en las áreas con deficit hídrico, como la de estudio.

### 3.1.7 Recursos florísticos

En el área de estudio se encuentran representados ocho tipos de vegetación, (lámina 15 y cuadro 7), seis de los cuales comúnmente son denominados de manera genérica matorrales desérticos por desarrollarse (con una mayor o menor dominancia de acuerdo a las condiciones edafológicas, topográficas e hidrológicas) bajo condiciones semiáridas y áridas, presentándose, además, casi siempre en asociaciones entre sí y con pastizales naturales e inducidos y vegetación halófila (lámina 16). En el cuadro 8 pueden apreciarse las principales especies florísticas que se encuentran presentes en los tipos de vegetación mencionados, mientras que en la lámina 15 se observa que la agricultura de temporal ocupa la mayor parte de las áreas planas, presionando sobre la vegetación original a la cual ha desplazado de más de una tercera parte de la superficie total de la cuenca, existiendo una tendencia a ampliarse e, incipientemente, a iniciar procesos degenerativos del suelo.

Las características generales de los tipos de vegetación que se presentan en el área se indican a continuación:

- a) Matorral inerme (11,025 ha): se encuentra constituido básicamente por gobernadora (Larrea) que, a pesar de ocupar la mayor superficie dentro de los tipos de vegetación originales, prácticamente nunca se encuentra como matorral puro (situación en la que ocupa, como máximo, superficies de 60 ha), asociándose principalmente con pastizal natural y nopaleras. Se distribuye básicamente en el piedemonte y se ha visto favorecido por la perturbación antrópica pues Larrea es un género sumamente "agresivo" ecológicamente que se desarrolla fácilmente como vegetación secundaria e incluso ruderal; además, constituye un elemento muy poco aceptado por el ganado, por lo que sólo en condiciones de falta de un forraje mejor, es consumido por las cabras. Debido a ello, es muy común encontrar manchones con elementos que, en ocasiones, superan los 1.5 m de altura y ubicados sobre suelos con textura muy diversa.
- b) Pastizales natural e inducido (10,195 ha): constituye otro tipo de vegetación favorecida por las actividades humanas; a pesar de comprender especies nativas puede considerarse también como un tipo de vegetación inducida al ir apareciendo los géneros característicos del área (Bouteloua e Hilaria) como grupos dominantes en áreas desmontadas que anteriormente sustentaban matorrales desérticos. La presencia espontánea de este tipo de vegetación está condicionada y a la vez favorece la existencia de una actividad ganadera muy importante, de carácter extensivo, principalmente en el ecotopo piedemonte, donde la agricultura encuentra problemas (debidos principalmente a la pedregosidad del suelo) para desarrollarse adecuadamente; sin embargo, el poco control que existe sobre el ganado (principalmente sobre el caprino, que es el más importante en estas áreas) provoca una presión ejercida

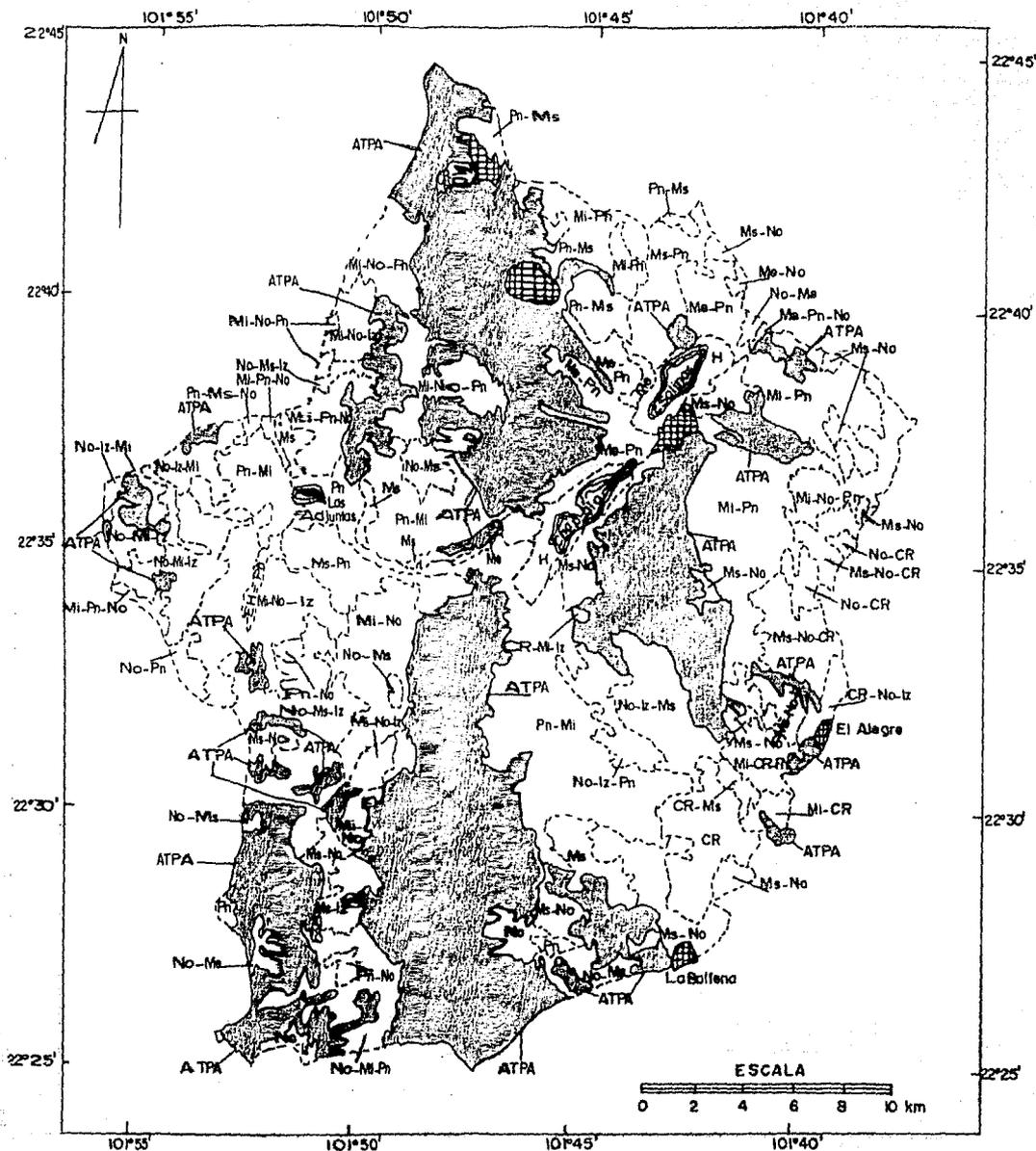


Lámina 15. Vegetación original y uso del suelo

Lámina 15. Vegetación original y uso del suelo (1)  
-anexo-

---

Claves utilizadas

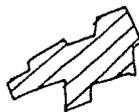
ATPA	Agricultura de temporal permanente anual	Me	Matorral espinoso
		Mi	Matorral inerme
		Ms	Matorral subinerme
CR	matorral crasirrosulifolio	No	Nopalera
		Pn	Pastizales natural e inducido
EH	Áreas erosionadas	Iz	Izotal
H	Vegetación halófila		

---

Simbología temática



Cuerpos de agua



Principales localidades

---

(1) La representación gráfica de la lámina a que complementa este cuadro, se ilustra en la página 62, siendo la fuente de ambas: INEGI, cartas de uso del suelo esc. 1:50,000, hojas F14-A51 Ramos, F14-A61 Salinas, F14-A62 Espiritu Santo, F14-A71 Loreto y F14-A72 Pinos.

Cuadro 7. Uso del suelo

Uso del suelo y asociaciones vegetales	Superficie (ha)	(%)	Ecotopo en que se ubica predo- minantemente
Agricultura de temporal permanente anual	24 614.69	34.5	Planicie de acumulación
Asentamientos humanos . . . . .	617.61	0.9	Planicie de acumulación
-----			
Pastizal-matorral inerme . . . .	6 665.11	9.3	
Matorral inerme-pastizal . . . .	4 255.98	6.0	
Matorral subinerme-nopalera . . .	3 485.84	4.9	
Matorral inerme-nopalera- izotal . . . . .	2 996.83	4.2	
Nopalera-matorral subinerme- izotal . . . . .	2 820.37	3.9	
Matorral inerme-nopalera- pastizal . . . . .	2 778.50	3.9	En toda la geo- facie, excepto en el ecotopo
Matorral subinerme-pastizal . . .	2 168.37	3.0	laguna y las
Matorral inerme-nopalera . . . .	2 011.35	2.8	áreas más pro- ductivas de la
Matorral espinoso-pastizal . . . .	1 782.55	2.5	planicie de
Matorral crasirrosulifolio . . . .	1 309.99	1.8	acumulación
Matorral subinerme- nopalera-matorral crasirrosulifolio . . . . .	1 302.52	1.8	ocupados por
Pastizal-matorral subinerme . . . .	1 284.57	1.8	xerosoles, feo- zems y asocia- ciones de lito-
Nopalera-izotal- matorral subinerme . . . . .	1 259.15	1.8	soles con cam- bisoles
Nopalera-matorral inerme- pastizal . . . . .	1 215.78	1.7	
Vegetación halófila . . . . .	983.99	1.4	
Matorral inerme-pastizal- nopalera . . . . .	864.36	1.2	
Matorral subinerme . . . . .	832.95	1.2	
Pastizales natural e inducido . . .	794.07	1.1	
Otras asociaciones vegetales . . .	6 539.50	9.2	
-----			
Áreas erosionadas-pastizal . . . .	165.99	0.2	Planicie de acumulación
Cuerpos de agua permanentes y temporales	669.95	0.9	Laguna
-----			
CUENCA DE SALINAS	71 420.02	100.0	

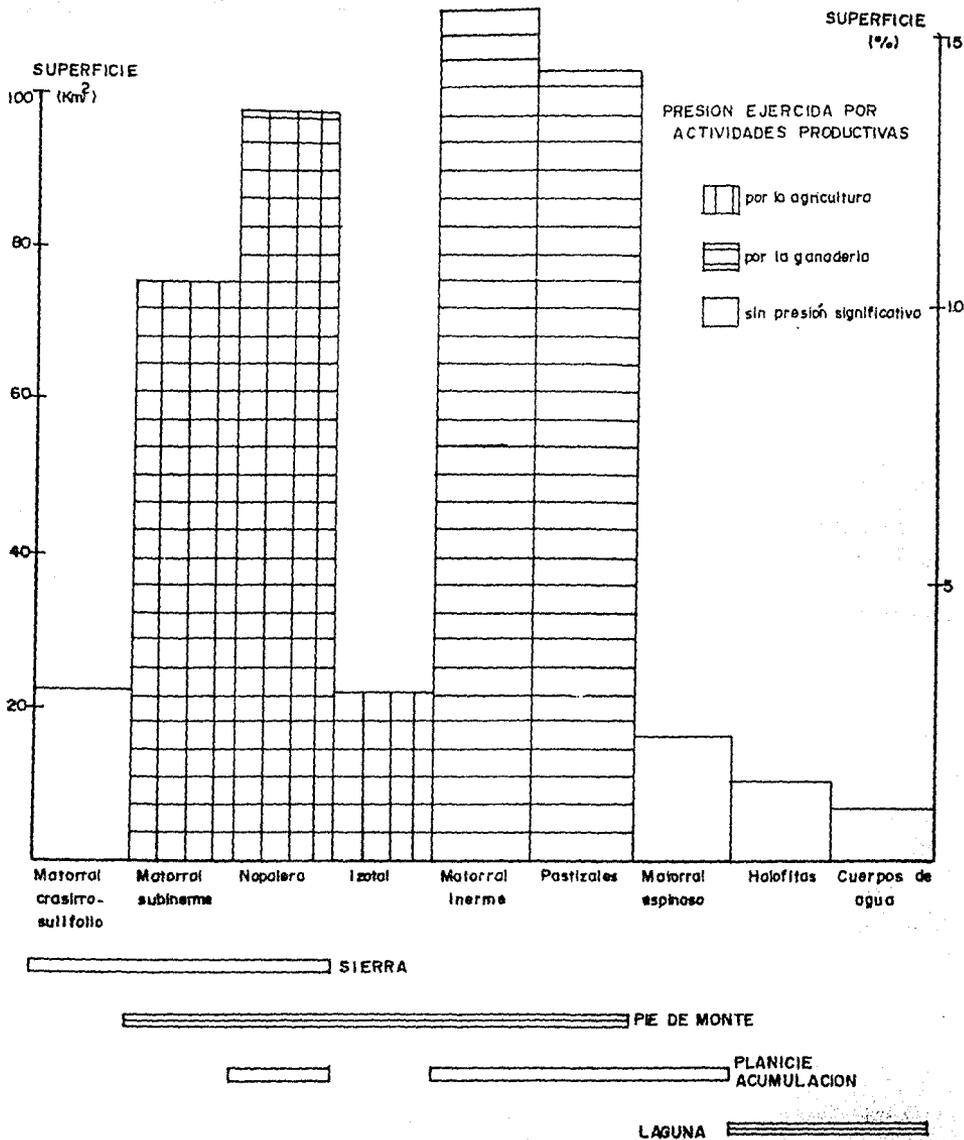


Lámina 16. Superficie de los principales tipos de vegetación original y presión ejercida por actividades productivas por ecotopo

Cuadro 8. Inventario florístico de la región potosino-zacatecana

Nombre científico	Nombre común
<u>Acacia amantacea</u>	Huizache
<u>Acacia farnesiana</u>	Huizache
<u>Acacia tortuosa</u>	Huizache
<u>Acacia sp</u>	Chaparro prieto
<u>Acacia sp</u>	Garabatillo
<u>Acacia sp</u>	Huizachillo
<u>Acacia sp</u>	Uña de gato
<u>Agave atrovirens</u>	Maguey
<u>Agave lecheguilla</u>	Lecheguilla
<u>Agave sp</u>	Espadín
<u>Agave sp</u>	Maguey
<u>Aricarpus kotschoubeyanus</u>	
<u>Aristida adscencionis</u>	Pasto
<u>Aristida divaricata</u>	Pasto
<u>Aristida pansa</u>	Pasto
<u>Atriplex sp</u>	Pasto "costilla de vaca"
<u>Baccharis sp</u>	Jarilla
<u>Bauhinia ramosissima</u>	
<u>Bouteloua curtispindula</u>	Pasto "banderilla"
<u>Bouteloua barbata</u>	Pasto
<u>Bouteloua filiformis</u>	Pasto "navajita"
<u>Bouteloua gracilis</u>	Pasto
<u>Bouteloua hirsuta</u>	Pasto
<u>Buchloe dactyloides</u>	Zacate chino
<u>Celtis pallida</u>	Granjeno
<u>Cercidium sp</u>	
<u>Chloris virgata</u>	Pasto
<u>Dalea sp</u>	Engordacabra
<u>Dasyllirion sp</u>	Sotol
<u>Distichlis spicata</u>	Zacate salado
<u>Dodonaea viscosa</u>	Ocotillo
<u>Echinocactus sp</u>	Biznaga
<u>Echinocereus amoenus</u>	Alicoche
<u>Echinosossilocactus cortonogus</u>	
<u>Echinosossilocactus tricuspidatus</u>	
<u>Echinomastus macoswollii</u>	
<u>Echinomastus unguispinus</u>	
<u>Eragrostis neo-mexicana</u>	Pasto
<u>Eragrostis obtusiflora</u>	Zacate jihuite
<u>Euphorbia antisyphilitica</u>	Candelilla
<u>Ferocactus meocactiformis</u>	
<u>Flourensia cernua</u>	Hojasén
<u>Fouquieria splendens</u>	Ocotillo
<u>Gochnatia hipoleuca</u>	

Cont...

Nombre científico	Nombre común
<u>Gutierrezia sp</u>	
<u>Gymnocactus qielsdorfianus</u>	
<u>Hechtia glomerata</u>	Guapilla
<u>Hilaria cenchroides</u>	Pasto
<u>Hilaria mutica</u>	Pasto "toboso"
<u>Jatropha dioica</u>	Sangregado
<u>Jatropha spathulata</u>	Sangregado
<u>Koeberlinia spinosa</u>	Corona de Cristo
<u>Larrea tridentata</u>	Gobernadora
<u>Leptochloa dubia</u>	Pasto
<u>Leptoloma cognatum</u>	Pasto
<u>Leuchtenbergia principis</u>	
<u>Leucophyllum frutescens</u>	
<u>Lindleyella mespiloides</u>	
<u>Lophophora williamsii</u>	
<u>Lycurus phleoides</u>	Pasto
<u>Mammillaria bocasana</u>	Biznaga
<u>Mammillaria canoica</u>	Biznaga
<u>Mammillaria humboldtii</u>	Biznaga
<u>Mammillaria microhelia</u>	Biznaga
<u>Mammillaria pilispina</u>	Biznaga
<u>Microrhamnus sp</u>	Abrojo
<u>Mimosa biuncifera</u>	Gatuño
<u>Mortonia latisejala</u>	
<u>Muhlenbergia repens</u>	Pasto
<u>Myrtillocactus geometrizans</u>	
<u>Neopringlea integrifolia</u>	
<u>Opuntia cantabrigiensis</u>	Nopal cuijo
<u>Opuntia engelmannii</u>	Nopal
<u>Opuntia imbricata</u>	Cardenche
<u>Opuntia leptocaulis</u>	Nopal tasajillo
<u>Opuntia leucotricha</u>	Nopal duraznillo
<u>Opuntia lindheimeri</u>	Nopal
<u>Opuntia microdasys</u>	Nopal cegador
<u>Opuntia rastrera</u>	Nopal rastrero
<u>Opuntia robusta</u>	Nopal tapón
<u>Opuntia streptacantha</u>	Nopal cardón
<u>Opuntia tunicata</u>	Clavellina
<u>Opuntia sp</u>	Nopal hartón
<u>Panicum obtusum</u>	Pasto
<u>Parthenium argentatum</u>	Guayule
<u>Parthenium incanum</u>	Mariola, cenizo
<u>Pelecophora pseudopectinata</u>	
<u>Prosopis juliflora</u>	Mezquite

Cont...

Cuadro 8. Cont...

Nombre científico	Nombre común
<u>Rhus microphyla</u>	
<u>Schinus molle</u>	Pirul
<u>Scleropogon brevifolius</u>	Pasto
<u>Selloa glutinosa</u>	Tatalencho
<u>Setaria scheelei</u>	Pasto
<u>Sporobolus airoides</u>	Zacatón alcalino
<u>Stipa eminens</u>	Pasto
<u>Suaeda nigricans</u>	Saladillo
<u>Thelocactus lophosphoroides</u>	
<u>Iridens pulchellus</u>	Pasto
<u>Turbinicarpus flaviflorus</u>	
<u>Turbinicarpus laui</u>	
<u>Turbinicarpus polaskii</u>	
<u>Yucca carnerosana</u>	Palma samandoca
<u>Yucca decipiens</u>	Izote
<u>Yucca filifera</u>	Izote, palma china

FUENTES: INEGI (1985)  
 Miranda y Hernández (1964)  
 SPP (1981)

primeramente sobre los matorrales desérticos y, posteriormente y de manera peligrosa, sobre el propio suelo que, en ciertas áreas, ya presenta procesos erosivos.

- c) Nopalera (9,734 ha): constituye un tipo de vegetación que ha sido gravemente alterado por las actividades agrícolas y los pastos inducidos, pues se presenta indistintamente en toda el área de estudio (excepto en las áreas con suelos salinos); varía en composición florística de acuerdo con el sustrato geológico y la profundidad del suelo. La especie dominante es Opuntia streptacantha (nopal cardón) ampliamente utilizada por su fruto, pero aprovechada solamente como recurso silvestre espontáneo; otras especies acompañantes muy comunes son Opuntia leucotricha (nopal duraznillo) y Opuntia robusta (nopal tapón) de frutos también comestibles, el primero de ellos utilizado también como forraje para el ganado. Es digno de resaltar que, a pesar de la gran importancia alimenticia y económica que revisten estas especies (particularmente O. streptacantha) van siendo substituidas inexorablemente por la agricultura (donde existen suelos más profundos) y por los pastizales (en suelos más someros) restringiéndose cada vez más a áreas más inaccesibles; por ello, el costo de oportunidad del recurso aumenta considerablemente. Otros géneros comunes en este tipo de vegetación son Yucca, Acacia y Prosopis además de diversos pastos, todos elementos florísticos utilizados aunque en menor medida que Opuntia.
- d) Matorral subinermé (7,519 ha): tipo de vegetación denominado como "matorral submontano" por diversos autores; se desarrolla principalmente en el ecotopo piedemonte, donde predomina un suelo pedregoso y una gran permeabilidad. En el área de estudio se encuentra normalmente en asociación con nopaleras, izotales y pastizal, por lo que los elementos que lo constituyen se encuentran mezclados con los de estos tipos de vegetación, destacando Celtis pallida, Gochnatia hipoleuca, Leucophyllum frutescens y Neopringlea integrifolia, además de diversas especies de gramíneas y Yucca. Al igual que otros tipos de vegetación ha sido alterado y sólo en las partes más abruptas está más o menos conservado. Sin embargo, independientemente de la presión antrópica, existen algunas especies como Gochnatia hipoleuca que no han sido afectadas e incluso han sido favorecidas en su área de distribución por ser poco aceptadas por el ganado, con lo que se presenta una presión selectiva sobre los elementos de este tipo de vegetación.
- e) Matorral crasirrosulifolio (2,233 ha): constituye una asociación ubicada principalmente en el ecotopo sierra y mezclada comúnmente con elementos del matorral subinermé y con nopaleras, que se presenta cuando las cactáceas son los elementos florísticos dominantes. Actualmente se encuentra muy alterado y es difícil definir hasta qué punto ciertas áreas

cubiertas con izotal o con predominio de elementos del género Opuntia formaron parte de este matorral y fueron sujetas a una explotación selectiva.

- f) Izotal (2,177 ha): se desarrolla como agrupación vegetal asociada con matorral inerme, nopalera y matorral subinerme. Presenta como elementos florísticos, diferentes especies del género Yucca, particularmente Y. carnerosana, Y. decipiens y Y. filifera, de las cuales la primera es ampliamente apreciada por la fibra que de ella se obtiene y la última, en menor grado, por la flor, que es comestible. Debido a que se desarrolla sobre suelos profundos, favorables a actividades agrícolas, ha sido una agrupación muy perturbada, encontrándose elementos en casi toda la cuenca, lo que sugiere un área original de distribución mucho mayor.
- g) Matorral espinoso (1,539 ha): vegetación sumamente heterogénea que se desarrolla sobre casi todos los tipos de suelo y que se asocia comúnmente con la mayoría de los restantes tipos de vegetación. Es, igualmente, el más diversificado en cuanto a especies, destacando los géneros Acacia, Mimosa, Prosopis, Celtis, Flourensia, Larrea, Fouquieria, Jatropha, Yucca, Opuntia, Agave y Mammillaria con una composición diferente en cada tipo de suelo y bajo diversas condiciones de éste en cuanto a profundidad, pedregosidad, inclinación, permeabilidad y salinidad. La utilidad que se tiene de este tipo de vegetación es muy variable y se orienta principalmente hacia el forraje de las vainas de las leguminosas, la leña y el consumo de frutos de las cactáceas. Es muy común que alguno de los elementos florísticos llegue a predominar e, incluso, a constituir una agrupación pura, en cuyo caso posee un área de distribución más específica.
- h) Vegetación halófila (984 ha): al contrario del tipo de vegetación anterior, ésta presenta una diversidad muy baja debido a que a las condiciones de aridez climática se añaden las de aridez fisiológica, a causa de la alta salinidad provocada por una elevada evaporación, propia de los bolsones del norte del país. Debido a que estas condiciones ambientales son desfavorables para la mayor parte de las especies florísticas, la colonización se lleva a cabo básicamente por dos géneros: Distichlis (gramínea) y Suaeda (latifoliada), que ocupan grandes extensiones, lo cual favorece el pastoreo en época de secas y sustenta una abundante fauna menor, particularmente de roedores, lagomorfos y aves. El impacto que ha tenido la actividad humana sobre este tipo de vegetación puede considerarse positivo al favorecer la expansión de áreas con problemas de salinidad, ubicadas a las orillas de las lagunas Salinas, Chapala y El Salitre, por ineficiencia de las actividades agrícolas de riego.

### 3.1.8 Recursos faunísticos

El conjunto de las condiciones ambientales de México, derivado de la gran heterogeneidad de características climático-fisiográficas, provoca no sólo que se favorezca la aparición de distintos ecosistemas sino que, además, coexistan incluso biomas muy diversos.

Esta gran variedad ambiental posee un fuerte sustento paleoecológico, esto es, en las condiciones ambientales que se han presentado a lo largo de las eras geológicas en nuestro territorio, que permitió la especialización y adaptación de la fauna nativa y que explica la actual distribución de la misma y que se corrobora por las especies relicto y endémicas existentes (véase GLOSARIO).

La existencia de los biomas mencionados, principalmente representados por el desierto, el bosque de coníferas, la alta montaña y la selva tropical, por mencionar sólo los terrestres y que ocupan una mayor extensión, representan en sí mismos, poderosas barreras ecológicas para el intercambio de fauna de las regiones templado-frías de Norteamérica y cálidas de Sudamérica.

Sin embargo, es digno de destacar que, principalmente las regiones semidesérticas y el Sistema Volcánico Transversal delimitan bien las regiones faunísticas neártica y neotropical, favoreciendo una gran faja de transición donde es posible encontrar elementos de ambas y que, en función a su tolerancia ecológica, penetran con mayor o menor éxito a la región contigua. Esta área de transición permite apreciar una variedad considerable de especies incluso a nivel mundial, pero con un grado de deterioro, por actividades humanas directas e indirectas, muy grande.

El inventario faunístico del área, común al de la provincia faunística neártica potosino-chihuahuense a la cual pertenece, comprende especies o géneros especializados a condiciones ambientales extremosas y algunos de distribución más amplia (neotropicales o transicionales) por la cercanía con provincias francamente neotropicales. Este listado se indica en el cuadro 22.

Es importante recordar que las condiciones extremosas tienen un impacto en la biota de un área, disminuyéndola drásticamente en diversidad, pero permitiendo poblaciones relativamente grandes de cada especie. Si a esta condición se añade que, hasta la fecha, la población humana sólo se ha establecido -en este caso en las zonas áridas- de manera dispersa, se entiende el relativo equilibrio que ha existido en las comunidades animales.

Esta situación tiende a cambiar rápidamente por el establecimiento de cada vez más numerosos centros de población y sus consecuentes actividades productivas, con lo que la fauna se

ve afectada por la destrucción de su habitat (con el establecimiento o crecimiento de áreas agrícolas) y por competencia (por el creciente número de cabezas de ganado, con un manejo principalmente extensivo), amen de la cacería indiscriminada que ocurre, en ciertas áreas y sobre determinadas especies.

A pesar de la capacidad de adaptación de ciertos grupos animales, como el armadillo (Dasyopus novemcinctus) y el coyote (Canis latrans), no puede decirse lo mismo del cuadro que presenta la fauna en general (véase Cuadro 9); si se considera como un recurso renovable -que, bien manejado, podría soportar grandes beneficios económicos- éste es de naturaleza frágil y requiere de políticas de conservación.

Del total de especies reportadas para el área, existen varias de carácter cinegético, cuya población, en muchos casos, es dudable que pueda mantener una afectación como la que permite el calendario oficial.

Recientemente, se han efectuado diversos estudios donde se considera el uso pecuario de la fauna silvestre, y en ellos (Cossio, Cossio y Rojas, 1986; Ocampo, 1986) se indica que, aunque algunas especies, por su alta productividad como la codorniz y la liebre, serían susceptibles de criar en cautiverio, en la mayoría, sería más factible y económico, conservar el habitat de la especie; esto permitiría "cosechar" su población mediante una caza controlada, orientada tanto a satisfacer necesidades domésticas como comerciales, amen de la reutilización que representa -en áreas y países donde en esos ecosistemas no es costoso la ganadería ni la agricultura- la importancia turística que tiene la fauna como recurso escénico.

Es importante anotar que la población local no tiene una tradición de cazadora y que únicamente se utilizan unas cuantas especies -las más conspicuas y numerosas como la rata de monte, la liebre y la codorniz- como complemento de la dieta y su caza es eventual.

Cuadro 9. Fauna extinta o en peligro de extinción

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Situación actual	Habitat	Importancia	Causas de su situación
<u>Kinosternon hirtipes</u>	Casquito de Anáhuac (tortuga)	Valle de México hacia el norte, hasta Chihuahua y Sinaloa		Cuerpos de agua tranquilos, turbios, de fondo lodoso	Ecológica, económica: carne y huevos. Utilizada en experimentación	
<u>Kinosternon hirtipes</u>	Casquito de Anáhuac (tortuga)	Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí y Sinaloa		Cuerpos de agua tranquilos, turbios, de fondo lodoso	Ecológica	
<u>Trionyx spiniferus</u> <u>onyx</u>	Pochitoqui, blanca, plana (tortuga)	Tamaulipas, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, este de Chihuahua, río Colorado	Endémica; falta de información	Ríos de corriente lenta, fondos lodosos, pequeños lagos, terrenos áridos	Alimenticia, ecológica	
<u>Anodramus savannarum</u> <u>oleus</u>	Gorrión chapulín	Norte de Sonora, Zacatecas, Oaxaca, Chiapas, Veracruz	En peligro de extinción	Pastizales	Ave canora y de ornato	
<u>Arremonops rufivirgatus</u> <u>rufivirgatus</u>	Gorrión	Nuevo León, Tamaulipas, norte de Veracruz, San Luis Potosí	En peligro de extinción	Montes bajos, malezas, pastizales	Ave canora y de ornato	
<u>Buteo regalis</u>	Aguililla patas ásperas	Baja California, Durango, Coahuila, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo		Tierras abiertas, bosques secos, zonas semidesérticas		Muertos a tiros muchos ejemplares para evitar daño al ganado
<u>Camptostoma leberbe</u> <u>leberbe</u>	Mosquitero lampiño	Tierras áridas de México, Sonora, Chihuahua, Chiapas, Tamaulipas, Yucatán		Valles, chaparrales, estanques, tierras áridas	Ecológica	

Cont...

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Situación actual	Habitat	Importancia	Causas de su situación
<u>Icterus</u> <u>qujaris</u> <u>tamaulipensis</u>	Calandria caquera	San Luis Potosí y centro de Tamaulipas; hacia el sur hasta Puebla y oeste de Campeche	En peligro de extinción	Tierras bajas áridas, bosques abiertos secos, plantaciones cerca de poblados	Ave canora	
<u>Meleagris</u> <u>gallopavo</u> <u>mexicana</u>	Guajolote mexicano	Desde Nuevo México hasta el norte de Jalisco, Chihuahua, este de la Sierra Madre Occidental, Durango, norte de Jalisco		Bosques de encino, zonas adyacentes a la costa, bosque de roble, límites con las zonas áridas	Ave de caza (alimento)	Dstrucción de su <u>habitat</u> por tala
<u>Polyborus</u> <u>plancus</u>	Caracara	Sinaloa, Chiapas, San Luis Potosí, Zacatecas		Praderas, tierras cálidas, selvas altas, medianas y bajas, matorral xerófilo, zonas áridas	Ecológica	
<u>Sporophila</u> <u>torqueola</u> <u>sharpai</u>	Sirindango, callejerito (ave)	Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí	En peligro de extinción	Pastos, matorrales a lo largo de la carretera	Ave canora y de ornato	
<u>Antilocapra</u> <u>americana</u> <u>mexicana</u>	Berrendo mexicano	Norte de México, excepto Sonora	Extinto en muchas localidades (incluida el área)	Planicies y pastizales, mezquite-pastizal	Caza deportiva	
<u>Canis lupus</u> <u>baylevi</u>	Lobo gris, lobo mexicano	Norte de México, todo el país hasta Oaxaca	Vulnerable; inminente peligro de extinción	Zonas montañosas áridas	Ecológica	Matanzas por parte de ganaderos

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Situación actual	Habitat	Importancia	Causas de su situación
<u>Cynomys</u> <u>mexicanus</u>	Perrito de la pradera	Norte de México, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, etc.	Extinto en muchas localidades	Praderas, pastizales, áreas volcánicas		Destrucción de la especie para proteger campos cultivados
<u>Euderma</u> <u>maculatum</u>	Murciélago manchado	Norte de México, Chihuahua, Querétaro, Coahuila, oeste de Nuevo León		Cuevas y alrededores acuáticos	Ecológica	
<u>Felis</u> <u>concolor</u>	Puma	Originalmente en toda la república	Extinto en muchas localidades	Bosque de pino en montañas, áreas secas desérticas, jungla		Caza deportiva y matanza para protección de ganado
<u>Lynx</u> <u>rufus</u> <u>esculnapae</u>	Lince	Norte de México, altiplanicies templadas del sur	Extinto en muchas localidades	Tierras bajas tropicales, matorral espeso con cañones de paredes rocosas, terrenos semiáridos		Se caza ocasionalmente
<u>Taxidea</u> <u>taxus</u>	Tejón	Norte de México, Baja California, Puebla		Zonas desérticas como mezquite-pastizal, bosques de pino-encino		Caza para obtener su piel, utilizada para tiras de abrigos. Incremento del uso de venenos para destruir roedores

Fuente: Sedue (1987a). Relación de fauna endémica o en peligro de extinción en México.

### 3.2 Actividades socioeconómicas

El aprovechamiento del espacio de la cuenca de Salinas está definido y condicionado a diversos aspectos:

- a) Condiciones ambientales. Los elementos naturales de la geofacia ya fueron descritos en incisos anteriores con el fin de establecer un marco de análisis del condicionamiento de utilización del medio ambiente, de la determinación del nivel de fragilidad ecológica y de la posibilidad de coexistencia de diversos usos (uso múltiple e integral del suelo).
- b) Tenencia de la tierra. Este importante aspecto se refiere al tipo de propiedad que tiene la población sobre el suelo, lo que determina el tipo de uso que le puede dar y las relaciones económicas que pueden existir con instituciones de crédito y con el mercado. Estas características, normalmente dan la pauta para el nivel de organización y definen, en cierta manera, el desarrollo económico de dichas unidades agrarias al condicionar la factibilidad jurídica de asociación de los productores en organizaciones o sociedades orientadas al desarrollo rural integral del área, con beneficios individuales y globales para la comunidad.

En el área de trabajo se manifiesta un predominio de régimen de tenencia ejidal del suelo, aunque existe una significativa proporción de parcelas en propiedad privada. La importancia de esa proporción estriba (cuando menos en teoría) en una visión comunitaria en relación al aprovechamiento y conservación de los recursos naturales que permitiría el aprovechamiento integral de los mismos, máxime que las instituciones oficiales por ley ofrecen apoyo preferencial de carácter técnico y financiero a agrupaciones sociales. Sin embargo, en la práctica, el ejidatario en estas regiones posee un sentido altamente individualista y trata como auténtica propiedad privada su parcela, lo que trae consigo dificultades para organizaciones de cualquier tipo y desaliento del escaso pero paternalista apoyo de las instituciones mencionadas; consecuentemente no existe -en términos generales- un espíritu empresarial al campesino que permita el aprovechamiento de su terreno de una manera óptima y sostenida en el tiempo.

A manera de esquematizar esta proporción de régimen de propiedad de la tierra, se muestra en la lámina 17 la porción potosina del área de estudio, que se complementa con el cuadro 10, donde se indican los núcleos agrarios constituidos en el sur del municipio de Salinas (SRA, s/f).

- c) Nivel económico. Define la capacidad tecnológica de explotación de los recursos y el acceso a créditos, que permite el modelo de desarrollo de un área. En este caso, el bajo nivel económico provoca un aprovechamiento extensivo de la tierra y bajos insumos para las actividades agropecuarias.

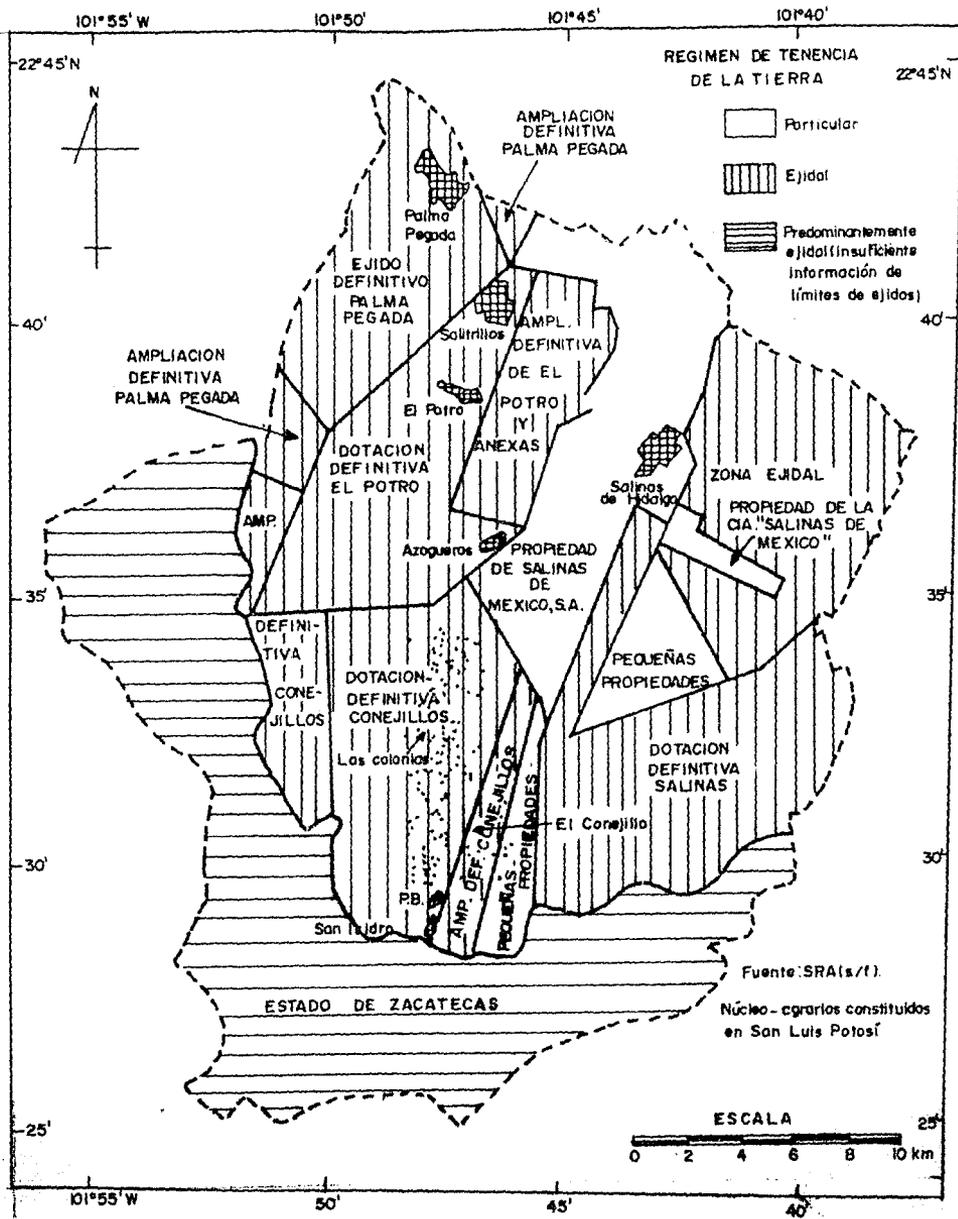


Lámina 17. Tenencia de la tierra en el sur del municipio de Salinas, S.L.P.

Cuadro 10. Núcleos agrarios constituidos en la parte sur del municipio de Salinas, SLP (\*)

Núcleo agrario	Tipo	Acción	Resolución presidencial	Superficie (ha)				Derechos públicos	
				Temporal	Agostadero	Cerril	Sin clasificación	Beneficiarios	Derechos a salvo
El Potro	Ejido	Dotación	20-II-24	600	4664	-----	-----	329	
El Potro	Ejido	Ampliación	6-X-37	1424	-----	1504	-----	177	68
El Potro y anexos	Ejido	Segunda ampliación	17-X-80	-----	-----	-----	2890	77	
El Potro y anexos	Ejido	Reacomodo	25-X-80	-----	-----	-----	-----	130	
Conejillos	Ejido	Dotación	1-XI-28	900	6540	-----	-----	310	
Conejillos	Ejido	Ampliación	6-X-37	-----	-----	4056	-----		173
Palma Pegada	Ejido	Dotación	20-II-24	600	5448	-----	-----	252	
Palma Pegada	Ejido	Ampliación	6-X-37	-----	-----	12123	-----	219	
Salinas	Ejido	Dotación	29-II-24	-----	-----	-----	21408	892	

(\*) Los valores de las superficies corresponden al área total de los ejidos (incluida la parte externa a la geofacicie), por lo que la suma parcial de cada tipología ejidal no puede ser comparada contra la parte potosina de la geofacicie y sólo tiene valor meramente indicativo del estado de la tenencia de la tierra en el área de estudio.

FUENTE: SRA (s/f). Núcleos agrarios constituidos en San Luis Potosí.

- d) Cultura, entendiendo por la misma, un conunto de elementos de relaciones sociales y de cada integrante de la sociedad con el medio, que sintetizan el conocimiento de éste y la forma tradicional de apropiación del mismo y el arraigo de la población a una gama más o menos amplia de opciones en el aprovechamiento de los recursos. El aspecto cultural es interdependiente de los tres anteriores, aunque de hecho tiene una acepción más amplia.

En función a ello, se han dividido las actividades económicas en los tres rubros convencionales que son:

- a) Actividades primarias. Dentro de este grupo se consideran la agricultura, la ganadería y la explotación de las salinas, pues otras actividades, como la recolección y la caza, tienen un carácter claramente secundario y esporádico.

Como se muestra en la lámina 15, la agricultura de temporal es la actividad predominante, pues cubre 34.5% del área, en su totalidad en la parte llana, mientras que la agricultura de riego se limita a las parcelas adyacentes a las diversas habitaciones de las localidades. En ambos casos, los cultivos predominantes son maíz, frijol, jitomate y chile y, sólo con riego y excesivos cuidados, algunos frutales.

La ganadería es totalmente extensiva y se desarrolla a costa de la vegetación original, que normalmente es desmontada para favorecer el crecimiento de las áreas de pastizal (lámina 15). Las principales especies criadas son el ganado bovino y el caprino, aunque el ovino y las aves de corral también tienen una modesta importancia, generalmente de autoconsumo.

El gran potencial de aprovechamiento de los recursos bióticos silvestres, ya se describió en el capítulo anterior y sólo es conveniente anotar que el aprovechamiento de los mismos, tanto en forma de recolección como de cacería, no es sistemático por la gran afectación de los recursos; esto se debe a la alteración de sus habitats y a la presión ejercida de las actividades agropecuarias, sobre todo considerando que continuamente se incorporan al cultivo o al agostadero nuevas áreas, generalmente menos propicias y más frágiles.

Las actividades mineras de gran tradición histórica, actualmente carecen de una importancia significativa y se restringen a la explotación reciente de diversos minerales metálicos en el Real de Angeles -ya fuera del área de estudio- y a la explotación de las salinas, formadas por evaporación en las intermitentes lagunas de Salinas y Chapala. Ambas actividades extractivas significan fuentes reales de trabajo para la población local, pero la proporción de la PEA y la alta fecundidad de la población, provocan que la proporción de empleo en tales actividades sea mínima.

El volumen de producción de las actividades primarias es muy variable y está en función de las condiciones climatológicas y del mercado.

- b) Actividades secundarias. Mediante un simple análisis de las localidades ubicadas en el área de estudio (cuadro 11), resalta la importancia de Salinas de Hidalgo, cabecera municipal, nudo de comunicaciones y concentradora de industrias y servicios.

Con todo, el sector primario también predomina en esta localidad, constituyendo 49% de la población económicamente activa (PEA), que se dedica a agricultura de maíz y frijol y, en menor escala, a la ganadería (Sedue, 1986).

Las actividades secundarias comprenden 33% de la PEA, que en 1985, ascendía a 4360 personas. La proporción correspondiente al rubro industrial (1439) se emplea en una empacadora de sal (Sales Hogar), una fábrica de plásticos y un pequeño taller de hilados y tejidos (Sedue, 1986).

Es digno de destacar que hace relativamente poco, cerró por quiebra otra empacadora de sal (Salinas Industrial), lo que afectó significativamente a cierto porcentaje de población dedicada a actividades industriales, que se vio obligada, en su mayoría, a emigrar o a contratarse como empleados en los locales comerciales, cada vez más numerosos de la localidad.

La afectación que provocan en el ambiente estas industrias es realmente mínimo pues, una de ellas es una empacadora de un producto natural -la sal-, otra es una manufacturera (hilados y tejidos) y solamente la fábrica de plásticos arroja ciertos desechos químicos, pero por el escaso volumen de producción, el impacto es pequeño.

- c) Actividades terciarias. Este sector, lo mismo que la industria, se encuentra concentrado en la ciudad de Salinas de Hidalgo, por los factores ya mencionados, relativos a su ubicación, prácticamente equidistante de San Luis Potosí y Aguascalientes a través de ferrocarril y de San Luis Potosí y Zacatecas a través de carretera.

Esta privilegiada situación permite un intercambio activo de mercancías, viéndose favorecida la actividad comercial y los servicios acompañantes como son restaurantes y hoteles, principalmente a pie de carretera.

Otra fuente de empleos la constituyen las actividades derivadas de la administración municipal aunque, comparativamente -en relación al personal empleado-, es poco importante.

Cuadro 11. Principales localidades de la Cuenca de Salinas

Localidad	Categoría	Población (habs. 1987) (1)	Incremento anual (%) (1)	Tendencia de crecimiento (2)	Comentarios
1. Salinas de Hidalgo	Ciudad	12 121	2.9	Equilibrio	Polo de atracción microrregional de una zona marginal
2. Palma Pegada	Rancho	1 892	4.0	ATRACCION MODERADA	Centro agrícola próspero
3. La Ballena	Rancho	1 393	3.2	ATRACCION MODERADA	Polo de atracción microrregional
4. San Isidro- Peñón Blanco	Rancho	1 390	5.9	FUERTE ATRACCION	Nudo de comunicaciones
5. Colonia Juárez	Congregación	974	3.7	ATRACCION MODERADA	Centro agrícola próspero
6. Azoqueros	Rancho	839	3.2	ATRACCION MODERADA	Centro agrícola próspero
7. Salitrillos	Rancho	678	1.4	Equilibrio	Centro agrícola estabilizado
8. El Rucio	Rancho	634	-2.6	Fuerte expulsión	Emigración por condiciones socioeconómicas adversas
9. El Conejillo	Ejido	601	-2.4	Fuerte expulsión	Emigración por condiciones socioeconómicas adversas
10. San Agustín	Ranchería	534	0.4	Expulsión moderada	Emigración por condiciones socioeconómicas adversas
11. El Potro	Rancho	442	0.7	Expulsión moderada	Emigración por condiciones socioeconómicas adversas
12. El Alegre	Rancho	341	2.5	Equilibrio	Centro agrícola estabilizado
Total de la cuenca		23 973			
Las 12 mayores localidades		21 839 (91%)	2.8		

(1) Proyección efectuada a partir de los dos últimos censos (normalmente 1970 y 1980) que tuvieron un incremento real. Cuando el incremento fue negativo, indicó así, pero se asignó para 1987, el valor del censo más reciente.

(2) Los criterios de clasificación de la tendencia de crecimiento de la población están referidos a los siguientes rangos: >4% FUERTE ATRACCION; 3-4% ATRACCION MODERADA; 1-3% Equilibrio; 0-1% Expulsión moderada; <0% Fuerte expulsión.

Fuentes: Censos generales de población y vivienda de 1950, 1960, 1970 y 1980 por entidad. Estados de San

### 3.3 Estado ambiental

Durante todo el texto, se ha hecho mención de manera implícita, de una serie de unidades ambientales, constituidas por elementos físicos (relieve, suelo, clima), que han dado origen a respectivos ecosistemas, evidenciados claramente por diversos tipos de vegetación, los cuales favorecen a una fauna peculiar en cada caso.

Estas áreas, que son también prácticas unidades de planeación o manejo, se muestran en la lámina 18 y representan las unidades naturales o ecotopos, último nivel regional de la clasificación jerárquica utilizada.

Las características físicas y biogeográficas de cada unidad determinan una fragilidad ecológica y potencialidad de aprovechamiento propias. Debido a ello, la respuesta a la implantación de actividades productivas (centros de población incluidos) es forzosamente diferente como se indica en un breve análisis de la situación actual y que servirá de base para la elaboración de escenarios de planeación, apoyada en la aplicación de índices de potencialidad y fragilidad ambiental.

En la lámina 18 se aprecia que, básicamente, existen cuatro ambientes:

- a) La sierra, que forma parte de todo un complejo sistema: la sierra de Salinas. En esta área, debido a la gran pendiente y al escaso espesor del suelo, no se desarrollan actividades agropecuarias en una forma sistemática, aunque eventualmente se presenta un pastoreo de caprinos que podan, más que destruir, la vegetación original, constituida por matorrales desérticos micrófilo, crasirrosulifolio y ciertas asociaciones de leguminosas. La recolección y aprovechamiento racional de la fauna representan renglones económicos subutilizados por la población local.
- b) El piedemonte, básicamente con los mismos tipos de vegetación que la sierra; sin embargo, debido a su menor pendiente, el grado de alteración es mucho mayor, destacando de manera significativa la actividad pecuaria, representada por pastoreo nomádico y descontrolado de cabras; esta actividad ha provocado una presión selectiva sobre las comunidades vegetales, favoreciendo, en ciertos casos, la formación de manchones casi puros de algunas especies como Gochnatia hipoleuca y Yucca spp.

Aunque las condiciones edáficas en cuanto a profundidad y pendiente no representan limitantes significativas para la agricultura, la pedregosidad la inhibe en gran medida. Esto impide una desprotección importante del suelo, por lo que los procesos de degradación aún no son muy acentuados.

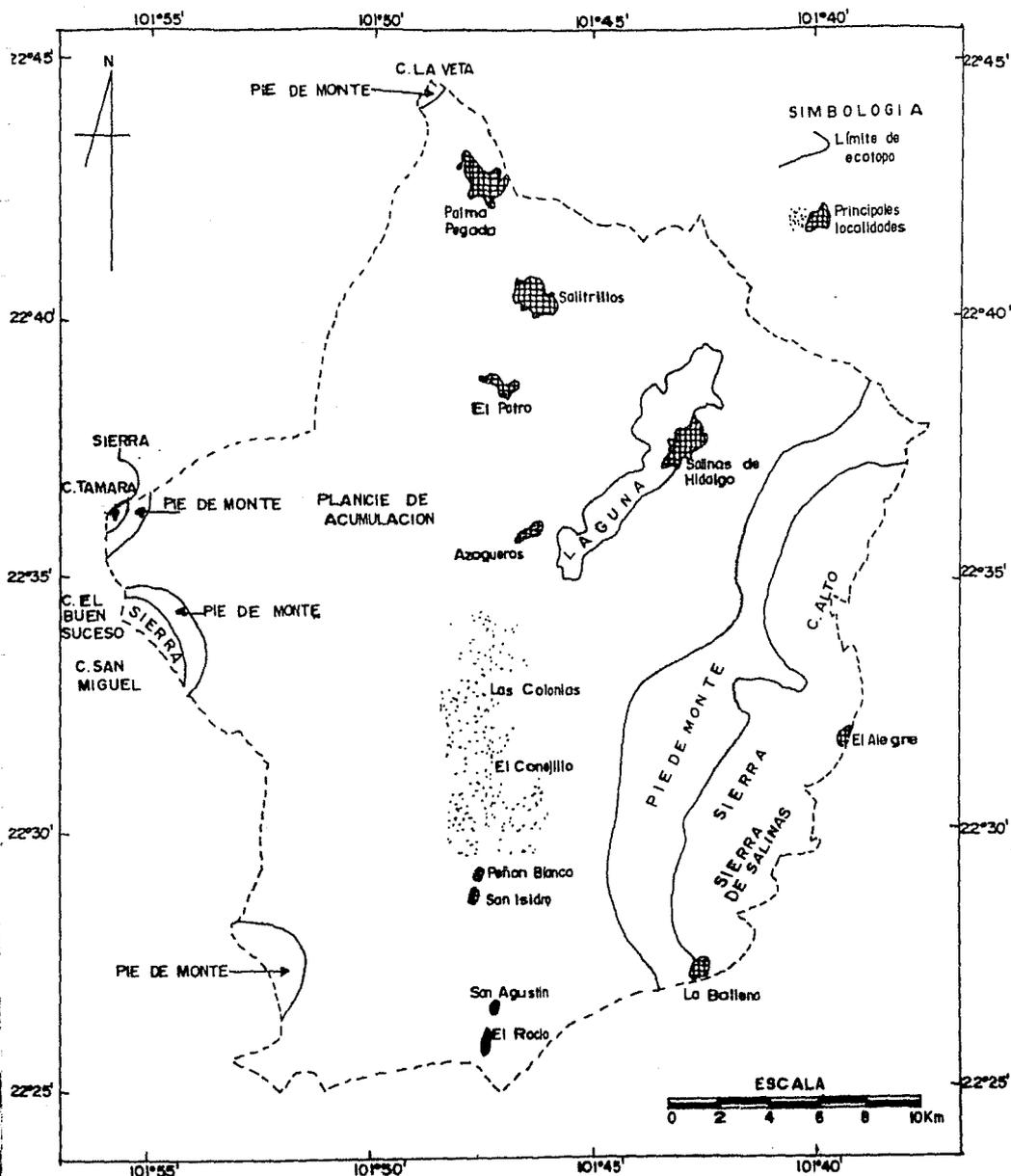


Lámina 18. Ecotopos o unidades naturales que se presentan en el área

- c) La planicie de acumulación, cuyas condiciones edáficas y de pendiente favorecen en gran medida todo tipo de actividades productivas. Es aquí, igualmente, donde se asienta la mayor parte de los centros de población.

Los tipos de vegetación original se encuentran seriamente perturbados, lo mismo que la fauna nativa, excepto unas cuantas especies que se ven favorecidas por la abundancia de alimento (granos) y la escasez de predadores, como zanates, huilotas, tuzas y liebres.

Las actividades primarias, ya descritas en el inciso anterior, se desarrollan en esta unidad ambiental, la más extensa de la cuenca, aprovechando los ciclos irregulares de la lluvia y complementando este requerimiento de humedad con un gran número de pozos.

El panorama actual de la agricultura de la cuenca es bastante crítico pues, aparentemente, el régimen pluvial se ha vuelto más irregular y la propia actividad agrícola ha provocado que el nivel freático descienda. Aunado a lo anterior, los escasos sistemas de riego no utilizan adecuadamente el agua.

Aunque, en teoría, la agricultura es comercial, en la práctica es de autoconsumo y, debido a los aspectos indicados con anterioridad, solamente en años con extraordinario temporal se producen excedentes, que se orientan al mercado regional y nacional.

Esta actividad se complementa -como ya se mencionó-, con una ganadería extensiva, principalmente de bovinos y caprinos. Estos últimos son particularmente nocivos por su forma de alimentación (pues devoran incluso las raíces, desprotegiendo al suelo y propiciando la erosión), aunque en el área no han provocado impactos graves.

Dos importantes problemas para la producción, que tienen drásticas repercusiones socioeconómicas, son el intermediarismo y el transporte de los productos. Ya se indicó que las irregulares condiciones climáticas, provocan que, frecuentemente, se tenga que recurrir al financiamiento bancario, el cual, comúnmente, se concede condicionado al cultivo de determinados productos y, muchas veces, es recibido por los ejidatarios en monto insuficiente y con retraso. Ocasionalmente, para el cultivo de productos de mayor reutilización y con requerimientos de riego como son las hortalizas, ese crédito se solicita a prestamistas, quienes cobran altos réditos. Con posterioridad, el productor queda a expensas del intermediario, quien, generalmente, ofrece precios muy bajos, lo que obliga al primero a aceptar, con sus consiguientes pérdidas, o a retener el producto con el riesgo de que se eche a perder, al carecer generalmente de medio para transportarlo a los centros de consumo.

Así, se comprende que el sistema de producción agropecuaria tradicional sea insuficiente para satisfacer las demandas locales de alimento y mano de obra y que provoque que una gran parte de los hombres, que constituyen la población económicamente activa, emigre hacia centros urbanos mayores (véase Cuadro 11). Los principales focos de atracción son las ciudades de San Luis Potosí, Aguascalientes, Monterrey, Guadalajara y de México, desplazándose incluso a los Estados Unidos en calidad de "braceros", lo que también tiene repercusiones negativas en cuanto a patrones de consumo y por desintegración familiar.

- d) Las lagunas que, aunque ocupan una superficie reducida, han tenido una importancia fundamental en el surgimiento y desarrollo económico de la región, pues permiten la que fue la principal actividad económica de la misma: la extracción de sal (posterior al auge minero de la zona).

Una importancia, aun mayor que la económica, de esta unidad, es su valor ecológico, pues representa un refugio y fuente de alimentación y agua para la fauna silvestre.

Sin embargo, el desagüe de las lagunas, para incrementar el área de pastizales y, por sobreexplotación de los pozos adyacentes, ha traído como consecuencias negativas el abatimiento del nivel freático, la destrucción de uno de los principales habitats y agujeros para la fauna, el incremento de la salinización en el valle de inundación y la formación de tolvaneras más frecuentemente en el área, con repercusiones en la salud y en una erosión eólica progresiva.

#### 4. MODELO DE MANEJO

##### 4.1 Modelo conceptual de las relaciones actuales de los elementos ambientales

En la fase de conocimiento del sistema ambiental, es necesario, una vez que se ha obtenido la información ambiental básica por medio del proceso de regionalización e inventario de recursos naturales, el enriquecimiento de dicha información con datos de tipo documental. Asimismo, es importante el trabajo de campo (actividad incluso paralela a las fases anteriores), orientado a la comprensión de las relaciones entre los elementos ambientales y su funcionamiento holístico.

En este sentido debe hacerse notar que existe diverso material que no ha sido generado masivamente para todo el país y que sólo es producto de estudios locales como son las cartas de pendientes o las geomorfológicas que, aunque añaden cierta información ambiental adicional, no son indispensables para la aplicación de instrumento metodológico alguno. En el caso de la carta geomorfológica, sería indispensable cuando se efectuara un análisis ambiental detallado y cuyo objetivo central fuera el implantar obras de desarrollo de interés local, pues es muy útil para entender la dinámica de los procesos de degradación y la asignación de usos adecuados del suelo; sin embargo, como no forma parte de un material común y disponible que puede utilizar un técnico abocado a elaborar planteamientos de planeación generales desde gabinete, no puede considerarse como un requerimiento indispensable para un manejo operativo y práctico de la información ambiental existente en México.

Es importante indicar que las interrelaciones detectadas en el modelo ambiental deben contemplar básicamente aspectos de deterioro para poder inferir el nivel de degradación del ecosistema; esto último se realiza mediante índices que relacionan las variables involucradas que delatan el nivel de inestabilidad de aquél.

De igual manera, es conveniente mencionar que el nivel de detalle o escala de la información debe ser acorde con el nivel con que se analiza el ambiente (geofacie o paisaje terrestre en este caso), pues esta forma de aproximación favorece y puede sustentar programas de planeación del espacio a diversa escala además de optimizar y permitir la homogeneización de los bancos de información ambiental. Este es el caso del Sistema de Información Ecológica de la Sedue.

El modelo conceptual tentativo que constituye una primera aproximación de este flujo de energía en la cuenca de Salinas, y que permite detectar el grado de dependencia de sus elementos ambientales, se ilustra en la lámina 19. Este modelo contempla las relaciones entre cuatro subsistemas: el ecológico, el demográfico, el productivo y el tecnológico, aunque este último

queda implícito en los vectores que relacionan a los otros tres, que han sido desglosados en rubros genéricos y que conforman todo el sistema ambiental.

En esta representación se aprecia que el sistema ambiental es abierto, pues se han contemplado elementos que no se consideran como parte integral del área, pero que tienen relaciones estrechas con ciertos elementos ambientales internos, representando insumos o salidas de aquélla. Es operativamente necesario establecer un límite al sistema, que en este caso constituye la divisoria de aguas; los elementos interiores comprenden las partes integrantes del sistema regional y hacia la periferia sólo elementos de influencia. Es conveniente recordar que toda la geofacia es, a su vez, parte integral de un nivel regional mayor cuyos elementos ambientales han de considerarse en un mayor nivel de aproximación; constituye el marco ambiental en el que ocurren relaciones que afectan a los niveles regionales inferiores o geofacias (von Bertalanffy, 1984).

Ciertos elementos no fueron considerados en el sistema: uno de ellos, el aire -de carácter ambiental- que, normalmente es relevante a niveles puntuales como receptor de deterioro, no está afectado en el área por la inexistencia de fuentes de contaminación con emisiones gaseosas, por lo que ha sido abstraído de este modelo integral.

Elementos de alteración de naturaleza no ambiental que no fueron considerados, son un pequeño taller de hilados y tejidos y el sector económico terciario, pues las actividades que comprende -pequeños comercios, escasas comunicaciones y transportes y mínimas actividades municipales- no representan actualmente una amenaza significativa a la estabilidad del ambiente en la geofacia.

En la lámina 19 pueden detectarse numerosas relaciones directas entre los elementos; las relaciones indirectas, que muchas veces revisten un carácter sinérgico, son menos evidentes y resultan de los efectos de un elemento sobre otro a través de un tercero; por ejemplo, el caso de la influencia que tiene la agricultura sobre la población local: mientras que en el corto plazo la abastece de alimento e ingresos económicos, en el mediano, a causa de su ineficiencia técnica, provoca conflictos económicos y sociales que se manifiestan en la necesidad de crecimiento hacia el piedemonte, lo que se traduce en una presión sobre áreas marginales (véase GLOSARIO), incapaces de sostener actividades agropecuarias tradicionales para cubrir el deficit de producción y, finalmente, en el fenómeno de bracerismo, que desintegra socialmente a la población.

Otro tipo de relaciones que se presentan en un sistema ambiental son las de carácter potencial, esto es, aquéllas derivadas de una tendencia -generalmente de deterioro- de uso o presión sobre un elemento y que pueden detectarse mediante la

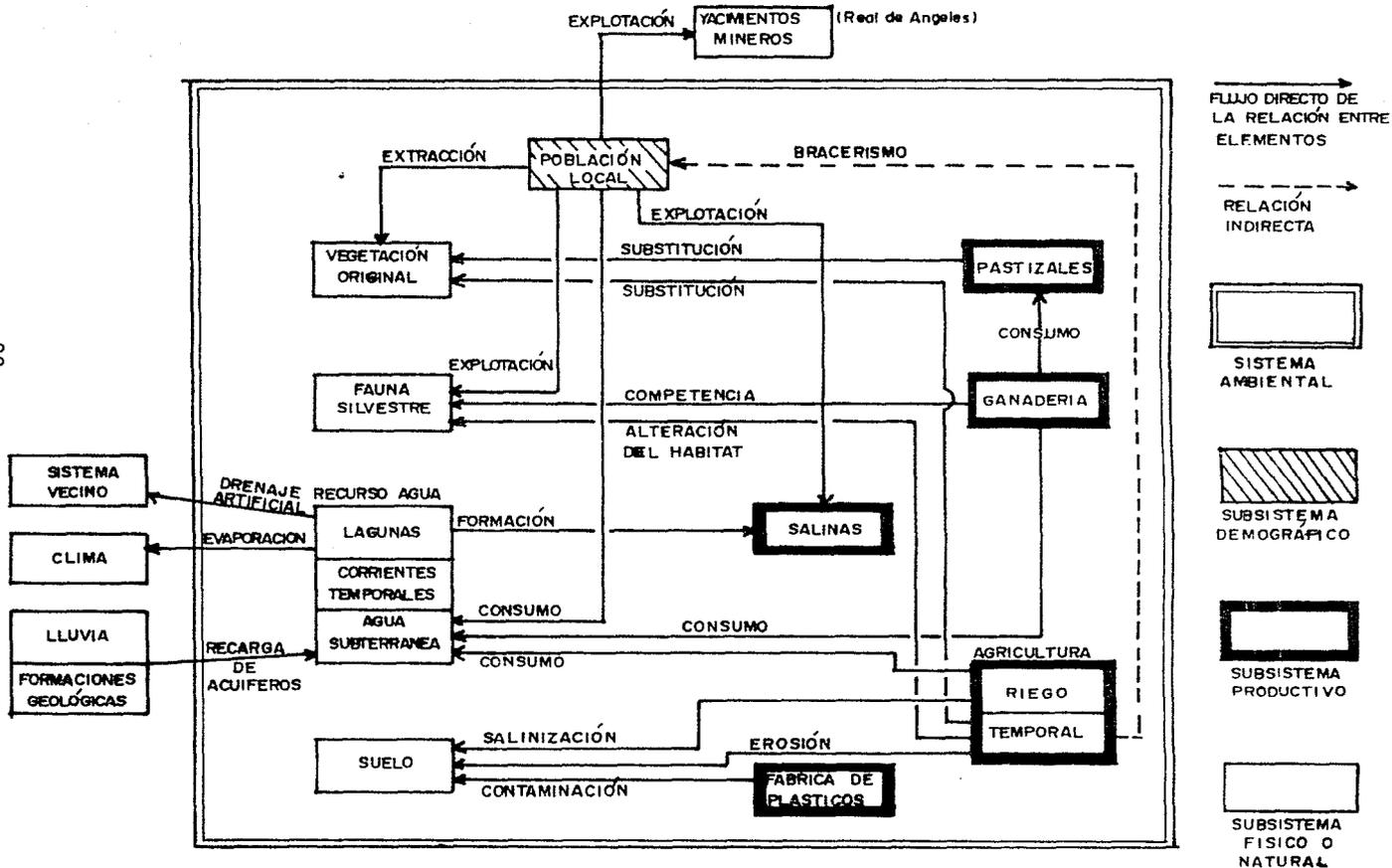


Lámina 19. Modelo conceptual y los elementos del sistema regional y sus interrelaciones

aplicación de índices ambientales. Estas afectaciones no se plasmaron en el modelo, por ser éste únicamente de carácter descriptivo, pero se retomarán en el capítulo 5.

El análisis de un sistema regional puede efectuarse mediante la discriminación de algunos de sus elementos, agrupándolos o considerándolos como entidades individuales. El área de estudio corresponde al nivel regional de geofacies y comprende unidades menores (unidades naturales o ecotopos): las lagunas, la planicie de acumulación, el piedemonte y la sierra; éstas no se analizaron como tales, sino contemplando cada uno de los elementos físicos que las constituyen, como el suelo, la vegetación, la hidrología, etc. y que, teniendo una correlación considerable, son más prácticos de analizar.

Las relaciones entre los elementos constituyen flujos energéticos, que se evaluaron mediante la aplicación de índices ambientales generados o adaptados; éstos indican el estado actual y la estabilidad de los elementos y del sistema en general.

Como se aprecia en el esquema del modelo (lámina 19), los elementos que reciben una afectación mayor son los de carácter físico, principalmente el recurso agua, que sustenta las relaciones y la propia existencia de los otros; los elementos más deteriorantes son las actividades económicas primarias, principalmente la agricultura, por el área que ocupa, el insumo de agua que requiere y la población que involucra. Por otro lado, los tipos de relaciones más comunes y deteriorantes son las de substitución y extracción de recursos naturales renovables, que ocurren a una tasa mayor que su renovabilidad.

#### 4.2 Matriz de relaciones entre los elementos del sistema ambiental

Para el análisis global del sistema se desarrollaron, paralelamente a la elaboración del modelo conceptual, dos matrices de relaciones entre los elementos, cuyo objetivo fue, mediante su implementación, apreciar el tipo y la magnitud de las relaciones que existen entre todos los elementos emisores y receptores de deterioro. Esto fue posible estableciendo una escala cualitativa indicativa que pondera el grado de impacto de un elemento sobre otro.

Una gran utilidad de las matrices es que pueden detectarse relaciones potenciales entre elementos que, bajo ciertas condiciones, podrían interactuar y provocar un deterioro no previsto en la planeación regional.

Es importante indicar que es necesario conocer las características de agresividad o susceptibilidad al deterioro de cada uno de los elementos del sistema; en el caso de la zona de estudio, se analizaron previamente.

Las experiencias que se tienen en la elaboración de matrices relacionadas con aspectos ambientales se encuentran generalmente orientadas hacia la detección y prevención de impacto ambiental. Una lista que resume este tipo de trabajos se muestra en el cuadro 12, que pueden agruparse en cuatro tipos (Warner, M.; citado en Medina y Sánchez, 1977):

- a) Aquellas metodologías que indican elementos que pueden ser afectados por alguna acción, pero donde no se establecen relaciones de causa-efecto ni recomendaciones para una eventual evaluación.
- b) Las que intentan definir impactos a través de análisis espacial comparativo antes y después del desarrollo de un proyecto.
- c) Aquéllas que identifican relaciones causa-efecto y, eventualmente, cuantifican la magnitud de los cambios.
- d) Las metodologías que, estableciendo también relaciones causa-efecto, proponen medidas para evitar los impactos.

Sin embargo, es conveniente indicar que el enfoque de impacto ambiental de estas metodologías se debe a la necesidad de mitigar, lo más posible, los probables o reales efectos de obras de desarrollo inminentes o en marcha, y en poca medida se han concebido como una herramienta orientada hacia la planeación del espacio.

Como se planteó a principios del trabajo, uno de los objetivos es la correlación entre elementos del sistema ambiental Salinas, considerando la escasez de información ambiental, la

**Cuadro 12. Evaluación de metodologías de Impacto Ambiental**

	Tipo I	Cobertura	Especialidad	Alinear los impactos propios de los proys.	Temporalidad y duración	Datos de las causas	Indicadores explícitos	Magnitud	Objetividad	Significación	Criterios explícitos	Incertidumbre	Riesgo	Comp. de alternativas	Agregación	Implicación del público	Partes afectadas	Descripción de las instalaciones	Formato resumen	Uso de claves	Acatamiento de NEPA	Requerimientos de recursos	Replicabilidad	Flexibilidad
1. Adkins	L	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○
2. Dee (1972)	L	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○
3. Dee (1973)	L - M	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○
4. Georgia	L	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○
5. Krauskopf	S	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
6. Leopold	M	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
7. Little	S	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8. McHarg	L	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9. Moore	M	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10. New York	M	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11. Smith	L	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12. Sorensen	T	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13. Stover	L	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14. Task Force	L	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15. Tulsa	L	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16. Walton	L	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17. WSCC	A	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

1. Clave para los tipos:

- A - ad hoc
- S - sobreposición
- L - listas
- M - matriz
- T - trama

2. Clave para evaluación de símbolos.

- - acatamiento substancial, baja necesidad de recursos, o pocas limitaciones de replicabilidad y flexibilidad
- ◐ - acatamiento parcial, moderadas necesidades de recursos o moderadas limitaciones
- - mínimo o ningún acatamiento, altas necesidades de recursos o limitaciones mayores
- - no intento la agregación

Fuente: Warner, M.L.A. Review of Environmental Impact Assessment Methodologies. (Citado por Medina y Sanchez, 1977)

escala de trabajo y el consecuente nivel de generalización de la información y la aplicabilidad, la generalidad y la operatividad del método. Respecto a los dos últimos aspectos mencionados, es importante indicar que algunas de las metodologías mostradas en el cuadro 12, por la cantidad y el tipo de variables ambientales involucradas, son susceptibles de utilizarse para proyectos de planeación; sin embargo, el grado de complejidad y el tipo de información requerida las hacen poco operativas debido a la poca disponibilidad de datos de este tipo en México.

Leopold, B. (1971) diseñó una matriz que permite la evaluación del impacto de cien acciones diferentes sobre 88 actividades o elementos susceptibles de afectación. Para tal evaluación utiliza criterios de importancia y magnitud, pero el gran número de combinaciones posibles la hace poco operativa y poco práctica para un análisis global. Además, el nivel de sofisticación de esta herramienta de trabajo presupone un equipo interdisciplinario, la determinación de la magnitud y la importancia por parte de expertos y la posibilidad de detectar y aplicar medidas de mitigación y restauración cuando hay efectos adversos.

Dee et al (1972) utilizan un enfoque global del medio ambiente, mediante la evaluación de diversos parámetros considerados con una escala normalizada de calidad ambiental, asignando un valor específico a cada parámetro. Este método permite realizar sumas algebraicas por categoría y globales con y sin el proyecto para la obtención de datos de calidad global o parcial; además, la disposición de "alarmas rojas" para impactos peligrosos o sin información (banderas rojas mayores y menores respectivamente) permite detectar alteraciones reales o potenciales y, así, recomendar orientaciones al proyecto.

La metodología de Dee (1972) tiene la particularidad de que, junto con algunas más, busca un enfoque holístico con aplicación internacional, pero reviste un carácter sumamente complejo, difícil de aplicar en proyectos regionales por las inadecuadas fuentes de información.

Odum, H. (1972) analiza los ecosistemas y su dinámica a partir de flujos de energía, con lo que es posible elaborar modelos de simulación, aunque la calidad de la información que debe poseerse debe ser, idealmente, muy alta.

Es preciso indicar que existe una diferencia determinante entre impactación (véase GLOSARIO) y vulnerabilidad (véase GLOSARIO), conceptos que tienen una implicación básica en los proyectos de planeación ambiental. En el primer caso, se hace referencia a estudios de impacto ambiental, esto es, a efectos producidos por obras ya realizadas, mientras que el segundo término permite expresar la fragilidad de los elementos del sistema ambiental a las acciones de un proyecto y, eventualmente, a fenómenos naturales.

De manera común, el enfoque de las matrices desarrolladas en los proyectos mencionados tiene por objetivo cuantificar el impacto ambiental; en otros casos, la minoría, corresponden a verdaderas matrices de vulnerabilidad o fragilidad ambiental, que permiten orientar los proyectos de las obras o de determinadas actividades económicas en función de probables afectaciones sobre los elementos ambientales y, asimismo, definir la respuesta o nivel de resistencia de éstos a riesgos potenciales de carácter natural o humano. Un estudio de este tipo, desarrollado por Valadez et al (1985), se describe brevemente a continuación:

En este trabajo se hizo una caracterización del área de estudio, dividiéndola en seis ambientes geocológicos y determinando para cada uno de éstos, sus elementos (aire, agua, suelo y vegetación) y sus funciones (climática, hidrodinámica, geodinámica y ecodinámica). De igual manera, se seleccionaron 18 tipos de impacto por la instrumentación y 12 tipos de impacto de operación, de diversos tipos de obras (de carácter agropecuario, industrial, asentamientos humanos, comunicaciones) ponderándolos y expresando los resultados en términos de vulnerabilidad y no en grados de impactación; esto es muy importante pues, con ello, es posible prevenir y alertar oportunamente posibles daños irreparables, sobre todo si se consideran los posibles riesgos detectados (26 en la obra), que pueden incidir sobre el ambiente y tener un efecto negativo sobre los elementos del medio natural, a los cuales también se ponderó su grado de peligrosidad.

Con este tipo de información (caracterización ambiental y tipo de impacto y fragilidad) es posible estimar los efectos globales o parciales sobre los elementos y las funciones del ambiente. Sin embargo, aunque trabajos de este tipo son ideales para proyectos de planeación ambiental, presentan el inconveniente de requerir estudios muy específicos de los que generalmente se carecen, además de que es común que no se destinen recursos económicos para su realización.

Como se aprecia, los diferentes enfoques, que los autores y aplicadores de matrices de interrelaciones han llevado a cabo, se condicionan a las necesidades y disponibilidades de información. Para el caso de la elaboración de un sistema de información ecológica, se consideró como práctico que tuviera las características de la matriz de Leopold donde, para definir la relevancia (importancia más magnitud) de una interrelación, se asigna un promedio de ambos aspectos más que sus valores aislados. Sin embargo, después se consideró que no deberían utilizarse valores numéricos (que, por la forma de determinarlos, en sí mismos, son de alta subjetividad) sino cualitativos absolutos, de donde se derivó la matriz de cribado.

Este tipo de matriz se apoya en la escuela del "Screening" de Canadá, que define el impacto de las fases de un proyecto (planeación, construcción, operación y acciones futuras) y de

algunas acciones de los proyectos sobre los elementos de un sistema ambiental, calificando los efectos de la siguiente manera (Bravo, comm pers):

- A (adverso alto)
- a (adverso bajo)
- B (benéfico alto)
- b (benéfico bajo)
- (no hay efecto)
- (se desconoce)

De esta manera, se obliga al evaluador a describir el por qué de tal tipo de interacción y se pueden eliminar (o discriminar) los efectos poco relevantes (adverso bajo y benéfico bajo) e inexistentes (no hay efecto).

Aunque, en un principio, la matriz de cribado se elaboró para todo tipo de proyectos, la gran generalización de acciones y efectos y el alto número de proyectos específicos, condujo a plantearse la elaboración de matrices individuales para cada caso.

Uno de los problemas de las evaluaciones de impacto es que no se lleva a cabo un seguimiento (evaluaciones periódicas) que considere y simule acciones futuras, ni la relación sinérgica de dos o más actividades en un área.

El grado de confiabilidad en la utilización de las matrices de impacto (y de todas las matrices aplicadas a la evaluación ambiental en general) está en función de la confiabilidad y disponibilidad de la información; el tipo de matrices propuestas en el presente trabajo son de este tipo y están apoyadas en el enfoque del "cribado", pero presentan la peculiaridad de constituir modelos en sí mismas al estar complementadas con el modelo conceptual esquemático, con lo que se tiene una buena idea del estado del medio ambiente en un momento dado; tienen la ventaja de poderse aplicar con información limitada, lo que representa, en sí, un primer y práctico avance, ya que permite detectar los vacíos de ésta o su falta de confiabilidad para un completo e integral análisis de la vulnerabilidad de los elementos del medio, tal como lo plantean Valadez et al (1985). Tal detección de requerimientos de información también favorece la realización de trabajos de planificación física donde, al disponerse de una gran aproximación y confiabilidad de la naturaleza de los elementos ambientales se pueden aplicar índices ambientales muy detallados y confiables (Claver et al, 1981).

En las matrices elaboradas en el presente trabajo se identificaron las relaciones de deterioro entre los elementos del sistema que inciden sobre la calidad, presencia, disponibilidad y vulnerabilidad de ellos mismos. Tales relaciones son las siguientes:

- Substitución. Ocurre cuando, de manera directa o indirecta, un recurso o elemento es suplido por otro en cuanto a ocupación de espacio en el sistema, o incluso en cuanto a su función en el mismo. Puede tener un carácter parcial o total.
- Competencia. Ocurre cuando dos elementos desempeñan la misma función en el sistema ambiental, pero uno de ellos, favorecido generalmente por el hombre, tiende a substituir en forma paulatina al otro.
- Presión. Se presenta cuando un elemento, en clara desventaja para la ocupación de un habitat similar es obligado por otro a reducir su área de distribución en el sistema, e incluso a hacer una subutilización del mismo. Puede presentarse como una consecuencia de la competencia.
- Consumo. Se manifiesta cuando un elemento es depredado por otro. Esta relación posee un equilibrio sumamente frágil, que al romperse por efectuarse a una tasa superior a su regeneración puede provocar la pérdida del elemento consumido.
- Agotamiento. Provocado cuando es afectada la existencia y/o la calidad de un elemento, o que llega a un nivel tal, que es difícil, si no imposible, su aprovechamiento (depleción).
- Pérdida. Constituye una consecuencia de un consumo excesivo selectivo o no, de un elemento por explotación irracional y que puede ser un efecto directo o indirecto de una actividad inadecuada en el sistema ecológico (véase GLOSARIO).
- Contaminación. Se presenta cuando se afecta la calidad o proporción de los constituyentes de un elemento del sistema, como consecuencia del funcionamiento anormal de otro, y que puede implicar la aparición de sustancias exóticas.
- Alteración del habitat. Afectación ocurrida sobre los elementos bióticos del sistema ambiental, en forma indirecta, destruyéndose las condiciones que favorecen la presencia de un organismo en el área.
- Salinización. Es una forma de contaminación del suelo, como consecuencia de las actividades agrícolas inadecuadas por el uso de agua de mala calidad, provocándose la acumulación de sales.

De acuerdo con las premisas anteriores, se desarrollaron básicamente dos matrices de relaciones, apoyándose en el método del "cribado" y considerando los tipos de deterioro y algunos efectos benéficos.

En el cuadro 13 se indican las relaciones actuales y potenciales que se presentan entre los elementos del sistema ambiental. La falta de ponderación entre tales interacciones impiden una visión objetiva del estado y la problemática del

Cuadro 13. Matriz de interacciones posibles entre los elementos del sistema

EMISORES DE DETERIORO  RECEPTORES DE DETERIORO	ACTIVIDADES PRIMARIAS						ACT. SEC.	ACT. TERCIARIAS			POBL. LOCAL			
	AGRIC. TEMPORAL	AGRIC. DE REGO	PASTIZALES INDUCIDOS	GANADERIA	MINERIA	EXTRACC. DE SAL	TALLER DE HILADOS Y TEJIDOS	FABRICA DE PLASTICOS	COMERCIO	TURISMO	ADMON. MUNICIPAL	CIUDAD DE SALINAS	POBLADOS PEQUEÑOS	SIST. AMBIENTE- LES VECINOS
CLIMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ENERGIA SOLAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
VIENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GEOTERMIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PAISAJE	AG	AG	AG	AG	og	-	-	ct	AG	-	-	AG	AG	-
SUELO	AG pe	AG pe SA	-	pe	PE	SA	-	CT	CT	(CT)	-	-	-	-
AIRE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRECIPITACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARROYOS TEMPORALES	-	CM (PE)	-	-	(CM)	-	-	CT	-	(CT)	-	CT	CM	-
LAGUNAS	-	CM (PE)	-	-	-	AG SA	-	CT	-	(CT)	-	CT PE	-	-
AGUA SUBTERRANEA	-	CM (AG)	-	-	CM (AG)	-	-	(CT)	-	-	-	AG	CM	-
VEGETACION ORIGINAL	CP	CP	CP	CM	PR	-	-	-	-	(PR)	-	PR	PR	-
FAUNA SILVESTRE	PR AH	PR AH	PR AH	CP	PR AH	AH	-	AH	-	(AG) (PR)	-	PR	PR	-
AGRICULTURA TEMPORAL	-	CP	CP	CP	-	Pr	-	-	-	-	-	-	-	-
AGRICULTURA DE REGO	-	-	CP	CP	-	SA	-	ct	-	-	-	CP	(CP)	-
PASTIZALES NATIVOS	CP	CP	-	CM	-	Pr	-	-	-	-	-	(CP)	(CP)	-
PASTIZALES INDUCIDOS	-	-	-	CM	-	-	-	-	-	-	-	-	(CP)	-
GANADERIA	-	-	-	-	-	AH	-	AH	-	-	-	-	-	-
RECURSOS MINERALES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTRACCION DE SAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TALLER DE HILADOS Y T.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FABRICA DE PLASTICOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMERCIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADMON. MUNICIPAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIUDAD DE SALINAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POBLADOS PEQUEÑOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIST. AMB. VECINOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ct	cp	-	-

**Cuadro 13 (anexo). Matriz de interacciones posibles entre los elementos del sistema**

<b>Tipos de interacciones</b>	Substitución	(SU)
	Competencia	(CP)
	Presión	(PR)
	Consumo	(CM)
	Agotamiento	(AG)
	Pérdida	(PE)
	Contaminación	(CT)
	Alteración del <u>habitat</u>	(AH)
	Salinización	(SA)
<b>Forma de interacción</b>	Directa	AG, (AG)
	Indirecta	ag, (ag)
	Actual	AG, ag
	Potencial	(AG), (ag)

área, por lo que se elaboró una segunda matriz (cuadro 14); en ésta se determinan y jerarquizan las relaciones principales y las repercusiones en el sistema, y que permiten posteriormente establecer los requerimientos de información para plantear y aplicar los índices ambientales que facilitan la simulación de la problemática ambiental del área y, así, estar en condiciones de proponer políticas de manejo. Además, una de las premisas fundamentales en el análisis de sistemas es la abstracción y el cierre de los sistemas de su entorno (Harvey, 1983), lo que implica ponderar y discriminar elementos e interacciones para una mejor visión global del conjunto.

Algunas consideraciones que permiten aclarar el cuadro 14 se indican de la siguiente manera:

- Cuando existe impacto de una actividad sobre el sistema ambiental, es generalmente de carácter negativo, pues el mejoramiento implica una eficiente planeación ambiental que no es común en áreas "marginales" como el caso de estudio (cuadro 13); sin embargo, el conocimiento de la vulnerabilidad y de la potencialidad de los elementos del sistema permite predecir la respuesta de un elemento ambiental a una actividad determinada. Esto puede orientar el manejo del sistema ambiental.
- La aplicación de la matriz de cribado pretende evitar el problema de la ambigüedad de cuantificación de los impactos, y obliga a describir el tipo de relación entre el elemento deteriorante y el deteriorado en un menor número de clases.
- Al describir el tipo de impacto es posible aplicar el catálogo de interrelaciones por grupos de actividades propuesto en el cuadro 13.

A continuación se presentan algunas de las afectaciones actuales o potenciales, de acuerdo a la matriz de interrelaciones posibles (cuadro 13) y a la sintética de interrelaciones o de cribado (cuadro 14) indicando los elementos emisores y receptores del impacto, definiendo los tipos y grado de los efectos, y presentado una breve descripción de la naturaleza de las interrelaciones:

Elemento emisor del impacto: CLIMA (INSOLACION)

Elemento receptor del impacto: LAGUNAS

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: Por sus características de extensión, profundidad y salinidad, las lagunas Chapala y Salinas tienen gran potencial para la instalación de acumuladores de energía solar; este aprovechamiento, además de favorecer económicamente al sistema, puede tener efectos positivos para la conservación de estos cuerpos de agua y, consecuentemente, para el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Cuadro 14. Matriz sintética de interrelaciones de cribado

TIPOS DE EFECTOS

A (adverso alto)

b (benéfico bajo)

a (adverso bajo)

□ (nulo)

B (benéfico alto)

Emisores de efectos / Receptores de efectos		Medio natural						Actividades primarias					Act. sec.	Actividades terciarias		Población local		
		Inso-lación	Viento	Arroyos tempo-	Lagu-nas	Hidrol- subt.	Veget. orig.	Fauna silv.	Agric. temp.	Agric. riego	Past. induc.	Ganade- ría	Mine- ría	Extr. sal	Fab. plast.	Comer- cio	Turis- mo	Cd. Salinas
Medio natural	Paisaje							A			A	b						a
	Suelo		A	a				A	a		A			a				
	Lagunas	B				B							A				A	
	Hidrología subterránea								A									a
	Matorrales desérticos			B				A		a	a					b		a
	Halofitas									b								
	Pantizal natural							a										
	Fauna silvestre			B	B			a		a	A		a		a/b	b		a
Actividades económicas	Agricultura de temporal																B	b
	Agricultura de riego			B														
	Ganadería						B	B			B							b

Elemento emisor del impacto: CLIMA (VIENTO)

Elemento receptor del impacto: SUELO

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: Aunque el impacto del viento -sobre todo en la época de secas- sobre el suelo desprotegida es enorme, su influencia es realmente indirecta pues la desprotección del suelo (que magnifica tal impacto) es provocada por actividades económicas (uso inadecuado del suelo).

Elemento emisor del impacto: ARROYOS INTERMITENTES

Elemento receptor del impacto: SUELO

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: A pesar de que las corrientes hídricas que temporal y torrencialmente se presentan principalmente en el ecotopo piedemonte (provocando acarreo de sedimentos), el proceso natural se encuentra en equilibrio debido a la protección que da la vegetación original, la cual se desarrolla rápidamente al inicio de la época de lluvias. Sin embargo, por efecto de las actividades agropecuarias puede eliminarse la cubierta vegetal protectora y desencadenarse procesos erosivos que afecten a los ecotopos sierra, piedemonte y lagunas.

Elemento emisor del impacto: ARROYOS INTERMITENTES

Elemento receptor del impacto: MATORRALES DESERTICOS

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: A pesar del carácter temporal de las corrientes, existe una auténtica vegetación de galería, constituida por elementos de matorrales desérticos que crecen en sus márgenes y que desarrollan formas de vida más vigorosas que en el resto del área y durante un periodo mayor en el año.

Elemento emisor del impacto: ARROYOS INTERMITENTES

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: El efecto indirecto (y directo en muchos casos individuales) de la hidrología temporal sobre la fauna nativa, está dado por el mantenimiento de habitats representados por la vegetación asociada a los derramaderos, ya que se tienen zonas de protección, alimentación y reproducción de numerosas especies.

Elemento emisor del impacto: ARROYOS INTERMITENTES

Elemento receptor del impacto: AGRICULTURA DE RIEGO

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: Aunque por la naturaleza antes descrita de la hidrología, no es posible aprovechar directamente los escurrimientos para irrigación, sí lo es la acumulación de agua en bordos y norias, que

condicionan e incluso determinan pequeñas áreas de cultivos anuales y perennes, básicos en la economía local.

Elemento emisor del impacto: LAGUNA

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: Como elemento del sistema, las lagunas son los colectores de los escurrimientos; definen el nivel de base local, favorecen las actividades económicas, constituyen habitats importantes en sí mismas (aunque actualmente están muy alteradas) y son de vital importancia como abrevaderos para la fauna silvestre no asociada directamente a la vida acuática.

Elemento emisor del impacto: AGUAS SUBTERRANEAS

Elemento receptor del impacto: LAGUNAS

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: La relación directa entre ambos elementos es el de mantener el nivel freático local por la infiltración en toda la cuenca de captación; esto, a su vez, define la propia existencia de los cuerpos de agua; sin embargo, un efecto adverso para este equilibrio es el uso inadecuado del agua en riego, la sobreexplotación de pozos y el drenaje de las lagunas a la geofacia adyacente.

Elemento emisor del impacto: VEGETACION ORIGINAL

Elemento receptor del impacto: GANADERIA

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: Un fenómeno generalizado de la actividad ganadera es el de sustitución de la vegetación original por pastizales (en función a lo cual se estima la capacidad de carga en un área). Sin embargo, las propiedades que tiene la vegetación original en cuanto a la productividad y valor alimenticio ha sido considerado en grado infimo. Un buen manejo de la misma puede favorecer esta actividad ganadera y garantizar su propia existencia.

Elemento emisor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Elemento receptor del impacto: GANADERIA

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: Más que una relación directa de los elementos faunísticos nativos con los introducidos (incluyendo toda su tecnología inherente), se plantea, si no la sustitución, si la complementación de la actividad ganadera con la cría de fauna nativa, la que, por su adaptación total al medio, puede incidir -previa protección y buen manejo- en la producción; esto podría realizarse aplicando técnicas tradicionales, como estabulación o enjaulamiento que, por ejemplo,

ya se practica en forma experimental para la cria de Antilocapra americana (berrendo) en el altiplano potosino-zacatecano (Mellink, Aguirre y Garcia, 1986); también podría ser a través de la caza controlada, lo cual garantizaría también la coexistencia de ambos elementos del sistema.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Elemento receptor del impacto: PAISAJE

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: La agricultura de temporal tiene un carácter permanente y constituye la actividad económica básica del área; por ello, la substitución de los elementos o cambio cualitativo puede considerarse irreversible. En este sentido, el carácter de "adverso" está referido a la artificialización del paisaje.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Elemento receptor del impacto: SUELO

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: La agricultura se asienta predominantemente sobre xerosoles, feozems y la asociación litosol-cambisol; son suelos fértiles -particularmente los primeros-, de acumulación y más o menos profundos. Por la necesidad social y económica de hacerlos producir (particularmente cultivos básicos), el modo de producción (monoproducción, barbecho y escarda) los desprotege y los deja a merced de la erosión, tanto de naturaleza hidrica como eólica.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Elemento receptor del impacto: MATORRALES DESERTICOS

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: Por la presión de las necesidades por un uso inadecuado o por el desconocimiento de las potencialidades de la vegetación original (y de sus elementos florísticos), ésta está siendo substituida paulatinamente por la agricultura, particularmente en el ecotopo planicie de acumulación. El deterioro es evidente, incluso en áreas donde aún subsisten las comunidades vegetales autóctonas.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Este tipo de relación se manifiesta con la alteración del habitat de los elementos faunísticos; esto provoca una presión selectiva con la que algunos -los más sensibles- son eliminados -máxime cuando se conjuga la influencia con la ganadería-, mientras que a otros, se ven favorecidos (como son los casos de los lagomorfos, los roedores y el

coyote). De cualquier manera, se afecta el equilibrio existente antes de la implantación de la agricultura, a pesar de que las áreas menos alteradas como el piedemonte y -principalmente- la sierra aún mantienen los elementos originales y sirven como banco de germoplasma; en algunos casos, como los de las especies favorecidas se convierten en comunidades dependientes de aquellas áreas.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Elemento receptor del impacto: PASTIZAL NATURAL

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: El efecto que tiene la agricultura sobre el pastizal es adverso porque, mediante el efecto de sustitución existe un desplazamiento paulatino, al igual que en otras comunidades originales. Sin embargo, se considera que el efecto, que fue decisivo para este tipo de vegetación con la introducción de la agricultura al área, ya no es alto debido a que las mejores áreas cubiertas originalmente por pastizales y aptas para la agricultura ya han sido ocupadas por ésta y a que el avance de la agricultura no es solamente sobre el pastizal, el cual se extiende (muchas veces asociado a otras comunidades) a áreas cuyas características no son aptas para la agricultura. La existencia de los pastizales se garantiza por ser el sustento de la ganadería.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE RIEGO

Elemento receptor del impacto: PAISAJE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Aunque persista el fenómeno de sustitución de los elementos constitutivos del paisaje, común al efecto de la agricultura de temporal, no representa una afectación adicional, pues las áreas en las que se establece la agricultura de riego, con anterioridad fueron de temporal. Sin embargo, existe una pérdida mayor del elemento agua por evaporación.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE RIEGO

Elemento receptor del impacto: SUELO

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: La agricultura de riego no tiene una representación cartográfica pues se manifiesta como actividad complementaria a la de temporal. Por su pequeña escala en la cuenca de Salinas, la salinización de los suelos debida a esta actividad es tan insignificante que no aumenta substancialmente los procesos, que de hecho ocurren en forma natural.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE RIEGO

Elemento receptor del impacto: AGUA SUBTERRANEA

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: Constituye uno de los impactos mayores pues, aunque no es a gran escala, ocurre sobre un bien escaso; en su mayor parte se desarrolla sobre esta manifestación del recurso agua, pues los arroyos son de naturaleza temporal y su utilización sólo es a través de escasos bordos: el agua de las lagunas -salobre- no es utilizada para tal efecto pues aceleraría la salinización pero, en cambio, se sobreexplotan los acuíferos cercanos a los cuerpos de agua, provocándose incipientes intrusiones salinas de carácter local.

Elemento emisor del impacto: AGRICULTURA DE RIEGO

Elemento receptor del impacto: HALOFITAS

Tipo y grado: b (BENEFICO BAJO)

Descripción: Aunque la manifestación de este impacto no puede ocupar grandes extensiones, debido a lo limitado del área que potencialmente llegara a ocupar la agricultura de riego, en teoría favorecería la ampliación del área de distribución de halófitas por la acumulación de sales.

Elemento emisor del impacto: PASTIZAL INDUCIDO

Elemento receptor del impacto: MATORRALES DESERTICOS

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: La relación existente entre estos elementos implica una substitución potencial con fines pecuarios; se tiene un límite teórico que corresponde a áreas demasiado escarpadas para tal actividad; por ello, en principio, se garantiza la existencia de germoplasma de los elementos de las comunidades originales.

Elemento emisor del impacto: PASTIZAL INDUCIDO

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Lo mismo que las actividades agrícolas, la afectación que se presenta es por la alteración del hábitat original al substituirse la vegetación. Aunque algunas especies pueden resultar favorecidas, en general se considera un efecto adverso por el cambio de los elementos originales.

Elemento emisor del impacto: PASTIZAL INDUCIDO

Elemento receptor del impacto: GANADERIA

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: En términos absolutos, la apertura de nuevas áreas

de agostader o tiene un impacto potencial favorable a la actividad ganadera, independientemente de la afectación que tenga sobre otras comunidades y -también en teoría- liberaría de tal presión a los matorrales desérticos.

Elemento emisor del impacto: GANADERIA

Elemento receptor del impacto: PAISAJE

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: De la misma manera que la agricultura de temporal, la ganadería actúa sobre el paisaje alterando cualitativamente los elementos del mismo. Aunque normalmente se presenta en áreas de pastizal natural, afecta por consumo al matorral desértico y por competencia a la fauna.

Elemento emisor del impacto: GANADERIA

Elemento receptor del impacto: SUELO

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: Por constituir una actividad extensiva no controlada, el impacto se manifiesta con la compactación del suelo por el pisoteo, y favorece la erosión hídrica, sobre todo con las primeras lluvias; también se favorece la erosión por la desprotección del suelo en ciertas áreas por parte del ganado caprino.

Elemento emisor del impacto: GANADERIA

Elemento receptor del impacto: MATORRALES DESERTICOS

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Aunque normalmente los pastizales son los consumidos con preferencia por el ganado, puede ser considerable el impacto sobre los matorrales (particularmente el crasicale y, en menor medida, el parvifolio y el espinoso), sobre todo en época de secas que es cuando se sobrepasa la capacidad de carga y se elimina selectivamente la vegetación; en esto último es importante el ganado caprino que incluso consume raíces.

Elemento emisor del impacto: GANADERIA

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: Aunque, principalmente en el ecotopo sierra, muchas áreas han sido poco afectadas directamente por la ganadería, la competencia que se ejerce sobre la fauna silvestre provoca que ésta se encuentre en franco retroceso; sólo en unas cuantas especies tolerantes, los hábitos alimenticios no se ven afectados por el ganado e incluso aprovechan la vegetación que se induce para éste.

Elemento emisor del impacto: MINERIA

Elemento receptor del impacto: PAISAJE

Tipo y grado: b (BENEFICO BAJO)

Descripción: La relación de esta actividad con el paisaje en general es de carácter indirecto; se considera benéfico al constituir una fuente de empleo que inhibe, hasta cierto punto, el acelerado proceso de apertura de nuevas Áreas al cultivo, producto del crecimiento de la población.

Elemento emisor del impacto: EXTRACCION DE SAL

Elemento receptor del impacto: LAGUNAS

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: Las lagunas Chapala y Salinas, cuerpos de agua sumamente someros y de carácter temporal, están sujetas a una intensa evaporación y permiten la explotación de sales así concentradas; esto provoca, aunado a que los lagos son continuamente drenados, una salinización aun mayor (contaminación) y pone en peligro su existencia.

Elemento emisor del impacto: EXTRACCION DE SAL

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: La reducción de los espejos de agua por drenaje y evaporación y la salinización (derivada de la extracción de sal), han afectado a la fauna silvestre por la alteración de su habitat.

Elemento emisor del impacto: FABRICA DE PLASTICOS

Elemento receptor del impacto: SUELO

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Por el carácter no biodegradable de sus desechos y por el relativamente pequeño volumen de los mismos, el efecto se considera adverso bajo por la acumulación de plásticos en el basurero, al norte de la ciudad de Salinas.

Elemento emisor del impacto: COMERCIO

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Esta actividad -alentada por el bajo nivel de vida de los poblados más pequeños- puede adquirir una importancia relativamente grande, como ha ocurrido en el resto del altiplano potosino-zacatecano donde, a falta de mejores oportunidades, se extrae fauna nativa de manera masiva para su consumo o venta; muchas veces se llega, incluso, a la depleción del recurso, en que no es económicamente redituable su explotación y que -de manera cíclica- es cuando presenta una ligera recuperación.

Elemento emisor del impacto: TURISMO

Elemento receptor del impacto: MATORRALES DESERTICOS

Tipo y grado: b (BENEFICO BAJO)

Descripción: Aunque la relación es inexistente, podría establecerse un programa de aprovechamiento de las comunidades bióticas menos alteradas como recursos escénicos siguiendo el modelo de otras áreas incllfusive del altiplano potosino-zacatecano (Mellink, Aguirre y García, 1986).

Elemento emisor del impacto: TURISMO

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: a 0 (ADVERSO BAJO)/b (BENEFICO BAJO)

Descripción: Como se describió con anterioridad, los elementos faunísticos en su habitat pueden ser sujetos de explotación para su aprovechamiento como recurso escénico o cinegético, como ha ocurrido en ranchos en el altiplano potosino-zacatecano (Mellink, Aguirre y García, 1986); en teoría, se compensaría la caza sistemática que pudiera presentarse, por razones socioeconómicas, y el comercio, muchas veces desmedido, que actualmente ocurre.

Elemento emisor del impacto: CIUDAD DE SALINAS

Elemento receptor del impacto: LAGUNAS

Tipo y grado: A (ADVERSO ALTO)

Descripción: La afectación que se presenta se manifiesta en una constante desecación de la laguna homónima por efecto del crecimiento de la localidad; esto se revierte a la propia ciudad en forma de contaminación del aire originada por erosión eólica.

Elemento emisor del impacto: CIUDAD DE SALINAS

Elemento receptor del impacto: AGUA SUBTERRANEA

Tipo y grado: a e (ADVERSO BAJO)

Descripción: El tamaño y la tendencia de crecimiento de la localidad son bajos, lo que permite que la extracción de agua a través de pozos no sea muy elevada y no presente incrementos considerables; sin embargo, el proceso es continuo y la extracción se suma a la utilizada para riego en ciertas áreas, limitándose la recuperación de los acuíferos.

Elemento emisor del impacto: CIUDAD DE SALINAS

Elemento receptor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Tipo y grado: B (BENEFICO ALTO)

Descripción: Aunque el crecimiento de la localidad, aun mínimo, y los servicios conexos (vías de comunicación) principalmente, avanzan continuamente sobre áreas agrícolas, el propio incremento demográfico fomenta la actividad y, por lo tanto, la apertura de nuevas áreas agrícolas.

Elemento emisor del impacto: POBLADOS PEQUEÑOS

Elemento receptor del impacto: PAISAJE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Lo mismo que las actividades agropecuarias, la

afectación al paisaje es por el cambio estructural de los elementos del mismo, debido al crecimiento espacial de las localidades pequeñas y las vías de comunicación asociadas.

Elemento emisor del impacto: POBLADOS PEQUEÑOS

Elemento receptor del impacto: MATORRALES DESERTICOS

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: El mismo fenómeno de dispersión de las localidades menores provoca una presión sobre la vegetación original que son utilizadas para suplir los requerimientos de forraje y para la extracción de recursos (leña, fibras, licor, etcetera).

Elemento emisor del impacto: POBLADOS PEQUEÑOS

Elemento receptor del impacto: FAUNA SILVESTRE

Tipo y grado: a (ADVERSO BAJO)

Descripción: Independientemente de la alteración del habitat por las actividades económicas conexas, la fauna silvestre se afecta directamente por la caza -principalmente en el área, donde juega el papel de complemento alimenticio-, alterándose principalmente a las especies más sensibles.

Elemento emisor del impacto: POBLADOS PEQUEÑOS

Elemento receptor del impacto: AGRICULTURA DE TEMPORAL

Tipo y grado: b (BENEFICO BAJO)

Descripción: Como una actividad conexas a los asentamientos humanos rurales, la agricultura de temporal se favorece por el crecimiento de la población más arraigada o con menores oportunidades para emigrar; por ello, inevitablemente, las áreas agrícolas crecen, favorecidas también por la tenencia de la tierra dominante (ejidal; véase la lámina 17).

Elemento emisor del impacto: POBLADOS PEQUEÑOS

Elemento receptor del impacto: GANADERIA

Tipo y grado: b (BENEFICO BAJO)

Descripción: Como una actividad conexas a los asentamientos humanos rurales, la implantación de la actividad pecuaria se ve favorecida de una manera extensiva, aunque en realidad se encuentra condicionada a la capacidad de carga del sistema.

Es importante recordar que en mayor o menor grado todos los elementos del sistema están interrelacionados; sin embargo, algunas de las interacciones son obvias o irrelevantes como para considerarlas de manera especial; por ello se omiten en el análisis. Tales son los casos de los arroyos temporales que favorecen la existencia de las lagunas y éstas al propio habitat lagunar, la explotación salina y beneficios potenciales como acumulación de energía solar; las aguas subterráneas, que en

ocasiones condicionan la forma de vida de la vegetación original; la vegetación como protectora del suelo y condicionante de la fauna; el suelo como sustrato; etcetera.

De igual manera, en la elaboración de las matrices no se mencionan las relaciones múltiples e indirectas que pueden presentarse entre más de dos elementos, cuya apreciación es mucho más factible en la elaboración del modelo conceptual.

#### 4.3 Análisis global de la aplicación del modelo conceptual y la matriz de interrelaciones

Aunque con ambos tipos de instrumentos metodológicos se efectuó un análisis específico de las relaciones entre los elementos que constituyen el sistema ambiental Salinas (y, por extensión, El Salado), es conveniente, a modo de recapitulación, reafirmar algunos aspectos que permitan un mejor entendimiento de la trama ambiental que se presenta en el área.

En primer lugar, estos instrumentos metodológicos se aplicaron una vez que se definieron el nivel regional (grado de detalle) y el tipo de elementos involucrados en la trama de relaciones ambientales; esto fue con el fin de tener un conocimiento completo e integral del sistema, en complemento con revisión bibliográfica y apoyo de campo, fases paralelas y simultáneas que idealmente deben realizarse en el proceso de planeación.

Considerando que uno de los objetivos del trabajo es optimizar el manejo de material en gabinete, es posible asignar menor importancia a las salidas de campo, siempre y cuando se haga un uso adecuado y completo de la información disponible y del manejo metodológico; se reconoce, sin embargo, que sin la fase de campo se tiene una pérdida de precisión en el conocimiento del sistema.

En el análisis del sistema hecho a partir del modelo conceptual y la matriz de relaciones, se realizó el primer paso en el análisis global del sistema, obteniéndose relaciones cualitativas y cuantitativas, que permiten determinar igualmente interacciones indirectas (mediante el modelo) y potenciales (mediante la matriz).

Una de las ventajas de establecer modelos, es que es posible tener una visión integral del sistema, pudiendo, incluso, analizar las relaciones con los sistemas adyacentes y, eventualmente, las existentes hacia los subsistemas (ecotopos) y el macrosistema en que se ubica la geofacies; lo anterior es difícil sólo con la matriz, que ofrece, en cambio, confrontar todos los elementos entre sí, con lo que se detectan relaciones reales o potenciales.

Un aspecto importante de destacar es que, precisamente por el tipo de representación de la matriz, se incluyeron como elementos emisores de efectos a los del medio natural, para determinar la forma de incidencia sobre ellos mismos y las actividades económicas; esto es útil para planear la preservación o favorecerla, así como determinar la potencialidad que pudiera condicionar la existencia, presencia o mejoramiento del elemento receptor. Al incluir este grupo de elementos "emisores de efectos" se vio la necesidad de incluir relaciones no solamente de deterioro (como en el caso del modelo), sino también de naturaleza positiva (en que el elemento receptor se ve

favorecido). Este tipo de relaciones, presente prácticamente sólo entre elementos del medio natural, confirma el hecho de que en un medio inalterado exista equilibrio donde la existencia o "buen estado" de cada elemento favorece y se complementa con la de los otros.

#### 4.4 Problemática ambiental extrapolable a El Salado

El paso siguiente a la aplicación del modelo conceptual y la matriz de interrelaciones es el análisis integral del sistema ambiental. Debe recordarse que ambos instrumentos metodológicos son complementarios a la revisión bibliográfica y al trabajo de campo; sin embargo, aunque los dos primeros representan enfoques diversos de análisis del sistema ambiental y los segundos permiten el enriquecimiento del mismo y la definición más detallada de determinadas interacciones -ya sean complejas o altamente relevantes en esta fase del proceso-, ninguno de los cuatro pasos per se ofrece esa pretendida visión holística; por ello, se requiere un análisis global que contemple los resultados obtenidos de la aplicación de esos cuatro instrumentos metodológicos para el conocimiento del sistema (lámina 1) y facilite, así, la obtención de un primer diagnóstico ambiental. En este trabajo, para llevar a cabo este análisis, se aplicaron los instrumentos metodológicos en función del medio social como a continuación se indica:

El aprovechamiento, que de los recursos se hace en el sistema, puede considerarse representativo del macrosistema en que se circunscribe -región hidrológica El Salado- por cuanto sintetiza una gama de aspectos ambientales que determinan la existencia y el potencial de los elementos del área; además, comprenden recursos por sí mismos, condicionan la existencia de otros y orientan la apropiación del medio por parte de los habitantes.

El papel central que desempeña el agua en los bolsones es tan importante que, cuando la superficie cubierta de las lagunas es permanente, llega a constituir un auténtico ecosistema cuyas relaciones son tan estrechas que pueden determinar el desarrollo de organismos endémicos cuando el aislamiento ha sido por un tiempo lo suficientemente prolongado (Contreras, 1984); en estos casos, presentan requerimientos ambientales tan específicos que tienen una gran fragilidad y susceptibilidad a degradarse o -en casos extremos- a desaparecer. Este tipo de situaciones son muy comunes y se presentan con ciertas variaciones en la mayor parte de las cuencas endorreicas o "bolsones" del norte del país, específicamente en las regiones hidrológicas del Nazas, del Aguanaval y de El Salado, región de donde es representativa la cuenca de Salinas. En estas tres áreas se repiten con gran similitud estas situaciones por la carencia de una corriente hidrológica principal y por ser todas, áreas lacustres con procesos hidrológicos y edafológicos similares, que condicionan la existencia de comunidades bióticas comunes (aunque, eventualmente, algún elemento puede diferir o ser exclusivo).

Los procesos hidrológicos y edafológicos, derivados de los factores climáticos, están tan íntimamente relacionados que permiten explicar conjuntamente la problemática ambiental de la Cuenca de Salinas y de El Salado en general:

Los limitados volúmenes de precipitación (361 mm en promedio) se ven contrarrestados con creces por la alta insolación y su consecuente evapotranspiración que provocan procesos de salinización, principalmente en las partes bajas de la cuenca; aquí se ha desarrollado incluso solonchal (gléyico y háplico) como unidad de suelo predominante que, a pesar de cubrir extensiones relativamente pequeñas, limita enormemente su utilización para cualquier tipo de actividad e, incluso, inhibe el crecimiento de la mayor parte de los elementos florísticos del matorral desértico y su consecuente fauna acompañante. Estas condiciones pluviales también impiden la existencia de una red hidrográfica permanente, pero tienen una enorme importancia en la estación lluviosa, cuando ocurren láminas de agua relativamente significativas que contribuyen a llenar bordos y norias, además del crecimiento del espejo de las propias lagunas; paralelamente, se favorece el desarrollo de los arbustos "ribereños" y la aparición de especies herbáceas temporales, importante eslabón de la cadena trófica insectos-roedores, lagomorfos y quirópteros-carnívoros; el desmesurado crecimiento de los roedores y lagomorfos, por esta causa, repercute también en las afectaciones a las hortalizas y el almacenamiento de grano. Por otro lado, el recurso hídrico regula y determina, además de las condiciones de las actividades productivas, el tipo, la diversidad y la distribución de los elementos y las comunidades bióticas en general.

La actividad productiva que se favorece en primer lugar es la agricultura anual de carácter permanente, que se desarrolla en el ecotopo planicie, casi íntegramente sobre suelos de acumulación, como puede apreciarse en la lámina 18, y que es soporte básico de todos los poblados del área incluyendo Salinas de Hidalgo, donde incipientemente empieza a desarrollarse una industria modesta y un foco comercial de cierta relevancia. Esta actividad primaria mantiene un carácter estable por varios factores entre los que destacan: (1) la ocupación casi completa de los suelos aptos para tal actividad en cuanto a pendiente y profundidad y (2) el mínimo crecimiento real de la población debido a una constante emigración hacia otras áreas con condiciones climatológicas menos aleatorias para el cultivo de anuales e incluso hacia Estados Unidos como braceros; esto disminuye una mayor demanda potencial hacia el resto del área, principalmente el piedemonte, donde los procesos de degradación tenderían a ser más intensos como se manifiestan en ciertas áreas desprovistas de vegetación o sobrepastoreadas en que se presentan ya incipientes fenómenos de erosión.

Contradictoriamente, y a pesar del deficit de agua que tiene la geofacia, existe una tendencia a desaguarse las lagunas a través de un canal al norte de la ciudad, tendiente a favorecer la extracción de sal (manteniendo a un nivel somero el espejo del agua de aquéllas); ello trae consigo graves repercusiones ecológicas adversas, manifestadas por la intensa erosión eólica, que ocurre durante casi todo el año y que afecta directamente a la población de Salinas de Hidalgo.

Hasta ahora, el problema del sobrepastoreo, asociado a los asentamientos rurales no ha sido tan evidente, pues como se apreció a través de reconocimiento de campo y entrevistas, no ha sido rebasado el límite de capacidad de carga del área. Sin embargo, existe una tendencia a aumentar el número de cabezas de ganado como un complemento importante a la precaria economía de la zona, por lo que la presión que existe en este sentido sobre los ecosistemas originales es cada vez mayor, como se aprecia en la lámina 12; ahí se observa que los matorrales desérticos presentes originariamente en la planicie, prácticamente han sido eliminados y los del piedemonte empiezan a ser desplazados con el consiguiente cambio de patrón en la distribución de las poblaciones faunísticas, que han sido afectadas en forma selectiva por el deterioro del hábitat, la cacería directa (aunque no para autoconsumo) y la competencia por el ganado; esto ha provocado la desaparición o disminución drástica de ciertas especies sensibles como el venado y el puma y el aumento de otras -adaptables- como los lagomorfos, los roedores y el coyote.

En función a la trama de interacciones que se presentan en el sistema ambiental entre todos sus elementos puede entenderse incluso la correlación que existe entre los ecotopos que, en su conjunto, pueden considerarse como un gran macrosistema, cuyo elemento núcleo es el agua; este recurso es altamente aprovechado por la población en la planicie de acumulación y se concentra en las lagunas; en este sentido, ambos ecotopos pueden considerarse ecosistemas subsidiados del ecotopo sierra en cuanto al aporte de escurrimientos, nutrimentos y sedimentos, refugio de fauna y por constituir un banco de germoplasma de elementos vegetales nativos. El carácter endorreico de la cuenca permite, por otro lado, su consideración casi como un sistema cerrado, poco dependiente de las geofacies adyacentes, considerando al clima en su conjunto como un elemento más de aquél.

En el siguiente paso de la metodología de ordenamiento ecológico se procede a disgregar en grandes temas la problemática ambiental recién planteada, donde se determinó la relación entre todos los aspectos involucrados.

La razón de efectuar este paso en forma parcial es que, de esta manera, se facilita un análisis más detallado para la determinación de índices ambientales por elemento, que califiquen o cuantifiquen el estado y las tendencias de la calidad de cada uno de éstos; sin embargo, no por ello se deja a un lado la relación integral existente como se apreciará más adelante cuando se expongan los índices globales o integrales.

El proceso secuencial lógico mencionado puede adoptar dos formas:

- a) cuando, a partir de la problemática parcial se establecen hipótesis de comportamiento, de las que se derivan las variables ambientales (independientes, condicionantes y dependientes) con sus respectivos indicadores o parámetros (Miranda y Barrera, 1988); estos constituyen la información ambiental que se debe recabar para que, mediante un proceso iterativo de modelización se establezcan las relaciones y grado de dependencia que existe entre ellos, con lo que pueden modelizarse subsistemas por tema, problemática o área de interés (Hall & Day, 1977). Este proceso metodológico se detallará más adelante; y
- b) a partir de la problemática parcial se establecen las hipótesis de comportamiento y se exponen directamente los índices ambientales que podrían responder a tales planteamientos. Después, cuando se describe cada uno se indica el tipo de información requerida y cuál es la alternativa de acuerdo a la disponibilidad de los bancos. Este fue el método seleccionado porque permite adaptarse -con sus limitantes- operativamente a la accesibilidad real de información que se tiene sobre el tema, además que posibilita el establecimiento de líneas o detección de vacíos de datos que deben cubrirse por las instituciones generadoras correspondientes. Este procedimiento se puede apreciar en el cuadro 15.

Cuadro 15. Obtención de índices ambientales, a partir de la problemática ambiental parcial

Problemática parcial	Hipótesis de comportamiento	Índice (s) sugerido (s)	Zonalidad (Ecotopos)
Dependencia muy marcada sobre un elemento ambiental (agua)	En cuencas endorreicas con condiciones áridas y semiáridas el agua es un factor básico que determina la existencia misma de todos los elementos bióticos, por lo que se establece un delicado equilibrio entre las poblaciones que dependen totalmente del ciclo hidrológico.	Índice de fragilidad Estabilidad del ecotopo	Toda la geografía, principalmente la planicie de acumulación
Proceso natural de salinización que inhibe la agricultura y limita la diversidad de la vegetación original	La evaporación alta provoca un proceso de salinización natural en áreas específicas, donde crece una vegetación natural halófila. Sin embargo, el proceso de desecación de las lagunas tiende a acelerar este fenómeno y puede traer consigo procesos erosivos que pueden degradar áreas aun mayores.	Dinámica de áreas erosionadas Índice de desertificación Índice de erosión potencial Índice de erosividad del viento	Lagunas
Cambio cualitativo y paulatino de la composición faunística	La presión directa e indirecta que existe sobre la fauna en el área ha provocado la desaparición de especies sensibles y poniendo en peligro a otras, mientras que algunas, favorecidas por las propias actividades económicas, tienden a convertirse en plagas como es el caso de los lagomorfos y el coyote. Una disminución drástica de estas comunidades puede tener graves repercusiones ecológicas y económicas.	Índice de diversidad faunística Deterioro del <u>habitat</u> Estabilidad del biotopo	Toda la geografía, principalmente la planicie de acumulación
Frontera agrícola prácticamente alcanzada	La clara zonificación de la geografía en unidades ambientales y la cultura importada del centro del país del maíz y el frijol ha provocado que las áreas más aptas para el cultivo hayan sido prácticamente cubiertas en su totalidad. Por ello, un avance hacia áreas con suelos más someros y con mayor pendiente pueden desencadenar procesos erosivos de carácter irreversible.	Capacidad de carga Erosión potencial Manejo óptimo del suelo	Piedemonte
Sobreexplotación de acuíferos	El patrón irregular de las lluvias en el área ha tenido repercusiones de carácter económico (bajos niveles de ingresos por concepto de la producción agropecuaria) y social (bracerismo) que obliga a la población a darle un uso intensivo (aunque con tecnología poco adecuada) al suelo. Esto incrementa los requerimientos de agua para riego, que proviene principalmente de los mantos acuíferos, los cuales descienden cada vez más de nivel, aumentándose, en ciertas áreas, la susceptibilidad a la contaminación salina.	Vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos Recarga de acuíferos Disponibilidad de agua	Planicie de acumulación
Bajo aprovechamiento del potencial biótico nativo	La implantación de modos de producción ajenos a las condiciones climáticas locales amenazan con un avance cada vez más acelerado de procesos de degradación al haberse llegado al límite de la capacidad de carga del sistema (de acuerdo con los bajos niveles tecnológicos); por ello, es conveniente contemplar como alternativa el aprovechamiento integral y racional de la biota nativa con un potencial poco analizado y totalmente adaptado a las condiciones ambientales imperantes.	Coefficientes de agostadero Índice de capacidad de carga Regeneración de las comunidades vegetales Estabilidad del biotopo	Piedemonte y sierra

## 5. INDICES AMBIENTALES

Como índice ambiental se entiende la relación matemática (cualitativa y/o cuantitativa) existente entre dos o más variables que permite explicar el estado actual o futuro de un elemento del sistema, de una agrupación de ellos, de cierta problemática o del sistema ambiental en su conjunto.

Aunque un índice constituye un modelo en sí mismo, en el presente trabajo se considera, al igual que el modelo conceptual, el proceso de regionalización y la matriz de interrelaciones, como un instrumento metodológico más que, apoyándose en el proceso de modelización, está orientado a la planeación ambiental.

Debe indicarse que la aplicación de índices ambientales al proceso de planeación facilita la toma de decisiones, en función a los objetivos que se planteen en el mismo; para la elaboración del presente trabajo, su obtención fue a partir de la adaptación de algunos ya existentes y otros que se generaron ex profeso aplicando variantes -debido al tipo de información disponible- del proceso de modelización (Hall & Day, 1977) que se resume como sigue:

Se definieron las variables que se consideró a priori que estaban involucradas en el tipo de relación requerido, generalmente por elemento; apoyándose en el análisis de literatura y con apoyo de campo se detectó el tipo de relación matemática existente entre las variables; se aplicó cuando la información ambiental así lo permitió normalizando el resultado obtenido a una escala de valores (normas) que cualificaba la magnitud de la relación analizada; únicamente la fase de validación, requerida para la determinación de la consistencia de los índices no se llevó a cabo por las limitaciones de información y porque el objetivo de la aplicación de los mismos comprendía un aspecto metodológico y otro de mera aproximación del resultado, suficiente para definir las calificaciones en relación a normas preestablecidas.

Es conveniente recalcar que, aunque un índice puede constituir un modelo de planeación por sí mismo, existen varias diferencias fundamentales con el proceso global de ordenamiento ecológico que se indican en el cuadro 16.

Varias son las limitantes para la aplicación del proceso de modelización en el nivel regional que constituye el área de estudio; entre ellas que destacan las limitaciones de información (variables ambientales) que es una de las premisas que se manejan para la exposición del proceso de ordenamiento ecológico. De existir información suficiente, es posible modelizar el estado de uno de los elementos del sistema para comprender su naturaleza y explicar sus relaciones con el resto, lo que también permite obtener una fase matemática y la eventual realización de una posterior simulación y validación. Es justamente éste el

Cuadro 16. Diferencias fundamentales entre el proceso de modelización y de ordenamiento ecológico

Modelización (Hall & Day 1977)	Ordenamiento ecológico (Barajas <u>et al</u> , 1986)
- Orientado a la obtención de relaciones entre dos elementos o más, constituyendo el conocimiento del sistema.	- Orientado a la planeación ambiental, considerando el conocimiento del sistema como un medio, no como un fin.
- Proceso lógico más detallado y puntual.	- Proceso lógico más general e integral.
- Permite una retroalimentación de hipótesis de comportamiento del sistema.	- Las hipótesis de comportamiento se obtienen a partir del análisis del modelo conceptual y la matriz de relaciones.
- Permite, con suficiente información, obtener relaciones cuantitativas precisas.	- Se orienta hacia el conocimiento del sistema global sin requerir exactitud ni precisión; sin embargo, el proceso de modelización puede incorporarse también para conocer o confirmar la relación entre ciertas variables confusas o cuantificar las existentes entre las más importantes.
- La iteración es automática (criterios objetivos).	- La iteración es menos versátil pues se apoya en suposiciones por parte del analista (criterios subjetivos).
- Incluye una fase matemática, aun aproximada.	- No incluye necesariamente una fase matemática.

principio aplicado para la obtención de los índices ambientales que se exponen posteriormente, algunos de los cuales fueron adaptados a los objetivos del método, mientras que otros fueron generados.

La razón fundamental de aplicar este tipo de herramientas en la planeación regional estriba en que en México no hay compatibilidad entre el desarrollo económico y la protección del ambiente, aspecto común en el resto de los países en desarrollo; en ellos, el bajo nivel de vida y el deterioro cada vez mayor del mismo, impiden la posibilidad de la coexistencia de ambos aspectos pues la conservación de recursos es a un alto costo económico y ésta, junto con incipientes tendencias preservacionistas, son económicamente indeseables y políticamente inaceptables (Myers, 1986).

Debido a lo anterior, se presentan severos problemas ambientales que son detectados, aunque en algunos casos sólo subjetivamente, lo que provoca una presión social (manifestada en la actualidad por los grupos ecologistas), que incide en la obtención de una responsabilidad política para su solución.

Es evidente que para desarrollar políticas y tomar medidas de solución se requiere, en un principio, evaluar los impactos reales y potenciales de actividades sobre el medio tanto del sistema ambiental como por elemento, lo cual sólo es factible mediante la aplicación de índices ambientales. En ellos debe quedar implícito el factor de riesgo (véase GLOSARIO), inherente en toda interrelación sociedad-naturaleza y que comúnmente se pasa por alto al confundirlo con el término "peligro" (véase GLOSARIO); sin embargo, existe una complementariedad entre ambos: relacionando la peligrosidad de un fenómeno (natural o social) con la vulnerabilidad de la población o de un elemento ambiental, puede inferirse el nivel de riesgo, indispensable en el proceso de planeación para la toma de medidas preventivas, de mitigación o de restauración (en este último caso cuando ya el riesgo se ha transformado en un impacto; Rojas, 1988).

Es conveniente anotar que, aunque existen índices muy completos, ya validados incluso, orientados hacia problemas idénticos o similares aplicados en países desarrollados, los mismos requieren de información periódica, con diferentes niveles de detalle y totalmente confiable y homogénea en cuanto a las variables involucradas.

Por lo tanto, resulta obvio que se requieren técnicas de evaluación sencillas, prácticas y operativas que permitan la detección, evaluación y monitoreo de problemas y la proyección de tendencias. Estas técnicas las constituyen los índices ambientales que se presentan en el cuadro 17, donde, ya habiéndose incluido los índices definidos de acuerdo a la problemática (cuadro 16), se agrupan por elemento ambiental y tipo de evaluación que se requiere en el proceso.

Cuadro 17. Índices ambientales susceptibles a aplicar para la determinación del estado de cada elemento del sistema

Elemento a evaluar	Calidad	Fragilidad o vulnerabilidad	Potencialidad
Suelo	3. Dinámica de la vegetación	10. Erosión potencial	17. Capacidad de carga (riesgo de erosión)
Agua	2. Calidad del agua	9a. Asimilación de contaminantes 9b. Vulnerabilidad de acuíferos	16. Asimilación de contaminantes (autodepuración)
Aire	1. Índice metropolitano de la calidad del aire (IMECA)	8. Autodepuración del aire	15. Autodepuración del aire
Vegetación	4. Diversidad vegetal	11. Regeneración de la vegetación	18. Adaptación a disturbios
Fauna	5. Diversidad faunística	12. Deterioro del <u>habitat</u>	19. Adaptación a disturbios
Población	6. Calidad de vida	13. Calidad de vida	20. Calidad de vida
Sistema global	7. Calidad ambiental	14a. Aridez 14b. Desertificación 14c. Desertización	21. Capacidad de carga (riesgo de erosión)

Los tres tipos de índices que se muestran en el cuadro 17 indican tres fases del análisis, estrechamente relacionadas:

- Índices de calidad, que indican el estado actual de los elementos y su nivel de deterioro.
- Índices de fragilidad o vulnerabilidad, que definen el nivel de degradación que potencialmente puede sufrir un elemento de acuerdo a las características intrínsecas del mismo y en relación a las actividades que pudieran incidir sobre él. Aunque no cuantifican estrictamente el nivel de riesgo, permiten tener una idea bastante aproximada de él.
- Índices de potencialidad o aptitud, que expresan la capacidad que tiene un elemento de soportar determinada actividad sin degradarse (lo que implica un auténtico manejo).

En dicho cuadro, como podrá observarse, se incluyó un último renglón donde se plasman eventuales índices globales que evalúan al sistema ambiental en su conjunto y que, a pesar de ser más generales, dan una idea bastante aproximada del estado ambiental del todo como unidad.

Es conveniente recordar que no se plantean índices rígidos de evaluación sino que sólo se muestran los que se sugiere aplicar de acuerdo al nivel regional, las condiciones ambientales del área, la disponibilidad de información y la operatividad de aplicación, pero en un determinado momento cuando alguno de estos aspectos varíen es posible la aplicación de otros; sin embargo, debe tenerse siempre en cuenta la consistencia que deben tener en cuanto a nivel de comparación tanto en espacio (marco regional de aplicación) como en el tiempo para un adecuado monitoreo que facilite el buen seguimiento de la problemática ambiental.

En la descripción de los índices sugeridos en este trabajo se indica la estructura, las variables involucradas, su método de aplicación y las limitantes que, eventualmente, se presentan en su aplicación.

Para tener una idea completa de la secuencia desde el planteamiento hasta la aplicación de este tipo de índices, se sugiere revisar el que permite evaluar el estado de la vegetación original, por su carácter sintético de aspectos ambientales y antrópicos y porque muestra cómo puede generarse y aplicarse un índice ambiental compuesto (índice no. 4, de diversidad vegetal).

Es conveniente recordar que el objetivo inicial no era la aplicación masiva de todos los índices ambientales por eventuales repetitividads y a que requerirían apoyarse en un trabajo paralelo de generación de información básica, sino el planteamiento metodológico del manejo de información ambiental. De cualquier manera, como una línea de trabajo relacionada a este documento, se están adaptando y desarrollando (y generando la información necesaria) en la Dirección General de Normatividad y

Regulación Ecológica de la Sedue algunos de los índices que se presentan en el cuadro 17 (Miranda y Barrera, 1988) y que a continuación se plantean:

## 5.1 Indices de calidad

### 1. Elemento a evaluar: aire

La calidad se define en cuanto a la presencia de elementos extraños en la atmósfera o contaminantes, que se derivan de emisiones en el área o en áreas adyacentes que el aire no es capaz de asimilar y que transporta, causando trastornos en la salud o el bienestar del componente biótico del sistema (y a veces del abiótico), en el que se incluye al hombre. Como en el área no existe actividad alguna que emita este tipo de contaminantes, tal como se aprecia en el modelo conceptual y en la matriz de interrelaciones de deterioro, se considera que la calidad es óptima y no se aplica índice alguno, pero se plantea uno que debiera aplicarse eventualmente si existiera tal actividad. Además, se expone en el elemento a evaluar no. 8, la capacidad de autodepuración que posee el viento en el área en función a las características físicas de la misma.

Índice sugerido: Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), adaptación al Sistema de Información Ecológica.

Autor: El Índice Mexicano de la Calidad del Aire (IMEXCA) en que se apoya el IMECA, fue creado por la Sedue en 1982, siendo adaptado al SIE por Arriaga y Hernández en 1987.

Carácter: Puntual

VARIABLES AMBIENTALES: Partículas suspendidas totales (PST)  
Bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)  
Bióxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)  
Ozono (O<sub>3</sub>)  
Monóxido de carbono (CO)  
Producto sinérgico PST x SO<sub>2</sub>

Fuentes: Datos de concentración de contaminantes, manejada por la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (DGPCCA) de la Sedue, obtenidos a partir de las redes de monitoreo automática y manuales.

Presentación: Listados por sectores o áreas críticas de ciertas ciudades a partir de los monitoreos en las redes.

Periodicidad: PST: cada 24 horas  
SO<sub>2</sub>: cada 24 horas  
NO<sub>x</sub>: cada hora  
O<sub>3</sub>: cada hora  
CO: cada 8 horas (8 h, 16 h y 24 h)  
PST x SO<sub>2</sub>: cada 24 horas

Disponibilidad: No existen los datos en bibliotecas públicas algunas, por lo que es necesario consultarlos directamente en la DGPCCA (ubicada en Río Elba no. 20 1er. piso, Col. Cuauhtémoc, México, DF); sin embargo, diariamente se publican reportes con el cálculo del IMECA para los cinco sectores en que se ha dividido la ciudad de México, tal como se indica en la lámina 20.

Estructura:  $IMECA = \text{Máx} (I_{PST}, I_{SO_2}, I_{NO_x}, I_{CO}, I_{O_3}, I_{PST \times SO_2})$   
Nota: para el cálculo de cada uno de los subíndices se sugiere consultar el compendio efectuado para tal efecto por la Sedue (Arriaga y Hernández, 1987).

Limitantes: Sólo existen redes de monitoreo en las ciudades con mayor concentración industrial, pero en algunas ni siquiera existe representatividad y regularidad en la toma de datos. Para áreas rurales no existen muestreos y, como en el caso del área de estudio, se considera que las eventuales emisiones serían aisladas y asimiladas por la atmósfera, aunque en un momento dado podría estimarse a partir de las PST aplicando el Índice de Erosión Eólica.

## 2. Elemento a evaluar: agua

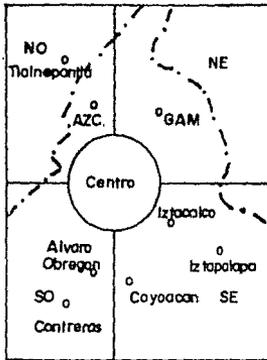
Considerada la calidad del agua también en cuanto a presencia de elementos extraños, derivados de desechos líquidos directamente o por lixiviación, debe considerarse también la capacidad de autodepuración o asimilación, que define el nivel real de concentración y permanencia de tales contaminantes y que se analiza en el índice no. 9.

Sin embargo, en el área, la única fuente de eventual contaminación de este tipo es una fábrica de polietileno que, de acuerdo con los factores de emisión determinados por la Organización Mundial de la Salud (OMS y OPS, 1984) no producen desechos líquidos significativos (clave 3513c POLIOLEFINAS según el código de clasificación de la ONU).

Los índices de calidad de agua han sido desarrollados en función a diferentes variables y su funcionalidad generalmente depende de la representatividad de la ubicación de las estaciones de calidad del agua, el número de variables medidas y la periodicidad de medición de las mismas.

Es importante hacer notar que la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua mide diferente número de variables y la ubicación de las estaciones se orienta sobre los cursos principales, además de unos cuantos embalses naturales y algunos mantos freáticos considerados como áreas críticas por la vulnerabilidad o alto nivel de contaminación real. Considerando estas limitantes se plantea el siguiente índice de calidad:

**CONTAMINACION ATMOSFERICA**  
**Indice de calidad del aire, Valle de Mexico**



INFORME PERIODO

DE LAS \_\_\_\_\_ h  
 DEL DIA \_\_\_\_\_  
 A LAS \_\_\_\_\_ h  
 DEL DIA \_\_\_\_\_

NO = \_\_\_\_\_  
 NE = \_\_\_\_\_  
 CENTRO = \_\_\_\_\_  
 SO = \_\_\_\_\_  
 SE = \_\_\_\_\_  
 VISIBILIDAD = \_\_\_\_\_



Información proporcionada por  
 Dirección General Saneamiento Atmosférico  
 Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente  
 Secretaría de Salubridad y Asistencia

CALIDAD DEL AIRE : 0-50 Bueno, 51-150 Satisfactorio, 151-300 No satisfactoria, 301-400 Mala, 401-500 Muy mala  
 VISIBILIDAD : Mayor de 20km Muy buena, de 10 a 20km Buena, de 5 a 10km Regular, de 1 a 5Mts, Menor de 1km Muy mala  
 (Preparado por el SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL)

EL INDICE SE REPORTA CON BASE EN EL CONTAMINANTE CON MAS ALTO NIVEL DE LA ZONA. LOS CONTAMINANTES MEDIDOS SON: PSTI (Partículas suspendidas totales-fracción respiratoria), SO<sub>2</sub> (Dióxido de azufre), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno), O<sub>3</sub> (Ozono), CO (Monóxido de carbono)

**Lamina 20. Formato para el reporte del IMECA**

Índice sugerido: Calidad del agua

Autor: National Sanitation Foundation (NSF). Sistematizado por la SARH (González-Leal, 1987)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Indicadores de materia orgánica:

Oxígeno disuelto

Demanda bioquímica de oxígeno

Indicadores bacteriológicos:

Coliformes totales

Coliformes fecales

Indicadores físico-químicos:

Conductividad específica

Cloruros

Nitrógeno amoniacal

Dureza

Alcalinidad total

pH

Grasas y aceites

Sólidos suspendidos

Sólidos disueltos

Nitrógeno de nitratos

Fosfatos totales

Detergentes

Indicadores físicos:

Color

Turbidez

Presentación: Listados por estación de monitoreo de la calidad del agua

Fuente: Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua de la SARH

Periodicidad: Mensual

Disponibilidad: En la subcoordinación de Calidad del Agua (CIECCA) del IMTA y la Dirección General de Control de la Contaminación del Agua (DGCCA) de la Sedue.

Método:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i w_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Donde I = Índice de calidad, que varía de cero a cien  
I = Índice de calidad para el parámetro, que varía de cero a cien  
w = Peso de importancia del parámetro, que varía de cero a cinco  
n = Número de parámetros

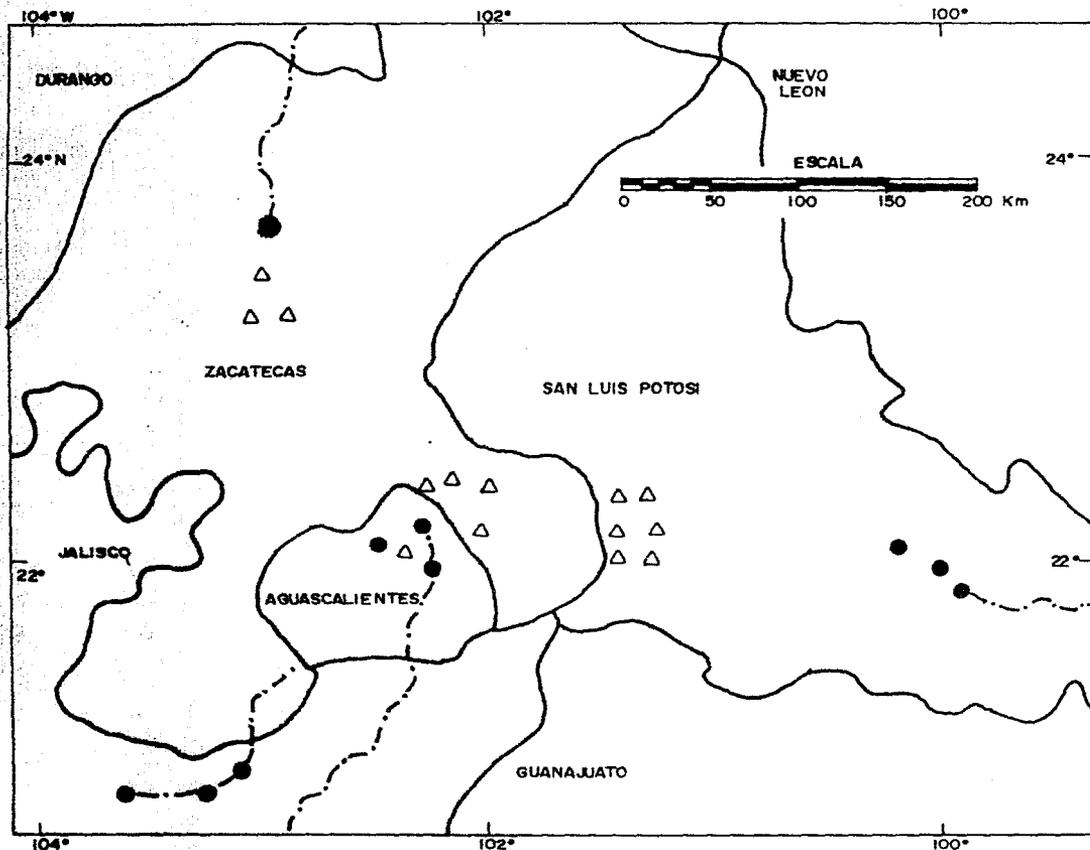
La ponderación de los índices varía de cinco que se asigna a los parámetros relacionados con el uso del agua prioritario, a uno, que corresponde a los parámetros con menor significación.

**Limitantes:** El índice, tal como se aplica en México, considera 18 parámetros que son excesivos y, además, no son medidos en todas las estaciones de la red que, por otro lado, son relativamente escasas, principalmente en áreas, como el caso de estudio, donde el agua subterránea es de mayor importancia. Además, como el índice de calidad está en función a la "pureza" de los cuerpos de agua, se requieren varios patrones que indiquen el grado de afectación para corrientes, embalses, mantos subterráneos y lagunas costeras y que complementen a la escala de calificación de acuerdo a los seis usos posibles (abastecimiento público, recreación, pesca, vida acuática, agrícola e industrial).

**Aplicación:** al área de estudio: Como se mencionó anteriormente, se carece de un patrón que refleje la calidad deseable del agua de mantos subterráneos que, en principio, y de acuerdo a las normas consideradas para corrientes, no puede poseer 100% de calidad por la dilución de las bases; esto es evidente en el área de estudio, que es de naturaleza calcárea, por lo que el agua extraída de estos cuerpos comúnmente es salobre (González, Comm pers). Igualmente, se indicó que el agua utilizada en el área para consumo humano y uso agrícola, proveniente de pozos, no ha sido afectada en su calidad por la no degradabilidad del polietileno, único producto industrial generado en Salinas; debido a que no existe un uso masivo de fertilizantes ni otra fuente importante de contaminación a los mantos, la red nacional de monitoreo no dispone de estación alguna en el área como se muestra en la lámina 21.

### 3. Elemento a evaluar: suelo

La alteración del elemento suelo se evidencia claramente en las áreas que han sido erosionadas; sin embargo, en otras, que en cierta época del año poseen protección vegetal, puede ésta no ser permanente, por lo que, en algún período el suelo va a estar expuesto a los elementos climáticos.



**SIMBOLOGIA**

- Límite estatal
- - - Corriente superficial
- Estación de monitoreo de aguas superficiales (ríos, lagos, drenes)
- △ Estación de monitoreo de aguas subterráneas (pozos, canotes, norias)

Fuente: SARH. Programa de monitoreo de la calidad del Agua del Sistema Nacional de Protección Civil

**Lámina 21. Estaciones de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua ubicadas en el área potosino-zacatecana**

Un método desarrollado para cartografiar áreas en función al tiempo en que se encuentra protegido el suelo, que define el nivel de inalteración o calidad, ha sido desarrollado por la Dirección General de Conservación del Suelo y el Agua (Trueba et al, 1984).

Este método consiste en la comparación de dos imágenes de satélite o fotografías aéreas de una misma región tomadas en época de secas y época de lluvias, determinándose el grado de permanencia de la cobertura vegetal y el grado de afectación del suelo en cuanto a superficie y profundidad de remoción del mismo.

Esta forma indirecta de inventariar la erosión se está cubriendo de una manera sistemática a nivel estatal por lo que, para el área de estudio, puede determinarse mediante consulta cartográfica (lámina 22); sin embargo, el procedimiento para definir la evolución de la calidad del elemento es como a continuación se indica:

Índice sugerido: Dinámica de la vegetación

Autor: FAO (1954)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Cobertura vegetal (ausente, temporal o perenne)  
Tiempo (épocas húmeda y seca)

Fuente: Imágenes Landsat o Spot

Presentación: Imágenes multiespectrales en las bandas 4, 5, 6 y 7

Cartografía climática esc. 1:500,000

Cartografía topográfica esc. 1:250,000 y 1:50,000.

Mapa del levantamiento fisiográfico de la República Mexicana, preparado por el Colegio de Postgraduados o el mapa preparado ex profeso a una escala mayor

Periodicidad: Imágenes del área de interés en épocas seca y húmeda

Disponibilidad: Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI

Coordinación de Desarrollo Profesional del IMTA (Cuernavaca, Mor.)

Adicionalmente, en caso de que sea posible la adquisición de imágenes de satélite, ésta puede efectuarse a través de la empresa Aerosat, SA, que tiene la concesión para la venta de las mismas. La periodicidad de las

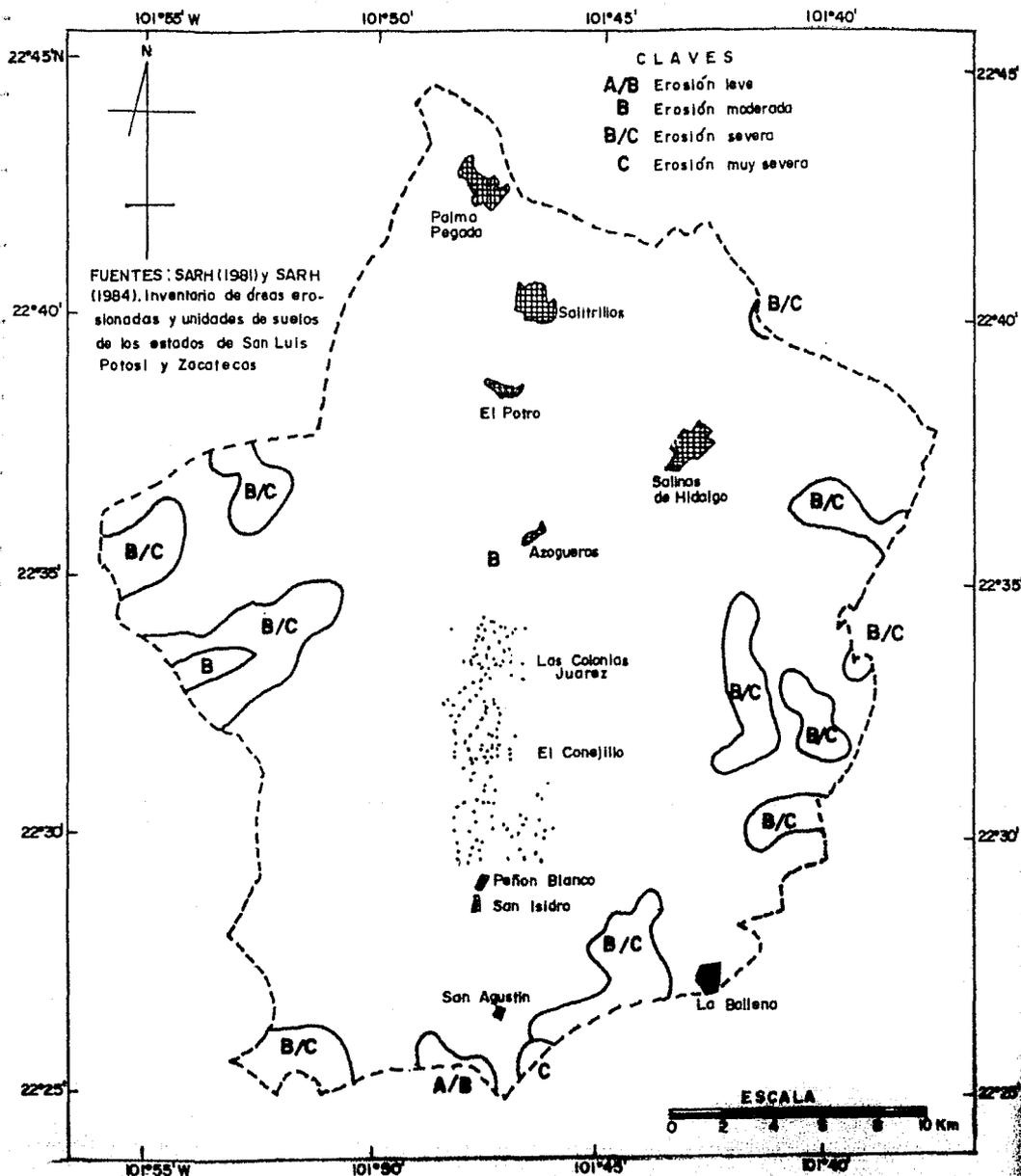


Lámina 22. Inventario de áreas erosionadas a partir de la dinámica de la vegetación

imágenes oscila entre 16 y 18 días, dependiendo del satélite que las emite (Landsat o Spot).

**Método:** Análisis visual de imágenes, determinando la vegetación ausente, temporal o perenne para las dos épocas para la obtención de nueve clases de cobertura vegetal; en ellas, cada una representa el avance, el equilibrio o la disminución de la vegetación y, consecuentemente, de la protección del suelo, de donde se deriva un plano de erosión que contiene cinco niveles de erosión de acuerdo a la clasificación FAO, que se muestra en el cuadro 1B.

**Limitantes:** Una vez que se han obtenido los planos de erosión correspondientes es importante verificar en campo los valores obtenidos por análisis de satélite; sin embargo, esto no siempre es posible, por lo que el nivel de confiabilidad no va a ser total, pero sí muy superior al obtenido a metodologías anteriores.

**Aplicación al área de estudio:** En la lámina 22 puede apreciarse que el proceso continuo de substitución de la cubierta vegetal ha tenido efectos negativos, aunque en diverso grado, en la protección del suelo: mientras que en las planicies, que es donde se asientan las principales localidades y donde se realiza una actividad agropecuaria más extendida, la erosión es moderada (B), en las partes montañosas, incluyendo los lomeríos que bordean la cuenca, la mayor pendiente provoca una erosión severa (B/C), incrementada por el sobrepastoreo en algunas áreas y la erosión hídrica en época de lluvias. Un caso extremo, donde se presenta una erosión muy severa (C), corresponde a la depresión lacustre que bordea la laguna El Salitre, ubicada apenas en los límites del área de estudio, donde el fino sedimento desprotegido de vegetación favorece una erosión eólica acelerada que ocurre en el resto de la Cuenca de Salinas en mucho menor grado.

#### 4. Elemento a evaluar: vegetación original

Este es un elemento, cuya "evaluación de calidad" es muy subjetiva, pues muchas veces, merced a influencias externas, sólo sufre un cambio más cualitativo que cuantitativo, esto es, una perturbación o cambio estructural de su composición florística; por ello, tendenciosa o accidentalmente, ciertos tipos de asociaciones, comunidades o especies -inclusive algunas introducidas- se ven favorecidas a costa de otras.

Cuadro 18. Clasificación FAO de áreas erosionadas (1954)

Clase	Nombre de la clase	Definición de la clase
A	Erosión no manifiesta	Aquél que ha perdido menos de 25% de la capa del suelo superficial, pero que admite 10% de su superficie total con grado de erosión B o C.
A/B	Erosión leve	Aquél que ha perdido menos de 15% de la capa del suelo superficial, pero que tiene 10 a 25% de su superficie total con grado de erosión B o C.
B	Erosión moderada	Aquél que ha perdido 25 a 75% de la capa del suelo superficial, pero que admite 10% de su superficie total con grado de erosión A o C.
B/C	Erosión severa	Aquél que ha perdido 25 a 75% de la capa del suelo superficial, pero que tiene 10 a 25% de su superficie total con grado de erosión A o C.
C	Erosión muy severa	Aquél que ha perdido más de 75% de la capa del suelo superficial, pero que admite 25% de su superficie total con grado de erosión A o B.

Fuente: Trueba et al, 1984

Es precisamente este cambio, en la diversidad de asociaciones vegetales, más que la propia existencia, la que determina la variación cualitativa del elemento vegetación que, aunque puede ser incrementado en biomasa, difícilmente va a constituir un sistema autosuficiente y va a estar supeditado a insumos externos.

El índice aplicado aquí, incluye, además del cambio estructural (y comúnmente, fisonómico), la consideración de las áreas desprovistas de todo tipo de vegetación o en proceso de erosión y la proporción de las especies amenazadas respecto al inventario florístico general del área.

Índice sugerido: Diversidad vegetal

Autor: Espinoza (en preparación)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Vegetación original (superficie)  
Vegetación inducida (superficie)  
Vegetación introducida (superficie)  
Áreas desprovistas de vegetación y en  
proceso de erosión (superficie)  
Inventario florístico  
Especies amenazadas o en peligro de  
extinción

Presentación: Cartografía de vegetación y uso del suelo  
o fotografías aéreas  
o imagen de satélite  
Listados florísticos

Fuente: Cartografía del INEGI  
Listados por asociaciones vegetales del INEGI  
(Síntesis de Información Geográfica de San Luis Potosí  
y Zacatecas)  
Listados de especies amenazadas de la Sedue  
Imágenes Landsat o Spot

Periodicidad: La cartografía se publicó una sola vez, pues su primer objetivo era cubrir todo el país a una escala uniforme de 1:50,000  
El mismo caso es el de la publicación de las síntesis geográficas  
Los listados sobre especies amenazadas van siendo enriquecidos continuamente por la Sedue

Disponibilidad: La cartografía y las síntesis geográficas estatales se pueden consultar o adquirir en la Dirección General de Integración y Análisis de la Información del INEGI.

Las imágenes de satélite se pueden consultar en la DGIAl del INEGI o en la Coordinación de Investigación del IMTA o adquirir en la primera institución.

Los listados sobre especies amenazadas se pueden consultar en la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales de la Sedue.

Método: 
$$I = \frac{0.01A + (0.01E)^2}{2} \quad 100$$

donde I = Índice de diversidad vegetal  
A = Grado de no alteración de las asociaciones vegetales originales

E = Grado de no alteración a la flora original

La relación exponencial indica el grado de ponderación que define la importancia del elemento. Para determinar los valores de A y E se utilizan las siguientes fórmulas:

$$A = \frac{t - (r + d + e)}{t}$$

$$E = \frac{m}{s}$$

en que t = superficie total del área de estudio  
r = superficie cubierta por asociaciones vegetales introducidas  
d = superficie cubierta por asociaciones vegetales inducidas  
e = superficie desprovista de vegetación o en proceso de erosión  
m = número de especies vegetales que no están amenazadas ni en peligro de extinción  
s = inventario florístico total (número de especies)

Limitantes: Como tanto la cartografía como las síntesis de información geográfica no son publicaciones periódicas, sino que se publicaron para un año determinado con el fin de completar una colección para el país, a medida que transcurre el tiempo, su información contenida va perdiendo validez porque cada vez representa menos la realidad; el mismo caso ocurre con las fotografías aéreas.

Los inventarios florísticos de especies amenazadas dependen de la actualización de la información en los bancos de la Sedue.

Igualmente, el nivel de ponderación del grado de afectación de la flora original es meramente convencional y es realmente un factor arbitrario de importancia que se asigna al índice general.

Aplicación al área de estudio:

$$I = \left[ \frac{0.01A + (0.01E)^2}{2} \right] 100$$

$$A = \frac{t - (r + d + e)}{t}$$

t = 714.2 km<sup>2</sup> (superficie total del área de estudio)

r (vegetación introducida) = 246.15 km<sup>2</sup>  
(agricultura de temporal; véase cuadro 7)

d (vegetación inducida) = 50.98 km<sup>2</sup>  
(pastizales nativos; véase lámina 16)

e (áreas desprovistas de la cubierta vegetal original) = 7.28 km<sup>2</sup>  
(asentamientos humanos y áreas erosionadas; véase cuadro 7)

$$A = \frac{714.2 - (246.15 + 50.98 + 7.28)}{714.2} = 57.4$$

$$E = \left( \frac{m}{s} \right) 100$$

s = 103 especies vegetales reportadas para el área (cuadro 8)

m = 84 especies no amenazadas ni en peligro de extinción (cuadro 19)

$$E = \frac{84}{103} = 81.6$$

$$I = \left[ \frac{0.01A + (0.01E)^2}{2} \right] 100$$

Cuadro 19. Relación de plantas raras o en peligro de extinción en el área

Familia	Especie
<u>Cactaceae</u>	<u>Arctarpus kotschoubeyanus</u> (Lemaire) Schumann (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Echinocereus amoenus</u> (Dietrich) Schumann (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Echinossulocactus cortonogus</u> (Lem.) Lawq. (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Echinossulocactus tricuspidatus</u> (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Echinomastus macoswollii</u> (Reb) Br. & R. (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Echinomastus unguispinus</u> Britt et Rose var. Laui Glass + Foster (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Gymnocactus gielsdorfianus</u> (Derd.) Backebg. (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Leuchtenbergia principis</u> Hook. (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Lophophora williamsii</u> (Lem. ex So.) Coult. (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Mammillaria bocasana</u> Poselger (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Mammillaria canoica</u> Scheidw. (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Mammillaria humboldtii</u> Ehrenb. (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Mammillaria microhelix</u> Werderm (V)
<u>Cactaceae</u>	<u>Mammillaria pilispina</u> J.A. Porpus (K)
<u>Cactaceae</u>	<u>Peleciphora pseudopectinata</u> Backerb. (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Thelocactus lophosphoroides</u> (Werd) (V) Buxbaum et Beckebb
<u>Cactaceae</u>	<u>Turbinicarpus flaviflorus</u> Frank + Lav. (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Turbinicarpus laui</u> Glass + Foster (E)
<u>Cactaceae</u>	<u>Turbinicarpus polaskii</u> (Backebbs) (E)

Claves: (E) En peligro (V) Vulnerable

Fuente: Seduz (1987)

$$I = \frac{0.01(57.4) + [0.01(81.6)]}{2} \quad I = 100$$

$$I = 62$$

Aunque este valor obtenido es numérico, sólo resulta significativo al compararlo con otras áreas o con la misma, pero en distintos años, con el fin de monitorear el impacto de las actividades humanas o la efectividad de eventuales acciones de rehabilitación del sistema ambiental. Es importante recordar que, aunque pudieran elaborarse y aplicarse normas con las cuales se pudiera comparar para calificar el valor del índice, aquéllas tendrían una validez subjetiva, toda vez que, siendo menor que cien, el índice ya va a estar indicando un impacto mayor o menor y sólo es cuestión de que el planificador se plantease en su escenario cuál es el nivel de afectación que está dispuesto a aceptar en aras de un beneficio económico y social; por otro lado, para determinar cuándo se ha rebasado el valor crítico de degradación irreversible a la flora o a la vegetación, es conveniente analizar aisladamente los valores de los subíndices A y E y establecer tales límites de acuerdo a un conocimiento real de la dinámica global del sistema ambiental.

##### 5. Elemento a evaluar: fauna silvestre

Lo mismo que la vegetación, la evaluación de la fauna silvestre implica un alto grado de subjetividad por diversos aspectos, entre los que destacan los siguientes:

- Cuando se alude al término "fauna silvestre", generalmente se hace referencia al subphylum vertebrados (V) (véase GLOSARIO) y, específicamente, a las clases mamíferos y aves (véase GLOSARIO) y, secundariamente, a los reptiles, que son los más conspicuos, por lo que otros phyla (véase GLOSARIO) han sido poco apreciados y estudiados.
- Este elemento se encuentra tan íntimamente ligado con la vegetación -normalmente la original-, que la alteración de ésta tiene consecuencias directas debido a la afectación del habitat y zona de alimentación, por lo que no puede evaluarse la fauna aisladamente, sin considerar el otro elemento.
- Debido a la capacidad de locomoción de la fauna, no es posible asignarla específicamente a un área pues debe haber un intercambio común hay intercambio de elementos faunísticos con las áreas adyacentes.

- Muchos elementos de la fauna pueden aparecer solamente en forma temporal en el área y guardar relaciones también estacionales con otros organismos animales y vegetales.
- Normalmente existe un cambio en la relación cuantitativa (número de individuos), más que en la cualitativa (número de especies) de un inventario faunístico con la alteración de los habitats, excepto en el caso de los organismos más sensibles; esto es debido a que las especies pueden tener una respuesta distinta a cada actividad fluctuando desde la formación de "plagas" hasta la extinción de algunas de aquéllas.

En función de lo anterior, se plantea la aplicación de un "índice de calidad" que evalúe la relación entre especies amenazadas comparadas con el inventario faunístico original más que el número mismo de organismos por cada especie; para ello se requiere de la correlación entre el estado (nivel de conservación) de los habitats y la fauna correlativa mediante la realización de encuestas sobre la existencia del tipo de fauna del área o, cuando no es posible tal técnica, la determinación de afinidad faunística con áreas ambientalmente similares.

Índice sugerido: Diversidad faunística

Autor: Barrera (1987)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Fauna silvestre  
Especies amenazadas o en peligro de extinción

Presentación: Inventarios  
Encuestas

Fuente: Sedue (Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales)  
Encuestas en campo

Periodicidad: Los inventarios faunísticos normalmente se publican una sola vez.  
Los listados sobre especies amenazadas van siendo enriquecidos continuamente por la Sedue.

Disponibilidad: Los inventarios faunísticos pueden obtenerse en la SARH (Ambia, 1967).  
Los listados sobre especies amenazadas se pueden consultar en la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales de la Sedue.

Método: Los listados pueden obtenerse por consulta directa y enriquecerse con encuestas. Pero, cuando se desean para áreas más específicas y se conocen las

condiciones ambientales de las mismas pueden inferirse las especies existentes para áreas similares y cercanas mediante el método de afinidad faunística. La fórmula que se aplica una vez obtenida la información es la siguiente:

$$I = \frac{e}{a} \cdot 100$$

Donde I = Índice de diversidad o conservación de la fauna silvestre

e = Número de especies de las que se tiene referencia que no se encuentran en peligro de extinción o están extintas (diferencia del inventario faunístico total y el de especies vulnerables o extintas)

a = Inventario faunístico de las especies existentes y las extintas

**Limitantes:** Los inventarios faunísticos no son actualizados continuamente y, cuando se realizan, se hacen a nivel de áreas político-administrativas (estados principalmente), por lo que no se indica directamente la relación entre las especies y sus habitats y el retroceso de un estado o habitat original aunque aún no se haya extinguido en el país. De igual manera, no se indica el estado de deterioro del nicho de las especies y el grado de confiabilidad de los inventarios depende en gran medida de los métodos de realización.

**Aplicación en el área de estudio:** La geofacia Cuenca de Salinas no dispone de inventarios faunísticos propios, por lo que se ha utilizado el método de afinidad faunística entre los listados correspondientes a San Luis Potosí y Zacatecas que se muestran en los cuadros 20 y 21 que, enriquecidos por encuestas de campo, permiten la obtención del inventario faunístico del área (cuadro 22).

Las especies amenazadas o en vías de extinción, indicadas en el cuadro 9 permiten la aplicación del índice propuesto, que se indica a continuación:

$$I = \frac{83}{101} \cdot 100$$

$$I = 82.2$$

Cuadro 20. Inventario faunístico del estado de San Luis Potosí

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Amazilia candida</u>	Esmeralda petiblanca
<u>Amazilia cyanocephala</u>	Chupamirto cabeza azul
<u>Amazona autumnalis</u>	Loro cariamarillo
<u>Amazona ochrocephala</u>	Cotorra cabeza amarilla
<u>Amazona viridigenalis</u>	Cotorra cabeza roja
<u>Anas acuta</u>	Pato golondrino
<u>Anas carolinensis</u>	Cerceta de lista verde
<u>Anas discors</u>	Cerceta de alas azules
<u>Anas streperus</u>	Pato pinto
<u>Anhinga anhinga</u>	Huizote
<u>Anser albifrons</u>	Oca salvaje
<u>Anthracothorax prevostii</u>	Chupamirto misanteco
<u>Ara militaris mexicana</u>	Guacamaya verde
<u>Aratinga holochlora</u>	Periquito verde
<u>Archilochus alexandrii</u>	Colibrí terciopelo barbanegro
<u>Ardea caerulea</u>	Garza azul
<u>Ardea egretta</u>	Garzón blanco
<u>Arremonops rufivirgata</u>	Gorrión oliváceo
<u>Asio flammeus</u>	Tecolote orejas cortas
<u>Asio otus</u>	Lechuza barranquera
<u>Attis heloisa</u>	Chupamirto garganta violada
<u>Aythya affinis</u>	Pato boludo chico
<u>Aythya americana</u>	Pato cabeza roja
<u>Bombycilla cedrorum</u>	Chinito
<u>Bubo virginianus</u>	Tecolote cornudo
<u>Buteogallus anthracinus</u>	Aguililla cangrejera
<u>Buteo jamaicensis calurus</u>	Aguililla parda occidental
<u>Buteo magnirostris</u>	Gavilán chapulinero
<u>Buteo nitidus</u>	Gavilán gris
<u>Buteo swansoni</u>	Aguililla
<u>Butorides virescens</u>	Martinete cangrejero
<u>Cairina moschata</u>	Pato real
<u>Callipepla squamata</u>	Codorniz escamosa
<u>Calothorax lucifer</u>	Chupamirto morado grande
<u>Campylorhynchus brunneicapillus</u>	Matraca grande
<u>Capella gallinago</u>	Agachona
<u>Caprimulgus salvini</u>	Cuerporruin
<u>Carpodacus mexicanus</u>	Gorrión doméstico
<u>Cassidix mexicanus mexicanus</u>	Zanate
<u>Catherpes mexicanus</u>	Saltapared barranquero
<u>Centurus aurifrons</u>	Carpintero de frente dorada
<u>Chloroceryle americana</u>	Martin pescador de río
<u>Chlorostilbon canivetii</u>	Esmeralda cola de pescado

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Chordeiles acutipennis</u>	Halcón nocturno
<u>Ciccaba virgata</u>	Mochuelo llanero
<u>Circus cyaneus</u>	Gavilán ratonero
<u>Colaptes cafer nanus</u>	Carpintero alirrojo enano
<u>Colibri thalassinus</u>	Colibri verdemar
<u>Colinus virginianus</u>	Codorniz común
<u>Columba fasciata</u>	Paloma de collar
<u>Columba flavirostris</u>	Paloma morada
<u>Colymbus dominicus</u>	Zambullidor chico
<u>Contopus richardsonii</u>	Tengogrio común
<u>Coragyps atratus</u>	Zopilote común
<u>Crax rubra</u>	Hocofaisán
<u>Crotophaga sulcirostris</u>	Garrapatero
<u>Crypturellus cinnamomeus</u>	Perdiz canela
<u>Cynanthus latirostris</u>	Chuparrosa matraquita
<u>Cyrtonyx moctezumae</u>	Codorniz pinta
<u>Dactylortyx thoracicus</u>	Chivizcoyo (codorniz)
<u>Dendrocopos villosus</u>	Carpintero velloso
<u>Dendrocygna autumnalis</u>	Pichichi
<u>Dendroica auduboni</u>	Verdín aceitunero
<u>Dendroica fusca</u>	Verdín pasajero
<u>Dendroica occidentalis</u>	Verdín coronado
<u>Dendroica pensylvanica</u>	Verdín de costados castaños
<u>Dendroica virens</u>	Verdín de pecho negro
<u>Dendroortyx barbatus</u>	Gallina de monte (codorniz)
<u>Dives dives</u>	Tordo de ojos blancos
<u>Empidonax griseus</u>	Mosquerito gris
<u>Empidonax hammondi</u>	Mosquerito
<u>Erolia bairdii</u>	Chichicuilote de Baird
<u>Erolia melanotos</u>	Chichicuilote manchado
<u>Eugenes fulgens</u>	Chupamirto verde montero
<u>Falco plumbea</u>	Gavilán plumizo
<u>Falco sparverius</u>	Cernicalo
<u>Geothlypis nelsoni</u>	Verdín enmascarado
<u>Glaucidium brasilianum</u>	Tocolotillo rayado
<u>Grus canadensis</u>	Grulla cenicienta
<u>Guara alba</u>	Ibis blanco
<u>Habia gutturalis</u>	Cardenal hormiguero
<u>Henicorhina leucosticta</u>	Saltapared gallinita
<u>Herpotheres cachinans</u>	Huaco vaquero
<u>Hylocichla mustelina</u>	Tordo de la selva
<u>Icteria virens</u>	Arriero mexicano
<u>Icterus bullockii</u>	Calandria cañera

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Icterus cucullatus</u>	Calandria zapotera
<u>Icterus granduacauda</u>	Calandria hierbera
<u>Icterus qularis tamaulipensis</u>	Calandria turpial tamaulipeca
<u>Icterus parisorum</u>	Calandria tunera
<u>Icterus spurius</u>	Calandria café
<u>Icterus wagleri</u>	Calandria palmera dorada
<u>Lampornis amethystinus</u>	Chupamirto pecho amatista
<u>Lampornis clemenciae</u>	Chupamirto garganta azul
<u>Larus argentatus</u>	Apiízcra plateada
<u>Larus atricilla</u>	Gaviota risueña
<u>Leptotila plubeiceps</u>	Paloma suelera
<u>Leptotila verreauxi</u>	Paloma suelera
<u>Lobipes lobatus</u>	Chichicuilote norteño
<u>Meleagris gallopavo</u>	Guajolote silvestre
<u>Melanerpes formicivurus formicivurus</u>	Carpintero tigre de México
<u>Melospiza licolnii</u>	Zorzal
<u>Mareca americana</u>	Pato chalcuán
<u>Micrastur semitorquatus</u>	Gavilán selvático
<u>Mimus polyglottos leucopterus</u>	Cenzontle
<u>Myadestes obscurus</u>	Jilquero obscuro
<u>Myiarchus cinerascens</u>	Triste ceniciento mexicano
<u>Nycticorax nycticorax</u>	Perro de agua
<u>Oreopelia montana</u>	Paloma montañera
<u>Ortalis vetula</u>	Chachalaca
<u>Otus trichopsis</u>	Tecolotito manchado
<u>Oxyura jamaicensis</u>	Pato tepalcate
<u>Pandion haliaetus</u>	Gavilán pescador
<u>Passer domesticus</u>	Gorrión inglés común
<u>Passerina ciris pallidior</u>	Sietecolores pálidos
<u>Passerina versicolor</u>	Gorrión prusiano
<u>Penelope purpurascens</u>	Cojolite
<u>Phalacrocorax olivaceus</u>	Corvejón
<u>Pheucticus melanocephalus</u>	Tigrillo guionchi
<u>Piculus rubiginosus</u>	Carpintero oliváceo
<u>Pionus senilis</u>	Loro chilillo
<u>Piranga flava</u>	Piranga aguacatera (cardenal)
<u>Piranga rubra</u>	Cardenal avispero
<u>Pitangus sulphuratus</u>	Bienteveo
<u>Polioptila melanura</u>	Perlita colinegra
<u>Polyborus cheriway</u>	Quebrantahuesos
<u>Pooecetes gramineus</u>	Gorrión torito
<u>Pyrocephalus rubinus mexicanus</u>	Cardenalito mexicano
<u>Pyrrhuloxia sinuata</u>	Cardenal torito

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Regulus calendula</u>	Reyezuelo
<u>Rhynchopsitta terrisi</u>	Cotorra frente purpúrea
<u>Richmondia cardinalis canicauda</u>	Cardenal común coligris
<u>Salpinctes obsoletus</u>	Saltapared comesebo
<u>Sayornis phoebe</u>	Papamoscas
<u>Sayornis saya</u>	Papamoscas boyero
<u>Sciurus motacilla</u>	Verdin de cejas blancas
<u>Selasphorus platycercus</u>	Chupamirto cola ancha
<u>Selasphorus rufus</u>	Chupamirto dorado
<u>Setophaga picta</u>	Guajolotito de charreteras
<u>Spatula clypeata</u>	Pato cuaresmeño
<u>Speotyto cunicularia hypugaea</u>	Lechuza de ojo común
<u>Spinus notatus</u>	Dominiquito acalandriado
<u>Spinus psaltria</u>	Dominico dorado
<u>Spinus tristis pallidus</u>	Dominiquito triste pálido
<u>Spizella passerina</u>	Chimbitito común
<u>Squatarola squatarola</u>	Avefría
<u>Steganopus tricolor</u>	Chichicuilote nadador
<u>Tanagra musica</u>	Monjita de capucha azul
<u>Thryomanes bewickii</u>	Saltapared tepetatero
<u>Toxostoma curvirostre curvirostre</u>	Cuitlacoche picocurvo común
<u>Troglodytes aedon</u>	Saltapared cucarachero
<u>Tyrannus verticalis</u>	Madrugador avispero
<u>Tyrannus vociferans</u>	Madrugador chilero
<u>Veniliornis fumigatus</u>	Carpintero sudamericano
<u>Vermivora ruficapilla</u>	Verdin de moño
<u>Zenaida asiatica</u>	Paloma de alas blancas
<u>Zenaidura macroura</u>	Huilotá

## Clase Mamíferos

<u>Ateles geoffroyi</u>	Mono araña
<u>Bassariscus astutus</u>	Cacomixtle
<u>Bassariscus sumichrasti</u>	Cacomixtle
<u>Canis latrans</u>	Coyote
<u>Coendu mexicanus</u>	Coendú
<u>Conepatus mesoleucus</u>	Zorrillo de espalda blanca
<u>Cratogeomys catanops</u>	Tuza de cara amarilla
<u>Cryptotis parva</u>	Musaraña pequeña
<u>Cuniculus paca</u>	Tepezcuintle
<u>Dasyurus novemcinctus</u>	Armadillo de nueve bandas
<u>Didelphis marsupialis</u>	Tlacuache

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Mamíferos	
<u>Dipodomys ordii</u>	Rata canguro
<u>Felis concolor</u>	Puma
<u>Felis pardalis</u>	Ocelote
<u>Felis onca</u>	Jaguar
<u>Felis weidii</u>	Tigrillo
<u>Felis yaquaroundi</u>	Leoncillo
<u>Grison canaster</u>	Rey de las ardillas
<u>Heterogeomys hispidus</u>	Tuza hirsuta
<u>Lepus californicus</u>	Liebre de cola negra
<u>Lynx rufus</u>	Lince
<u>Marmosa mexicana</u>	Rata tlacuache
<u>Mazama americana</u>	Temazate
<u>Mephitis macroura</u>	Zorrillo listado
<u>Mustela frenata</u>	Comadreja
<u>Nasua narica</u>	Coati
<u>Odocoileus hemionus</u>	Venado bura
<u>Odocoileus virginianus</u>	Venado cola blanca
<u>Pecari tajacu</u>	Pecari de collar
<u>Philander opossum pallidus</u>	Tlacuache de cuatro ojos
<u>Potos flavus</u>	Martucha
<u>Procyon insularis</u>	Mapache
<u>Procyon lotor</u>	Mapache
<u>Procyon pygmaeus</u>	Mapache
<u>Sciurus aureogaster</u>	Ardilla arbórea
<u>Sciurus deppei</u>	Ardilla
<u>Sciurus oculatus</u>	Ardilla
<u>Sorex saussurei</u>	Rata musaraña
<u>Spilogale augustifrons</u>	Zorrillo manchado
<u>Sylvilagus audubonii</u>	Conejo de Audubon
<u>Sylvilagus brasiliensis</u>	Conejo
<u>Sylvilagus floridanus</u>	Conejo de Castilla
<u>Tamandua tetradactyla</u>	Oso hormiguero
<u>Taxidea taxus</u>	Tejón
<u>Tayra barbara</u>	Cabeza de viejo
<u>Thomomys umbrinus</u>	Topo
<u>Urocyon cinereoargenteus</u>	Zorra gris
<u>Vulpes macrotis</u>	Zorra norteña

## Clase Reptiles

<u>Coniophanes imperialis</u>	Culebra vientre rojo
<u>Coniophanes spp</u>	Culebra vientre rojo

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Reptiles	
<u>Constrictor constrictor</u>	Boa
<u>Crotalus atrox</u>	Serpiente de cascabel
<u>Crotalus basiliscus totonacus</u>	Serpiente de cascabel
<u>Crotalus triseriatus triseriatus</u>	Serpiente de cascabel
<u>Cnemidophorus perplexus</u>	Lagartija
<u>Cnemidophorus spp</u>	Lagartija
<u>Drymarchon corais erebennus</u>	Serpiente arroyera
<u>Drymobius chloroticus</u>	Serpiente parda
<u>Drymobius spp</u>	Serpiente parda
<u>Elaphe chlorosoma</u>	Serpiente ratonera
<u>Elaphe flavirufa</u>	Serpiente ratonera
<u>Gopherus berlandieri</u>	Tortuga Gofer de Texas
<u>Heterodon nasicus kennerlyi</u>	Serpiente nariz de cerdo
<u>Kinosternon integrum</u>	Tortuga de cenegal
<u>Lampropeltis mexicana</u>	Falso coral
<u>Lampropeltis triangulum polyzona</u>	Falso coral
<u>Masticophis flagelum testaceus</u>	Serpiente corredora
<u>Masticophis taeniatus ruthveni</u>	Serpiente corredora
<u>Micrurus fitzingeri</u>	
<u>microgalbineus</u>	Serpiente de coral
<u>Micrurus fulvius tenere</u>	Serpiente de coral
<u>Pituophis catenifer affinis</u>	Cincuate
<u>Pituophis deppei</u>	Cincuate
<u>Salvadora lineata</u>	Serpiente matorralera
<u>Sceloporus grammicus disparilis</u>	Lagarto escamoso
<u>Sceloporus parvus parvus</u>	Lagarto escamoso
<u>Sceloporus spp</u>	Lagarto escamoso
<u>Tantilla rubra</u>	Serpiente rojiza
<u>Terrapene mexicana</u>	Tortuga de caja
<u>Thamnophis eques eques</u>	Serpiente de jarreteras
<u>Thamnophis melanogaster canescens</u>	Serpiente de jarreteras
<u>Thamnophis spp</u>	Serpiente de jarreteras
Clase Anfibios	
<u>Ambystoma velasci</u>	Salamandra
<u>Bolitoglossa mexicana</u>	Salamandra
<u>Bolitoglossa spp</u>	Salamandra

FUENTE: Ambia (1967) Estado de San Luis Potosi

Cuadro 21. Inventario faunístico del estado de Zacatecas

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Agelaius phoeniceus gubernator</u>	Tordo charretero de cañaveral
<u>Ammodramus savannarum</u>	Gorrión chapulín
<u>Anas carolinensis</u>	Cerceta de lista verde
<u>Anas diazi</u>	Pato triquero
<u>Anas platyrhynchos</u>	Pato de collar
<u>Anas streperus</u>	Pato pinto
<u>Anthus spinoletta</u>	Alondra acuática
<u>Aphelocoma coerulescens grisea</u>	Urraca azulejo grisácea
<u>Ara militaris mexicana</u>	Guacamaya verde
<u>Archilochus alexandrii</u>	Chupamirto terciopelo barbanegro
<u>Ardea herodias</u>	Garza morena
<u>Aythya valisineria</u>	Pato coacoxtle
<u>Bartramia longicauda</u>	Ganga
<u>Buteo albicaudatus</u>	Aguililla cola blanca
<u>Buteo albonotatus</u>	Aguililla cola cinchada
<u>Buteo jamaicensis calurus</u>	Aguililla parda occidental
<u>Buteo lineatus texanus</u>	Aguililla listada texana
<u>Buteo regalis</u>	Aguililla patas ásperas
<u>Calamospiza melanocorys</u>	Gorrión cañero
<u>Callipepla squamata</u>	Codorniz escamosa
<u>Colothorax lucifer</u>	Chupamirto morado grande
<u>Campylorhynchus brunneicapillus</u>	Matraca grande
<u>Catherpes mexicanus</u>	Saltapared barranquero
<u>Centurus aurifrons aurifrons</u>	Carpintero cheque de frente dorada
<u>Centurus uropygialis</u>	
<u>sulfuriventer</u>	Carpintero vientre amarillo
<u>Chordeiles acutipennis</u>	Halcón nocturno
<u>Circus cyaneus</u>	Gavilán ratonero
<u>Colaptes cafer collaris</u>	Carpintero alirrojo de collar
<u>Colaptes cafer mexicanus</u>	Carpintero alirrojo mexicano
<u>Colinus virginianus</u>	Codorniz común
<u>Columba fasciata</u>	Paloma de collar
<u>Contopus pertinax</u>	Tengofrío grande
<u>Contopus richardsonii</u>	Tengofrío común
<u>Corvus cryptoleucus</u>	Cuervo de cuello blanco
<u>Cyanocitta stelleri diademata</u>	Cuauhgallito verdugo
<u>Cyananthus latirostris</u>	Chuparrosa matraquita
<u>Cyrtonyx montezumae</u>	Codorniz pinta
<u>Dendrocopos scalaris centrophilus</u>	Carpintero chejé jalisciense
<u>Dendrocopos villosus icastus</u>	Carpintero vellosos chihuahuense
<u>Dendroica auduboni</u>	Verdín aceitunero

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Dichromanassa rufescens rufescens</u>	Garza rojiza del norte
<u>Empidonax griseus</u>	Mosquerito gris
<u>Empidonax hammondi</u>	Mosquerito
<u>Eremophila alpestris chrysolaeama</u>	Alondra mexicana
<u>Erolia bairdii</u>	Chichicuillote de Baird
<u>Erolia melanotos</u>	Chichicuillote manchado
<u>Euphagus cyanocephalus</u>	Tordo de ojos amarillos
<u>Falco columbarius</u>	Halcón palomero
<u>Falco mexicanus</u>	Halcón café
<u>Falco sparverius</u>	Cernicalo
<u>Geococcyx velox</u>	Correcaminos
<u>Guiraca caerulea</u>	Azulejo maicero
<u>Hirundo rustica</u>	Golondrina común
<u>Hylacharis leucotis</u>	Chupamirto orejas blancas
<u>Icteria virens auricollis</u>	Arriero mexicano
<u>Icterus bullockii abeillei</u>	Calandria cañera de agua
<u>Icterus parisorum</u>	Calandria tunera
<u>Icterus spurius</u>	Calandria café
<u>Melanerpes formicivorus</u> <u>formicivorus</u>	Carpintero tigre de México
<u>Mereca americana</u>	Pato chalcuán
<u>Mimus polyglottos leucopterus</u>	Cenzontle norteño
<u>Molothrus ater ater</u>	Tordo negro tulinche
<u>Molothrus ater obscurus</u>	Tordo negro pijuí
<u>Myadestes townsendi calophonus</u>	Jilquero de Townsend cantor
<u>Myiarchus cinerascens mexicanus</u>	Triste ceniciento mexicano
<u>Myiarchus nuttingi inquietus</u>	Mosquero triste guerrerense
<u>Oriturus superciliosus</u>	Zorzal ravado
<u>Passer domesticus domesticus</u>	Corrión inglés común
<u>Petrochelidon pyrrhonota</u>	Golondrina vencejo
<u>Peucedramus taeniatus</u>	Verdin oliváceo
<u>Pheucticus melanocephalus</u>	Tigrillo guionchi
<u>Pitangus sulphuratus</u>	Bienteveo
<u>Polioptila caerulea</u>	Perlita común
<u>Polioptila melanura</u>	Perlita colinegra
<u>Polyborus cheriway</u>	Quebrantahuesos mexicano
<u>Pooecetes gramineus</u>	Corrión torito
<u>Regulus calendula</u>	Reyezuelo cuauchichil
<u>Salpinctes obsoletus</u>	Saltapared comesebo
<u>Sayornis nigricans</u>	Papamoscas negro
<u>Sayornis saya pallida</u>	Papamoscas boyero pálido
<u>Selasphorus platycercus</u>	Chupamirto cola ancha
<u>Selasphorus rufus</u>	Chupamirto dorado

Cont...

Nombre científico	Nombre común
<b>Clase Aves</b>	
<u>Setophaga picta</u>	Guajolotito de charreteras
<u>Spatula clypeata</u>	Pato cuaresmeño
<u>Sphyrapicus thyroideus nataliae</u>	Carpintero garganta roja
<u>Spinus notatus</u>	Dominico acalandriado
<u>Spinus pinus</u>	Dominico pinero
<u>Spinus psaltria</u>	Dominico dorado
<u>Spizella atrogularis</u>	Chimbitito carbonero
<u>Spizella pallida</u>	Chimbitito pálido
<u>Spizella passerina</u>	Chimbitito común
<u>Steganopus tricolor</u>	Chichicuilote nadador
<u>Telmatodytes palustris</u>	Saltapared pantanero
<u>Thryomanes bewickii murinus</u>	Saltapared tepetatero
<u>Toxostoma curvirostre</u>	Cuitalacoche picocurvo
<u>Toxostoma dorsale</u>	Cuitalacoche crisal
<u>Tringa flavipes</u>	Tingüis chico (chichicuilote)
<u>Tringa melanoleuca</u>	Tingüis grande
<u>Turdus migratorius</u>	Primavera real
<u>Tyrannus vociferans</u>	Madrugador chilero
<u>Tyto alba pratincola</u>	Lechuza de campanario
<u>Vermivora celata</u>	Gusanero de corona anaranjada
<u>Zenaida asiatica</u>	Paloma de alas blancas
<u>Zenaidura macroura</u>	Huilota
<b>Clase Mamíferos</b>	
<u>Bassariscus astutus</u>	Cacomixtle
<u>Canis latrans</u>	Coyote
<u>Canis lupus</u>	Lobo
<u>Cratogeomys castanops</u>	Tuza de cara amarilla
<u>Dipodomys ordii</u>	Rata canguro
<u>Felis concolor</u>	Puma
<u>Lepus californicus</u>	Liebre de cola negra
<u>Lepus callotis</u>	Liebre torda
<u>Lynx rufus</u>	Lince
<u>Mephitis macroura</u>	Zorrillo listado
<u>Mustela frenata</u>	Comadreja
<u>Odocoileus hemionus</u>	Venado bura
<u>Odocoileus virginianus</u>	Venado cola blanca
<u>Pecari tajacu</u>	Pecari de collar
<u>Procyon insularis</u>	Mapache
<u>Procyon lotor</u>	Mapache
<u>Procyon pygmaeus</u>	Mapache

Cont...

## Nombre científico

## Nombre común

## Clase Mamíferos

Sciurus aureogaster

Ardilla arborea

Sorex oregonus

Rata musaraña

Sorex saussurei

Rata musaraña

Spilogale augustifrons

Zorrillo manchado

Spilogale gracilis

Zorrillo manchado

Sylvilagus audubonii

Conejo de Audubon

Sylvilagus floridanus

Conejo de Castilla

Taxidea taxus

Tejón

Thomomys umbrinus

Topo

Urocyon cinereoargenteus

Zorra gris

Ursus americanus

Oso negro

Vulpes macrotis

Zorra norteña

## Clase Reptiles

Cnemidophorus perplexus

Lagartija

Cnemidophorus spp

Lagartija

Crotalus molossus nigrescens

Serpiente de cascabel

Heterodon nasicus kennerlyi

Serpiente nariz de cerdo

Hypsiglena affinis

Serpiente nocturna

Masticophis taeniatus girardi

Serpiente corredora

Micrurus fulvius tener

Serpiente de coral

Sceloporus grammicus disparilis

Lagarto escamoso

FUENTE: Ambia (1967) Estado de Zacatecas

Cuadro 22. Inventario faunístico de la región potosino-zacateca

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Ammodramus savannarum amolegus</u>	Gorrión chapulin
<u>Anas carolinensis</u>	Cerceta de lista verde
<u>Anas diazi</u>	Pato triguero
<u>Anas streperus</u>	Pato pinto
<u>Archilochus alexandrii</u>	Colibrí terciopelo barbanegro
<u>Arremonops rufivirgatus rufivirgatus</u>	Gorrión
<u>Buteo jamaicensis calurus</u>	Aguililla parda occidental
<u>Buteo regalis</u>	Aguililla patas ásperas
<u>Callipepla squamata</u>	Codorniz escamosa
<u>Calothorax lucifer</u>	Chupamirto morado grande
<u>Camptostoma imberbe imberbe</u>	Mosquerito lampiño
<u>Campylorhynchus brunneicapillus</u>	Matraca grande
<u>Catherpes mexicanus</u>	Saltapared barranquero
<u>Centurus aurifrons</u>	Carpintero de frente dorada
<u>Chordeiles acutipennis</u>	Halcón nocturno
<u>Circus cyaneus</u>	Gavilán ratonero
<u>Colinus virginianus</u>	Codorniz común
<u>Columba fasciata</u>	Paloma de collar
<u>Columbigallina passerina</u>	Paloma terrestre
<u>Contopus richardsonii</u>	Tengogrijo común
<u>Corvus sp</u>	Cuervo
<u>Cynanthus latirostris</u>	Chuparrosa matraquita
<u>Cyrtonyx noctezumae</u>	Codorniz pinta
<u>Dendrocopos villosus</u>	Carpintero vellosos
<u>Dendroica auduboni</u>	Verdín aceitunero
<u>Empidonax griseus</u>	Mosquerito gris
<u>Empidonax hammondi</u>	Mosquerito
<u>Erolia melanotos</u>	Chichicuilote manchado
<u>Falco sparverius</u>	Cernicalo
<u>Geococcyx velox</u>	Correcaminos
<u>Grus canadensis</u>	Grulla
<u>Icteria virens</u>	Arriero mexicano
<u>Icterus galbula</u>	Calandria cañera
<u>Icterus gularis tamaulipensis</u>	Calandria campera
<u>Icterus spurius</u>	Calandria café
<u>Icterus parisorum</u>	Calandria tunera
<u>Meleagris gallopavo mexicana</u>	Guajolote mexicano
<u>Melanerpes formicivorus</u>	Carpintero tigre de México
<u>Mereca americana</u>	Pato chalcuán
<u>Myiarchus cinerascens</u>	Triste ceniciento mexicano
<u>Passer domesticus</u>	Gorrión inglés común
<u>Pheucticus melanocephalus</u>	Tigrillo quionchi
<u>Pitangus sulphuratus</u>	Bienteveo

Cont...

Nombre científico	Nombre común
Clase Aves	
<u>Poliophtila melanura</u>	Perlita colinegra
<u>Polyborus cheriway</u>	Quebrantahuesos
<u>Poocetes gramineus</u>	Gorrión torito
<u>Regulus calendula</u>	Reyezuelo
<u>Salpinctes obsoletus</u>	Saltapared comesebo
<u>Sayorinis saya</u>	Papamoscas boyero
<u>Scardafella inca</u>	Paloma inca
<u>Selasphorus platycercus</u>	Chupamirto cola ancha
<u>Selasphorus rufus</u>	Chupamirto dorado
<u>Setophaga picta</u>	Guajolotito de charreteras
<u>Spatula clypeata</u>	Pato cuaresmeño
<u>Spinus notatus</u>	Dominiquito acalandriado
<u>Spinus psaltria</u>	Dominico dorado
<u>Sporophita torqueola sharpei</u>	Siringango
<u>Thryomanes bewickii</u>	Saltapared tepetatero
<u>Toxostoma curvirostre curvirostre</u>	Cuitlacoche picocurvo común
<u>Tyrannus vociferans</u>	Madrugador chilero
<u>Zenaida asiatica</u>	Paloma de alas blancas
<u>Zenaidura macroura</u>	Huilota

## Clase Mamíferos

<u>Antilocapra americana mexicana</u>	Berrendo mexicano
<u>Bassariscus astutus</u>	Cacomixtle
<u>Canis latrans</u>	Coyote
<u>Canis lupus bayleyi</u>	Lobo mexicano
<u>Conepatus mesoleucus</u>	Zorrillo de espalda blanca
<u>Cratogeomys catanops</u>	Tuza de cara amarilla
<u>Cynomys mexicanus</u>	Perrito de la pradera
<u>Dasyopus novemcinctus</u>	Armadillo
<u>Dipodomys ordii</u>	Rata canguro
<u>Euderma maculatum</u>	Murciélago manchado
<u>Felis concolor</u>	Puma
<u>Lepus californicus</u>	Liebre de cola negra
<u>Lynx rufus</u>	Lince
<u>Mephitis macroura</u>	Zorrillo listado
<u>Mustela frenata</u>	Comadreja
<u>Odocoileus hemionus</u>	Venado bura
<u>Odocoileus virginianus</u>	Venado cola blanca
<u>Pecari tajacu</u>	Pecari de collar
<u>Procyon insularis</u>	Mapache
<u>Procyon lotor</u>	Mapache

Cont...

## Nombre científico

## Nombre común

## Clase Mamíferos

<u>Procyon pygmaeus</u>	Mapache
<u>Sciurus aureogaster</u>	Ardilla arbórea
<u>Sorex saussurei</u>	Rata musaraña
<u>Spilogale augustifrons</u>	Zorrillo manchado
<u>Sylvilagus audubonii</u>	Conejo de Audubon
<u>Sylvilagus floridanus</u>	Conejo de Castilla
<u>Taxidea taxus</u>	Tejón
<u>Thomomys umbrinus</u>	Topo
<u>Urocyon cinereoargenteus</u>	Zorra gris
<u>Vulpes macrotis</u>	Zorra norteña

## Clase Reptiles

<u>Chemidophorus perplexus</u>	Lagartija
<u>Crotalus sp</u>	Serpiente de cascabel
<u>Heterodon nasicus kennerlyi</u>	Serpiente nariz de cerdo
<u>Kinosternon hirtipes</u>	Casquito de Anáhuac (tortuga)
<u>Kinosternon hirtipes hirtipes</u>	Casquito de Anáhuac (tortuga)
<u>Masticophis taeniatus ruthveni</u>	Serpiente corredora
<u>Micrurus fulvius tenere</u>	Serpiente de coral
<u>Sceloporus grammicus disparilis</u>	Lagarto escamoso
<u>Trionix spiniferus emonyi</u>	Pochitoqui (tortuga)
	Coralillo

## Clase Anfibios

<u>Bufo spp</u>	Sapos
<u>Rana spp</u>	Ranas

FUENTES: Ambia (1967). Estados de San Luis Potosí y Zacatecas  
 Leopold (1977). Fauna silvestre de México  
 Sedue (1987a). Relación de fauna endémica o en peligro  
de extinción en México

6, 13 y 20. Elemento a evaluar: población

La evaluación de la calidad de vida siempre ha presentado ambigüedades, sobre todo desde el punto de vista ecológico porque ello implica valores sociales y culturales acerca del grado de bienestar deseable por parte de la población.

Además, aunque si existen necesidades reales por el hombre en relación con su ambiente como es la necesidad de una alta calidad de aire y agua, existen otras, creadas, como la disponibilidad in situ de recursos no existentes en cantidad suficiente o producidos en el área; este es el caso de los combustibles, cuyo consumo, lo mismo que de todo el sistema ambiental debe producir la mínima cantidad de desechos (o desechos no reutilizables o contaminantes del sistema).

Es por ello, que la normalización en la evaluación de las necesidades de la población debe, por necesidad, referirse a condiciones "medias" e "ideales" pero que, sobre todo, permita la elaboración de un diagnóstico del estado del ambiente en función al bienestar humano; esto implica apoyarse en información o indicadores ambientales objetivos y disponibles para su utilización en un índice realmente operativo que considere variables de carácter económico y social como es el que se presenta más adelante, y que no constituye "el índice", sino una forma de evaluar este elemento.

El principio en que se apoya el índice que se sugiere se basa en la consideración de las variables involucradas con un valor de importancia diferente (ponderación) y que dependerá del aplicador y de la población hacia la que se oriente -para complementación del método véase González-Leal (1987), "Índice de calidad del agua", en que se apoya-. Este índice ambiental es el siguiente:

Índice sugerido: Calidad de vida

Autor: Espinoza (en preparación)

Carácter: Regional

Variables ambientales: Degradación del suelo  
Calidad del agua  
Calidad del aire  
Grado de alteración de ecosistemas  
originales  
Densidad de población (nivel de  
hacinamiento)

Presentación: Valores de la calidad de índices ambientales por tema o elemento, incluyendo la densidad de población. Para fines operativos debe considerarse el valor de cero para la ciudad de México y de cien para áreas deshabitadas.

Fuente, periodicidad y disponibilidad: Las de los índices individuales que lo constituyen.

Método:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i w_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Donde: I = Índice de calidad de vida, que varía de cero a cien

$I_i$  = Índice de calidad para el parámetro  $i$ , que varía de cero a cien

$w_i$  = Peso de importancia del parámetro  $i$ , que varía de cero a cinco

n = Número de parámetros

Limitantes: El nivel de representatividad y, por lo tanto, de confiabilidad de este índice, depende de la calidad de la información y el método utilizados para obtener los índices parciales y del criterio o prioridades que decida el evaluador.

#### 7. Elemento a evaluar: sistema ambiental

La evaluación global de la calidad del sistema se refiere al nivel de alteración que ha sufrido por efecto de actividades humanas, ya sea en forma directa o indirecta y que se encuentra manifestado de una manera clara por la estabilidad de la vegetación climax como indicador del "equilibrio dinámico" existente entre éste y los demás elementos del sistema.

Sin embargo, aunque la naturaleza individual de cada elemento es evidente, las relaciones que existen entre todos son tan complejas que su nivel de alteración es muy difícil de evaluar; esto es evidente sobre todo cuando se considera que prácticamente ningún área está libre de la acción directa o indirecta del hombre y que "por necesidad" debe utilizarse para beneficio del mismo, aunque sin llegar al límite en que los daños ocasionados adquieren un carácter irreversible.

En el índice que se propone a continuación se han considerado los "valores de calidad" de cada uno de los elementos del sistema, cuya forma de determinación se indicó en incisos anteriores, y se han correlacionado aplicando el principio en que se apoya el índice de calidad del agua:

Índice sugerido: Índice de calidad ambiental

Autor: Espinoza (en preparación)

**Carácter:** Regional

**VARIABLES AMBIENTALES:** Degradación del suelo  
Calidad del agua  
Calidad del aire  
Grado de alteración de ecosistemas originales  
Especies vegetales extintas o amenazadas  
Especies animales extintas o amenazadas

**Presentación:** Valores de la calidad de índices ambientales por tema o elemento previamente determinados con una escala de cero a cien. Las especies amenazadas o en vías de extinción se presentan en listados.

**Fuente, periodicidad y disponibilidad:** Las de los índices individuales que lo constituyen. Los listados sobre biota amenazada puede consultarse en la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales de la Sedue, donde van siendo enriquecidas continuamente.

**Método:**

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i w_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Donde: I = Índice de calidad ambiental, que varía de cero a cien.

$I_i$  = Índice de calidad para el parámetro  $i$ , que varía de cero a cien.

$w_i$  = Peso de importancia del parámetro  $i$ , que varía de cero a cinco.

n = Número de parámetros.

**Limitantes:** Debido a la subjetividad del elemento a evaluar, debe tomarse con reservas la aplicación del índice y considerarse que a los valores de calidad de cada índice parcial se añade el factor de peso, particular de cada evaluador.

## 5.2. Indices de fragilidad o vulnerabilidad

B y 15. Elemento a evaluar: aire

Indice sugerido: Autodepuración del aire

Existen ciertos índices, cuya naturaleza, en función al elemento a evaluar, no pueden ser de carácter cuantitativo, máxime que la limitada información referente al mismo, no permiten su aplicación. Tal es el caso del índice de asimilación de contaminantes por parte de la atmósfera, que se puede definir como el potencial que tiene el aire de absorber y diluir los elementos exóticos. Comprende, asimismo, el nivel máximo tolerable que hay de elementos no deseables que atacan al bienestar del hombre y al medio del que se vale.

La naturaleza del índice parte de las siguientes premisas:

- El viento, o aire en movimiento, es un eficaz agente de transporte de partículas contaminantes o elementos exógenos al mismo, con un poder proporcional a su intensidad.
- La ubicación de las fuentes reales o potenciales de emisión de contaminantes juega un papel importante por la dispersión que puede haber en el área de estudio, por lo que la dirección de los vientos dominantes y el tipo de relieve es sumamente importante (Claver et al, 1981).
- La influencia que tiene el relieve se complementa con la intensidad y dirección de los vientos, actuando como barrera e impidiendo la dispersión (y autodepuración) de los contaminantes mientras más abrupta sea el área (Woodruff & Siddoway, 1965).
- Los elementos acuosos del clima (humedad atmosférica, precipitación, rocío y neblina) juegan un doble papel. En primer lugar, provocan la condensación alrededor de las partículas individuales de contaminantes que, de esta manera, se precipitan "limpiando" la atmósfera. Sin embargo, cuando la humedad es muy intensa y persistente y el volumen de contaminantes es muy grande, puede ocurrir contaminación de los mantos acuíferos al lixivarse tales partículas, previa acumulación en el suelo.

Nótese que el propio volumen o el tipo de contaminante no se considera un factor preponderante porque, cuando menos teóricamente, el viento es capaz de remover todo tipo y cualquier volumen de contaminantes presente en la atmósfera; sin embargo, para ello debe sumarse a la intensidad, la persistencia del viento en la dirección adecuada, por lo que van a ser variables los valores permisibles de volúmenes de contaminantes que pueden presentarse en un área dada en un determinado momento.

De igual manera, debe considerarse que los elementos naturales como las cenizas volcánicas o las provocadas por incendios no son contaminantes en sentido estricto, pues hay asimilación y reciclaje por la naturaleza, e incluso pueden tener un efecto benéfico al enriquecer con nutrientes el suelo o actuar como factor detonador en la sucesión o rejuvenecimiento de diversos ecosistemas.

En consideración a los factores expuestos anteriormente, no puede decirse que exista un índice de autodepuración del aire, sino que dependerá de las características combinadas del área y las actividades que en ellas se desarrollen y la disponibilidad y confiabilidad de la información e, incluso, de la naturaleza intrínseca del contaminante -y/o fuente de emisión- que se presente o pudiera presentarse en el área, lo que determinará la respuesta de ésta en cuanto a una afectación ambiental. Esta representa, por lo tanto, una línea de investigación que queda abierta para desarrollarse.

Una relación, más que un índice, que se propone de acuerdo a los factores mencionados y la información existente, y siempre en función al tipo de actividad o elemento sujeto a la contaminación y a la ubicación de éste, es la siguiente:

$$I = \left( \frac{\sum_{c=1}^m n}{n} \right)^m \cdot v \cdot a \cdot r$$

donde I = Índice de autodepuración del aire, cuyo máximo valor (cien) se presenta cuando el área o el elemento en estudio no es susceptible a ser afectado por contaminación por emisión alguna al aire.

c = Tipo de contaminante, que debe considerarse en función a su naturaleza (toxicidad y persistencia) -para tal efecto puede utilizarse de apoyo la obra de la DMS y OPS (1984) en cuanto a factores de emisión de acuerdo a fuentes de contaminación y elementos tóxicos típicos- y volumen. La sumatoria indica la eventual presencia de más de un contaminante, cuyo efecto puede ser de carácter sinérgico como lo indica el exponente m.

v = Intensidad y persistencia del viento que, a partir de cierto grado, tiene un efecto de purificador total de cualquier substancia nociva, con lo que adquiere un valor de cien, mientras que, en el lado opuesto, una calma representa la concentración del contaminante y un consecuente valor de cero para este factor.

a = Elementos acuosos del clima que, aunque se mencionó que pueden tener un efecto nocivo al favorecer la contaminación de los acuíferos, la probabilidad de que llegue a ocurrir tal fenómeno es muy baja en condiciones "normales" para la mayor parte del país; por ello, la persistencia o duración, más que el volumen o la intensidad, condicionan una atmósfera limpia, con lo que, en este caso, el valor del índice es cien en contraposición de una atmósfera "seca" o de humedad relativa de 0% en que a también adquiere tal valor.

r = Tipo de relieve, que presenta su máximo valor (cien) cuando es totalmente llano, que es cuando no presenta resistencia a las corrientes de aire. Cuando es ondulado, su valor es inferior (pero variable, de acuerdo al tipo de contaminante), adquiriendo su mínima expresión en terreno abrupto o escarpado (cuya forma y pendiente también van a influir ponderativamente en forma diversa).

En el área no se aplicó este índice por la carencia de información y porque no se tiene programada actividad alguna que contamine potencialmente el aire y de la cual se requiera conocer el impacto en el sistema.

9a y 16. Elemento a evaluar: agua

Al igual que el índice anterior, la obtención de una relación entre las características físicas de los cuerpos de agua y las condiciones ambientales que los rodean, permiten predecir (o, cuando menos, es deseable que ocurra así) el nivel de resistencia que tal elemento tiene a degradarse por acción de elementos externos a él.

Es importante hacer notar que la determinación de la autodepuración normalmente se aplica (incipientemente) a cuerpos de agua superficiales, que poseen una dinámica mucho mayor conocida, clasificados en: lagunas, lagos, cursos de agua lento, ríos mayores, cursos de agua rápidos y torrentes; en ellos es importante el conocimiento de parámetros tales como el valor medio de reoxigenación, el nivel de absorción de oxígeno a través de la superficie del agua en función de la velocidad de la corriente y de su profundidad, la constante de autodepuración y el ciclo biológico de la autodepuración de un río contaminado (Claver, 1981) que, evidentemente no se disponen en México.

Para casos específicos de corrientes permanentes sobre las que inciden actividades productivas determinadas, si es posible la aplicación de ciertos índices de dilución (Lara, 1987) que requieren parámetros accesibles como se describirá más adelante.

Este cuadro presenta un panorama aun menos halagüeño en tres tipos de cuerpos de agua -arroyos intermitentes, lagunas temporales y mantos freáticos-, en los que su carácter estacional y relativa inmovilidad dificultan incluso más la disposición de los parámetros mencionados y la aplicación de este tipo de índices; por tal razón, para definir su vulnerabilidad, es aconsejable aplicar tablas ya elaboradas en términos generales que pueden dar una idea aproximada de la respuesta de estos cuerpos de agua a contaminantes (cuadro 23).

Considerando que es la naturaleza del agua la que la condiciona como receptor general de desechos que permite la remoción de los mismos en función al volumen de la corriente y su gasto de acuerdo a la temporada y la inclinación general de la pendiente, es comprensible que en embalses -ya sea naturales o artificiales- o en mantos acuíferos la respuesta sea la acumulación de los contaminantes. Es por ello que es de gran importancia el conocimiento de la naturaleza de los cuerpos de agua en la planeación de las actividades económicas, que debe considerar el grado de renovabilidad de los mismos, donde, como es el caso, es muy importante tener en cuenta la precipitación que define la permanencia o temporalidad de las corrientes y embalses.

La presencia de los contaminantes puede provocar diversas respuestas en los cuerpos de agua que de cualquier manera manifiestan degradación en diverso grado en los mismos, determinada en función a la disponibilidad para su utilización tanto para consumo directo o indirecto, como por la equilibrada presencia de nutrimentos que condiciona una biota propia y en equilibrio; ésta puede verse afectada en su composición cuando se presenta, primeramente, una presión selectiva sobre los organismos de acuerdo a su sensibilidad -que incluye una hiperfertilización- y, en casos extremos, la desaparición total de los mismos por una elevación desmesurada de la DBO del cuerpo de agua. La restauración de la calidad es, asimismo, un fenómeno natural, pero también depende de la continuidad de las descargas y la naturaleza del cuerpo de agua, que favorece en mayor o menor medida la función biológica de microorganismos que degradan la materia orgánica presente cuando se trata de un problema de eutroficación o la remoción de elementos tóxicos cuando la descarga es de este tipo.

Con las consideraciones anteriores, el índice planteado (para corrientes) tiene las siguientes características:

Índice sugerido: Asimilación de contaminantes o autodepuración

Autor: Lara (1987)

Carácter: Puntual

Cuadro 23. Clasificación de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos (Pérez y Villanueva, 1977)

Zona	Litología	Permeabilidad	Recarga	Velocidad de propagación de los contaminantes	Resistencia de los contaminantes	Vulnerabilidad a la contaminación	Observaciones
1	Aluviones Terrazas Arenas de playa Derrubios de ladera	Muy alta por porosidad	Directa de precipitación o de red fluvial	Alta a muy alta	Baja	Alta a muy alta	Zonas de especial protección
2	Calizas Dolomías	Alta por karstificación y fisuración	Precipitación y red fluvial	Alta a muy alta	Muy baja	Muy alta	Zonas de especial protección
3	Areniscas Conglomerados Calizas y Areniscas	Media a baja por porosidad	Precipitación y red fluvial	Media a alta	Media a alta	Alta a media	Zonas dignas de atención por la vulnerabilidad existente
4	Argilitas Alteraciones: marga-calizas arcillo-arenosas	Baja. Predominio de materiales impermeables	Precipitación	Baja	Alta	Baja	La contaminación sólo afecta a las aguas más superficiales y muy localmente a los acuíferos
5	Basalto Ofitas Espilitas Diabasa Cuarzo	Por fisuración	Precipitación	Media a alta	Media	Media	Contaminación variable en función a la fisuración
6	Margas Arcillas Limos Facies Keuper	Impermeable	Nula	Muy baja	Muy alta	Muy baja	La contaminación afecta casi exclusivamente al agua superficial

Fuente: Claver, 1981. Pág. 266

**VARIABLES AMBIENTALES:** Gasto medio mensual  
Tipología y volumen de aguas residuales  
por actividad  
Población total de la(s) localidad(es)  
que descarga(n) a la corriente

**Presentación:** Boletines hidrométricos  
Censos, estimaciones o proyecciones de población  
Factores de emisión

**Fuentes:** SARH

**Periodicidad:** Los datos de los boletines hidrométricos son promedios a partir de periodos específicos, cuya publicación se hizo una sola vez; sin embargo, a partir de los datos crudos de las estaciones correspondientes y la incorporación de nuevas, es posible actualizar y enriquecer tal variable.

**Método:** Se obtienen los gastos medios mensuales a partir de los boletines hidrométricos.

Se asigna un valor de cien (nula dilución o máxima contaminación) cuando el gasto es igual o inferior al volumen de descarga estimado. El valor de cero del índice (máxima depuración o asimilación de contaminantes) corresponde cuando el gasto es igual o mayor a cien veces el volumen de aguas residuales estimado; los valores intermedios se tabulan mediante interpolación aritmética.

**Limitantes:** Como se mencionó, la operatividad de aplicación del índice se apoya en una estimación aproximada de la fragilidad de las corrientes a partir de datos obtenidos de fuentes oficiales. Sin embargo, algunas serias limitantes son que no todas las corrientes disponen de estaciones hidrométricas, que en numerosos sitios otras formas de contaminación (elementos tóxicos o carga derivada de procesos industriales) superan la de origen municipal y su estimación a partir de los factores de emisión es más inexacta; por otro lado, su aplicación a corrientes temporales no es representativa (partiendo de que en ninguna de ellas existen estaciones) y a embalses naturales y artificiales y mantos acuíferos no procede, pues en aguas estancadas sólo es representativa la toma directa de muestras para determinar la calidad más que la fragilidad del cuerpo, que inevitablemente obliga al planeador a apoyarse en información directa de campo.

**Aplicación al área de estudio:** Por los aspectos mencionados anteriormente, no es posible, pero se plantea para otras regiones donde las condiciones ambientales y la información así lo permitan.

## 9b. Elemento a evaluar: agua subterránea

Dentro del aspecto relativo a cuantificar la fragilidad del recurso agua, merece una mención especial lo correspondiente al agua subterránea por varias razones entre las que destacan:

- Por su naturaleza, no constituye -en general- un cuerpo de agua corriente, por lo que cualquier tipo de contaminante normalmente tiende a acumularse y su efecto es -en principio- irreversible.
- Aunque su recarga es más o menos continua, su disponibilidad varía de acuerdo a las condiciones geológica, por lo que el nivel de explotación va a ser muy diferente para condiciones similares; éstas se determinan generalmente por la actividad predominante y la densidad demográfica que, cuando menos en gran parte del país -incluyendo el área de estudio- constituye el principal factor para su explotación.

A pesar de la importancia cada vez mayor que adquiere el agua subterránea no existen suficientes estudios para un aprovechamiento racional y su fragilidad o vulnerabilidad sólo ha sido inferida en función a las características de la litología predominante sobreyacente, que es en lo que se apoya el siguiente índice:

Índice sugerido: Vulnerabilidad de acuíferos

Autor: Pérez y Villanueva, 1977 (Claver, 1981; pág. 266)

Carácter: Regional

VARIABLES ambientales: Litología

Fuente: Claver, 1981 (pág. 266)

Presentación: Tabla de correlación entre el tipo de litología predominante con las características asignadas al acuífero (permeabilidad, recarga, velocidad de propagación de contaminantes, persistencia y vulnerabilidad; véase cuadro 23)

Cartografía geológica o litológica

Disponibilidad: Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI  
Instituto de Geología, UNAM

Método: Análisis cartográfico y aplicación del cuadro. Eventualmente se recomienda apoyo de campo (incluyendo entrevistas).

Limitantes: Los escasos estudios sobre dinámica de acuíferos sólo han permitido inferencias sobre su naturaleza, por lo que, en sentido estricto, esta correlación

entre variables no arroja un índice y no permite cuantificar la magnitud del problema; por ello, sólo debe tomarse como una guía para efectos de planeación.

#### 10. Elemento a evaluar: suelo

La fragilidad que tiene el suelo puede plantearse de dos diferentes maneras: una, de acuerdo a la naturaleza intrínseca o susceptibilidad a degradarse en función a las propiedades de carácter genético del mismo (estructura, textura, proporción de materia orgánica y permeabilidad, entre otras), que es denominada erodabilidad; el segundo enfoque es más general pues, además, comprende las interrelaciones con otros factores ambientales de carácter físico, principalmente la agresividad de la lluvia y el viento (erosividad) y la pendiente local del área a evaluar que, en conjunto, se denomina erosión potencial; ésta puede definirse como la susceptibilidad de un área a erosionarse en condiciones teóricas de suelo desnudo y con una pendiente normalizada con fines comparativos. Este último enfoque, más completo, es el que se planteará en este trabajo con fines metodológicos.

Es importante mencionar que esta correlación de elementos ambientales no es estrictamente un índice, sino un coeficiente tabulable en unidades de masa, que pueden fácilmente ser comparables con otras condiciones en espacio y tiempo en relación a una norma documental preestablecida; esta norma es la capacidad de regeneración geológica del mismo suelo, que es el potencial de renovabilidad que tiene de acuerdo a las condiciones ambientales y que soportaría como máximo al ser ejercido sobre él un aprovechamiento agropecuario.

Es importante destacar el origen agropecuario del coeficiente, por lo que resulta obvia la variable dependiente que utiliza para estimar volúmenes globales de erosión, y que es la cobertura vegetal tanto original como cultivada, además de las labores de conservación que eventualmente podrían ejercerse en el área sujeta de estudio. Este coeficiente de fragilidad del suelo se plantea como sigue:

Índice sugerido: Coeficiente de erosión potencial

Autor: Wischmeier & Smith, 1954 (véase Wischmeier & Smith, 1978)

Carácter: Regional y puntual

VARIABLES AMBIENTALES: Erosividad de la lluvia (agresividad en función a la intensidad y duración)  
Erosividad del viento (agresividad en función a la velocidad y duración)

Erodabilidad del suelo (en función a la  
textura, la estructura, el contenido de  
materia orgánica y la permeabilidad)  
Pendiente (inclinación)

**Presentación y fuente:** Pluviogramas o datos de lluvia máxima  
en 24 horas por estación climatológica  
de la Red Meteorológica Nacional del  
SMN (SARH)

Datos de dirección e intensidad del viento  
por estación de la misma fuente

Cartografía edafológica esc. 1:50,000  
del INEGI o estudios agrológicos de  
SARH, cuando existen

Listados de erodabilidad por suelos tipo  
(Marten, 1980; Ortiz-Solorio, 1985)

Cartografía topográfica esc. 1:50,000 del  
INEGI o a escalas mayores si existe

**Periodicidad:** La información del SMN es diaria y, eventualmente,  
se enriquece por la creación de nuevas  
estaciones climatológicas que, en principio, se  
implantan en áreas con deficiente  
representatividad de medición de eventos  
ambientales.

La cartografía generalmente es de publicación  
única.

Los listados desarrollados por única vez para  
condiciones ambientales y tipos de suelos  
específicos, son susceptibles de actualizar,  
enriquecer y validar; sin embargo, de momento,  
pueden servir para estimar los valores de tipos  
de suelo similares en cuanto a características  
físicas.

**Disponibilidad:** Los datos climáticos son obtenibles en la  
Dirección de Climatología y Cálculo  
Hidrométrico de la SARH o en la Dirección  
General del Servicio Meteorológico Nacional de  
la misma fuente.

La cartografía puede consultarse en las mapotecas  
de las universidades y de la Dirección General  
de Integración y Análisis de la Información  
del INEGI.

Los listados de erodabilidad se obtienen a  
partir de la fuentes documentales originales.

**Método:** Aplicación de los factores físicos de la Ecuación  
Universal de Pérdida del Suelo (Wischnmeier & Smith, 1978)  
para obtener la susceptibilidad a la erosión hídrica:

$$E = R . K . LS$$

Donde E = Erosión potencial expresada en ton/ha/año

R = Erosividad de la lluvia tabulada en

$$\frac{\text{MJ} \cdot \text{mm}}{\text{ha} \cdot \text{h} \cdot \text{año}}$$

y, cuando se utilizan datos sobre lluvia máxima en 24 horas, equivale a

$$R = 6.28 P^{2.17}$$

en que P = lluvia máxima en 24 horas de un sitio dado, expresado en cm con un 50% de probabilidad de registro

K = Susceptibilidad intrínseca que posee un determinado tipo de suelo a erosionarse, tabulada en

$$\frac{\text{ton} \cdot \text{ha} \cdot \text{h}}{\text{ha} \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm}}, \text{ mediante la fórmula:}$$

$$K = \frac{2.1 M^{1.14} (10^{-4})^{12-a} + 3.25(b-2) + 2.5(c-3)}{100}$$

en que

a = % de materia orgánica

b = código de estructura

c = clase de permeabilidad

M = (% de limo + arena muy fina)(100-% de arcilla)

LS = Factor de pendiente, que es el nivel de influencia que tiene ésta sobre la erodabilidad del suelo. Es adimensional y se obtiene como sigue:

$$LS = (\lambda / 22.128)^m (65.41^2 \text{sen } \theta + 4.56 \text{sen } \theta + 0.065)$$

en que

$\lambda$  = longitud de pendiente en metros

$\theta$  = Angulo de pendiente

m = variable que representa la influencia exponencial de la inclinación sobre la longitud y que adquiere los siguientes valores:

- 0.2 cuando  $\theta < 1\%$
- 0.3 cuando  $\theta = 1$  a 3.25
- 0.4 cuando  $\theta = 3.25$  a 4.75%
- 0.5 cuando  $\theta \geq 4.75\%$

Para la obtención del factor de erodabilidad es posible también aplicar el nomograma correspondiente, que se puede consultar también en la fuente original o en diversos trabajos sobre el tema desarrollados en el Inireb, la UNAM y el Colegio de Postgraduados.

En cuanto a la obtención de la susceptibilidad del suelo a la erosión eólica, sólo recientemente se han empezado a formular relaciones matemáticas entre los elementos ambientales involucrados, principalmente por Woodruff & Siddoway (1965) y sus colaboradores que, por limitantes de la información específica requerida, no es operativa su aplicación en México. Las variables que contempla el Índice de Erosión Eólica desarrollado por estos autores son: erodabilidad del suelo, rugosidad o aspereza del suelo, factor climático, longitud de la parcela a lo largo de la dirección prevaletiente de la erosión eólica y cubierta vegetal.

De manera alternativa, se dispone de modelos cartográficos como el de Ortiz-Solorio (1985) que se basa en información cartográfica accesible y se apoya en un proceso lógico de sobreposición.

Limitantes: Aunque en ambos casos, los resultados -cuantitativos- presentan una confiable aproximación de la magnitud del fenómeno, dependen en gran medida de la confiabilidad y representatividad de la información -principalmente la referente a los datos climáticos-. Su interpretación, por otro lado, requiere la traducción a valores cualitativos que manifiesten la fragilidad del suelo y la necesidad de una cobertura adecuada. El carácter complejo y relativamente reciente de ambos índices provoca que su utilización deba ser muy cuidadosa y, en la medida de lo posible, su estructuración revisada y validada (además de adaptada a condiciones ambientales regionales).

#### 11. Elemento a evaluar: vegetación

La evaluación de la fragilidad de la vegetación original por sí misma no es posible, pues en la proporción que se presente cada especie en un área se aprecia la situación clímax de la

comunidad; por ello, los cambios ambientales naturales (sequías prolongadas, avenidas periódicas, salinización natural) sólo modifican ese equilibrio e inducen a otro; esto significa que la abundancia o densidad de una especie no indican su "fragilidad".

Cuando ocurre un disturbio antropogénico, sin embargo, se provoca una presión selectiva que sí afecta de manera diferencial tanto a comunidades monoespecíficas como a tipos de vegetación completos; estos últimos tienen interacciones ecológicas muy complejas que obligan al análisis de los mismos más que de los individuos que los integran en forma aislada.

Los requerimientos ambientales de las especies y de las comunidades, así como el tipo de selección antropogénica provocan una continua sucesión vegetal que transforma la estructura original favoreciendo el surgimiento de "pioneras"; algunas veces, éstas últimas pueden constituir verdaderas comunidades monoespecíficas con una estabilidad relativa de acuerdo al tiempo que dura el disturbio y se produce una reversibilidad de la estructura original que varía de acuerdo a la magnitud de la afectación y a las condiciones ambientales imperantes.

Aunque se considera, en principio, que los ecosistemas tropicales son difíciles de alterar por impactos poco significativos (por la gran capacidad de regeneración) y también de recuperar cuando las afectaciones han sido de gran magnitud (por los procesos desencadenados de degradación) y que en biomas desérticos ocurre lo contrario, apenas se empiezan a desarrollar estudios de este tipo (Claver, 1981); por esta razón, las evaluaciones de los flujos de energía en el ecosistema deben ser planteados objetivamente mediante la elaboración de estudios específicos en cada caso o la extrapolación a casos y condiciones ambientales muy semejantes para inferir la fragilidad en un área de interés.

Por lo anteriormente anotado, se indican enseguida las variables ambientales que se consideran relevantes en análisis de este tipo:

Índice sugerido: Regeneración de la vegetación

Autor: Espinoza (en preparación)

Carácter: Regional (microrregional)

VARIABLES AMBIENTALES: Requerimientos de asociaciones  
vegetales o tipos de vegetación, de  
carácter:  
- hidrológico,  
- edáfico  
- y climático  
Tipos de suelos predominantes  
Clima  
Hidrología

Presentación: Cartografía climática  
Cartografía edafológica  
Cartografía hidrológica  
Cartografía de vegetación y uso del suelo  
Referencias documentales sobre requerimientos  
ecológicos de la vegetación  
Imágenes de satélite de distintas épocas

Fuente: Dirección General de Integración y Análisis de la  
Información (DGIAl) del INEGI  
Instituciones de investigación básica como el IMTA y  
revistas especializadas

Periodicidad: Un completo estudio de la fragilidad de la  
vegetación requeriría de información periódica y  
precisa que permitiera el monitoreo de la respuesta  
de la vegetación a cambios ambientales inducidos y  
paulatinos.

Método: Una vez determinados los requerimientos ambientales de  
los tipos de vegetación, obtenidos de análisis de  
correlación documentados, se efectúa otro de carácter  
cartográfico o de sensores remotos para determinar el  
nivel de adecuación a las condiciones ambientales y la  
susceptibilidad a ser degradadas las mismas por efecto  
de actividades humanas directas o indirectas.

Limitantes: La aplicación de índices de este tipo requiere de  
información demasiado precisa, de la que no se  
dispone ampliamente, pues sólo algunos bancos de  
información computarizados (como el proyecto de  
Bioclimatología del Inireb) disponen de incipientes  
correlaciones entre clima y especies o géneros  
tropicales; además, aunque se pretende que sea un  
proyecto de gran magnitud no puede esperarse -cuando  
menos a corto plazo- que haya una confiabilidad total  
para tipos de vegetación o asociaciones vegetales  
específicas.

Aplicación al área de estudio: Por los aspectos mencionados  
anteriormente, y teniendo el área de estudio una  
marcada escasez de información de este tipo, no fue  
posible la aplicación del índice.

## 12. Elemento a evaluar: Fauna

La determinación de la fragilidad de la fauna presenta los mismos  
principios que la vegetación, aunque su carácter dependiente  
provoca una mayor complejidad en las variables ambientales a  
considerar para su evaluación.

Aunque un ecosistema en equilibrio es la mejor barrera (ecológica) a las alteraciones del entorno, la afectación de la siempre existente área de amortiguamiento termina por alterar la estructura de la comunidad biótica; con ello, ocurre la reducción o desaparición de los elementos faunísticos más sensibles por competencia con especies introducidas o favorecidas, por depredación o por alteraciones microclimáticas que pueden rebasar su rango de tolerancia ambiental.

De esta manera, las omnipresentes actividades humanas deterioran el habitat de las comunidades faunísticas paralelamente a la afectación de los tipos de vegetación que es la variable ambiental principal a considerar tal como a continuación se presenta:

Índice sugerido: Deterioro del habitat

Autor: Espinoza (en preparación)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Requerimientos ambientales de la fauna  
Asociaciones vegetales originales  
(superficie)  
Asociaciones vegetales inducidas  
(superficie)  
Asociaciones vegetales cultivadas  
(superficie)  
Inventario faunístico original  
Inventario faunístico actual

Presentación: Cartografía de vegetación y uso del suelo  
Referencias documentales sobre requerimientos ecológicos de la fauna  
Imágenes de satélite de distintas épocas  
Listados

Fuente: Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI  
Instituciones de investigación básica como el IMTA y revistas especializadas  
Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales (Sedue)

Periodicidad: Lo mismo que el índice anterior, en este caso también se requiere de información periódica y precisa para detectar la respuesta a los cambios ambientales, pues -de la misma manera que en la vegetación- la afectación puede ser selectiva y crear incluso nuevos nichos, subsidiados por las mismas actividades que inhiben la existencia de organismos más sensibles. De esta manera, la vulnerabilidad a las actividades puede determinarse de acuerdo al monitoreo de la

presencia y densidad de poblaciones animales de acuerdo al paulatino cambio del patrón dominante del uso del suelo.

Sin embargo, la información cartográfica normalmente es generada por única vez, por lo que debe substituirse por el análisis de sensores remotos; el inventario faunístico original generalmente es inferido y obtenido a partir de las especies presentes a las que se añaden los registros de especies desaparecidas o "faltantes" de acuerdo a áreas con condiciones ambientales similares y a los requerimientos ecológicos de organismos, obtenibles de diversas fuentes documentales.

**Método:** Análisis cartográfico o de sensores remotos (fotos aéreas o imágenes de satélite); correlación con los requerimientos ambientales de la fauna; y enriquecimiento de estos últimos con la confrontación de los inventarios faunísticos y rango de tolerancia ecológica de especies desaparecidas. Esta aplicación es particularmente importante en áreas semiperturbadas, para orientar su uso inmediato.

**Limitantes:** Aunque la correlación ofrece una visión objetiva de la capacidad de adaptación de los organismos, su aplicación debe efectuarse con reservas en función al limitado acceso a material actualizado tanto cartográfico como de inventarios; los estudios documentales de requerimientos ambientales también tienen la limitante de no poder validarse en sentido estricto en campo.

**Aplicación al área de estudio:** Aunque no puede establecerse una frontera definida entre áreas perturbadas y no perturbadas y en función al uso del suelo que se presentaba en 1969 (lámina 15) se puede considerar que el área cubierta por vegetación original cubría 304.41 km<sup>2</sup>; esto corresponde a 42.6% del área, restringidos principalmente en el ecotopo sierra, donde los matorrales desérticos de diversos tipos (espinoso, parvifolio, crasicauale, rosetófilo, crasirrosulifolio) deberían albergar la fauna que se indica en el cuadro 22, de acuerdo a diversas fuentes documentales.

Sin embargo, no existe un inventario actualizado y específico del área y no es suficiente con las referencias de la población, pues no indican la densidad ni el estado actual de las especies; por ello, no es posible indicar si se encuentran en estado de retroceso o de adaptación a los disturbios, principalmente a la competencia de que son objeto por parte de la fauna introducida.

#### 14. Elemento a evaluar: Sistema global

El proceso de deterioro global de un sistema natural comprende una degeneración tal del equilibrio ecológico que rebasa los límites homeostáticos del mismo, ya sea del conjunto de los elementos del ecosistema, de algunos de ellos o incluso de uno solo que desempeñe una función clave en el mantenimiento de dicho equilibrio.

Es importante aclarar que, en este sentido, pueden detectarse dos tipos de procesos en que se manifiesta tal deterioro: la desertización y la desertificación, cuya básica diferencia lo constituye el agente causal. En el primer caso se trata de una tendencia natural de aridización provocada por las condiciones climáticas extremas, principalmente una disminución gradual de precipitación, mientras que en el segundo, el impacto negativo que se tiene sobre los elementos bióticos del sistema, es provocado por el hombre en forma tan acelerada que se impide su regeneración.

El desconocimiento (o conocimiento limitado) de la trama de relaciones existentes entre los elementos del sistema y que determinan el equilibrio del mismo, provoca que el planteamiento de índices ambientales de este tipo sea a priori, subjetivo y discutible. Sin embargo, en función a los impactos globales que se manifiestan en áreas donde la degradación ambiental se relaciona con alguna de las dos causas, pueden plantearse las siguientes relaciones:

##### 14a. Índice de aridez

Esta caracterización del ambiente es una de las más comunes y es aplicada principalmente a niveles meso y macrorregional pues, debido principalmente a la carencia de suficientes estaciones climatológicas, no hay una representatividad suficiente.

Este tipo de índices mide la disponibilidad de humedad aportada por la precipitación, sobre la que la temperatura tiene una incidencia determinante por la magnitud de la evaporación que provoca y el impacto que tiene sobre la biota (aunque, en ciertos casos, los tipos de suelos y la salinidad ejercen una influencia similar). Debe aclararse que con estas interrelaciones no se mide tendencia alguna a la desertificación, sino un estado ambiental en un tiempo determinado, que arroja un valor cuantitativo, fácilmente comparable y utilizable con fines de planeación como a continuación se aprecia:

Autor: De Martonne (1942)

Carácter: Local, extrapolable a una región homogénea similar

VARIABLES AMBIENTALES: Temperatura media anual  
Precipitación total anual

Presentación: Tarjetas con datos alimentados a partir de la lectura en campo de termómetros y pluviógrafos

Fuente: Son tres los principales organismos que controlan las estaciones climatológicas (y los observatorios meteorológicos) de la Red Climatológica Nacional: la Comisión Federal de Electricidad y las Direcciones Generales de Estudios y del Servicio Meteorológico Nacional (estas últimas dependientes de la SARH). La disponibilidad de la información ya procesada es posible en las dos últimas instituciones.

Periodicidad: El vaciado de la información se efectúa mensualmente, aunque los promedios que interesan, se obtienen de forma anual.

$$\text{Método: } I_a = \frac{P}{t + 10}$$

Donde  $I_a$  = índice de aridez  
 $P$  = precipitación total anual en mm  
 $t$  = temperatura media anual en °C

Limitantes: El nivel de confiabilidad depende de la representatividad de las estaciones (y del número de años de observación) en función al grado de homogeneidad del área. Por otro lado, es importante aplicar con criterio el resultado pues, como ya se anotó, en condiciones extremas, ciertos tipos de suelos y la salinidad pueden influir decisivamente.

Aplicación al área de estudio:

Estación: 24-019 El Estribo, municipio de Salinas (SARH)

Precipitación total anual: 404.9 mm  
Temperatura media anual: 16.9°C

$$I_a = \frac{P}{t + 10}$$
$$I_a = 15.05 \text{ (semiárido)}$$

#### 14b. Índice de desertificación

No es posible el planteamiento de un índice de este tipo, pues ello implicaría contar con registros climáticos durante un tiempo suficiente en que, bajo condiciones naturales, sea evidente un cambio significativo (aun mínimo) en las condiciones climáticas

micro o mesorregionales que repercute en las características bióticas del sistema en forma negativa (aunque, eventualmente, también podría ocurrir el proceso contrario). Alternativamente, y con todas las limitantes obvias, puede aplicarse el índice de aridez mencionado conforme se van enriqueciendo las bases de datos y elaborando una gráfica de tendencias.

#### 14c. Índice de desertización

Autor: Espinoza (1987)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Cambio en los patrones de escurrimiento (densidad de disección)  
Tendencias a la erosión  
Cambio de régimen de cuerpos de agua  
Cambio de la fisonomía y fenología de la vegetación  
Coeficiente de salinización

Presentación: Imágenes de satélite

Fuente: Imágenes Landsat o Spot, concentradas y disponibles en la Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI y en la Coordinación de Investigación del IMTA

Periodicidad: Se requieren imágenes de épocas húmeda y seca de diferentes años, idealmente a lo largo de un gran periodo. Esto es con el fin de detectar cambios en las variables mencionadas, que puedan indicar efectivas tendencias -de existir- aun de carácter cíclico.

Método: Análisis de las imágenes y técnicas estadísticas de correlación entre cada variable y el procesos global y entre sí, utilizando los coeficientes que representan a cada variable.

Debido a que la medición de las variables consideradas, en algunos casos reviste cierto grado de subjetividad, se planteó una relación entre las mismas en que se sugieren obtener previa y aisladamente, coeficientes referidos a una escala de cero a cien (donde el primer valor indica la ausencia total de alteración o las condiciones originales del sistema en relación a ese problema, y el segundo representa la degradación total de la variable a evaluar). En cuanto al factor de ponderación, éste se tomó en función de la relevancia en la "salud" del ecosistema, definiéndose convencionalmente la siguiente correlación:

- Donde: I = Índice de desertificación  
 d = Coeficiente de densidad de disección  
 s = Coeficiente de salinización  
 e = Coeficiente de erosión cubierta por clases de erosión  
 a = Coeficiente de reducción de superficie y cambio de régimen de cuerpos de agua

**Limitantes:** Aunque eventualmente puedan estar accesibles todas las imágenes de satélite, no es del todo posible realizar una auténtica y controlable correlación entre las variables señaladas y la dinámica del proceso en general por lo poco representativa que es la muestra muestreo de años que pueden estar disponibles de este material- en función al tipo de proceso que se evalúa. Además, la interpretación del resultado puede ser engañosa por la casi omnipresencia de actividades humanas, aunque en mínimo grado, por lo que el proceso es desvirtuado de su carácter de "natural". Por otro lado, la aplicación en zonas áridas y semiáridas es difícil la interpretación del material, porque en tales áreas el cambio de fisonomía y fisonomía de la vegetación es muy raras para la aplicación del índice son poco conspicuas.

**Aplicación:** Al hacer los estudios. Por las razones aducidas con anterioridad, no se aplicó, sino sólo se dio la oportunidad de desarrollar estas líneas de investigación, considerando siempre los limitantes de información.

### 5.3 Indices de potencialidad o aptitud

17 y 21. Elemento a evaluar: suelo

La potencialidad y la vulnerabilidad de un área se encuentran íntimamente ligadas, estando la primera en función de la segunda debido a que la naturaleza propia de sus elementos definen (con una importancia relativa diversa) la capacidad de sustentar una biota -ya sea nativa o introducida-, que es, en sí misma, el indicador por excelencia de la potencialidad de un área y dirige el tipo de uso a que pueda destinarse.

Debido a que los diferentes usos del suelo tienen también una naturaleza "agresiva" igualmente distinta, de acuerdo a sus requerimientos ambientales y a la influencia selectiva del hombre, existe una degradación potencial o real en toda actividad productiva (en este caso, en la agrícola) ya sea por el carácter intensivo o por lo inadecuado de su manejo.

En este caso se ha considerado a la erosión como un fenómeno inevitable, producto de la no consideración entre la potencialidad de un área y la naturaleza de una actividad, por lo que el riesgo de que se presente va a definir lo adecuado del manejo del área, toda vez que lleva implícita la capacidad de recuperación o de asimilación del impacto ambiental.

Índice sugerido: Capacidad de carga (riesgo de erosión)

Autor: Lara (1986)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Tipo de suelo  
Fisiografía  
Precipitación pluvial  
Cobertura vegetal

Presentación: Los tipos de suelo y la fisiografía se obtienen a partir de cartografía, la cobertura a partir de cartografía, fotografía aérea o imágenes de satélite y la precipitación pluvial de datos climáticos o cartografía ya elaborada.

Fuente: Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI  
Las imágenes de satélite pueden obtenerse adicionalmente en la Coordinación de Investigación del IMTA

Periodicidad: La cartografía normalmente es de edición única, lo cual es suficiente para las primeras tres variables, pero no para el caso de la cobertura vegetal por el carácter dinámico de la misma, por lo que, de existir, es recomendable el uso de

imágenes de satélite que se obtienen regularmente cada 16 ó 18 días, dependiendo de la fuente (Landsat o Spot).

$$\text{Método: RE} = \frac{S1 + S2 + S3 + S4}{4}$$

donde: RE = riesgo de erosión  
S1 = tipo de suelo  
S2 = fisiografía  
S3 = precipitación pluvial  
S4 = cobertura vegetal

Esta fórmula se aplica previo análisis cartográfico en el que las clases en que se divide cada variable, adquieren los valores mostrados en los cuadros 24 a 27, a partir de cuya aplicación se confrontan con los de la siguiente con el fin de calificar el valor cuantitativo obtenido, que no significa una mayor o menor, sino una diferente capacidad de carga:

0 - 20	Riesgo muy bajo
20 - 40	Riesgo bajo
40 - 60	Riesgo medio
60 - 80	Riesgo alto
80 -100	Riesgo muy alto

**Limitantes:** En sentido estricto, este índice no manifiesta la capacidad de carga, que es la cantidad de organismos o el nivel de intensidad de una actividad que soporta un área determinada, sino la susceptibilidad a degradarse en función a lo mismo que, indirectamente, permite definir la potencialidad de la región de interés. Por otro lado, aunque es posible tipificar por separado el riesgo de erosión de acuerdo a las diferentes variables involucradas y tener una idea aproximada y comparativa del riesgo global del sistema, no se dispone de factores de ponderación que indiquen el peso relativo de las variables en el índice general.

#### 18. Elemento a evaluar: vegetación

En un ecosistema inalterado (concepción teórica), el balance energético es causa y consecuencia del equilibrio ambiental, que provoca la presencia de una vegetación climax, indicador sintético -como ya se mencionó- del estado del ecosistema.

Cuadro 24. Valores asignados por unidad de suelo de acuerdo a su riesgo de erosión

Unidad de suelo	Valor
Gleysol	0
Histosol	0
Solonetz	10
Vertisol	10
Fluvisol	15
Yermosol	30
Xerosol	30
Regosol	40
Castañozem	50
Chernozem	50
Feozem	50
Acrisol	55
Rendzina	60
Cambisol	65
Arenosol	70
Nitosol	75
Planosol	80
Ranker	85
Luvisol	90
Andosol	95
Litosol	100

Fuente: Lara (1986)

Cuadro 25. Valores asignados a geoformas de acuerdo a su riesgo de erosión

Geoforma	Valor
Sierras	100
Cañadas	100
Lomeríos	60
Llanuras	15
Planicies	15
Valles	15
Mesetas	15

FUENTE: Lara (1986)

Cuadro 26. Valores asignados por rangos de precipitación de acuerdo al riesgo de erosión que provocan

Rango de precipitación (mm)	Valor
0-500	100
501-1000	60
1001-1500	80
>1500	100

FUENTE: Lara (1986)

Cuadro 27. Valores asignados por tipo de uso del suelo de acuerdo al riesgo de erosión que provocan

Uso del suelo	Valor
Marisma	0
Manglar	0
Tular	0
Agricultura de riego	15
Matorral	30
Selva	40
Bosque	50
Pastizal	60
Agricultura de temporal	85
Areas desprovistas de vegetación	100

FUENTE: Lara (1986)

El grado de adaptación de este tipo de vegetación se debe a que es el producto de la evolución y conjunción de factores genéticos y ambientales que han permitido la colonización e incluso -en muchos casos- la especiación en el área, donde también inciden aspectos microclimáticos.

Sin embargo, en ecosistemas aprovechados, en los que ya se presenta una componente humana que extrae recursos y en los que el nivel de eficiencia y aprovechamiento real depende de la tasa de recuperación, se pretende elevar -y generalmente orientar- la productividad de aquéllos mediante subsidios; esto, aunque algunas veces sólo puede comprender el manejo, la mayor parte de los casos implica una transformación más o menos drástica del ambiente al introducir o inducir especies económicamente redituables o socialmente deseables (Sánchez-Silva, 1987).

Estas especies no nativas poseen requerimientos intrínsecos muy bajos y un rango de tolerancia amplio, por lo que, eventualmente, pueden llegar a substituir a las originales. Normalmente, las especies introducidas -incluyendo los cultivos exóticos- son consideradas "agresivas" por la resistencia obtenida mediante la selección genética, que es heredada a las nuevas generaciones. Sin embargo, estas especies se han vuelto altamente dependientes del hombre y pueden tender a agotar el suelo al consumir selectiva y permanentemente la misma proporción de nutrientes -principalmente en el caso de monocultivos-; con esto, pueden poner en peligro su propia continuidad en el área.

Existen ciertas especies o comunidades, e incluso asociaciones, que pueden recolonizar su habitat -previamente alterado- como los mezquites y las palmas que, de esta manera, funcionan como una vegetación inducida, tal como los acahuales en la selva en el proceso de sucesión secundaria.

En algunos casos, la readaptación a ambientes alterados no ocurre tan fácilmente, por lo que especies nativas muy sensibles y con un rango de tolerancia muy reducido pueden tender a desaparecer, en cuyo caso, si no son substituidas por otras, puede presentarse la degradación del sistema por la erosión incipiente.

La consideración del potencial que el sistema ambiental tiene para autorregenerarse cuando está siendo aprovechado ha dado origen a las políticas de desarrollo sostenible, que pugna por un aprovechamiento integral, donde la implantación de medidas de conservación deben apreciarse bajo la óptica de largo plazo y donde debe conocerse realmente la naturaleza del ecosistema y sus elementos para aprovechar de una manera óptima el mismo (Carpenter & Dixon, 1985).

Para tener una idea aproximada del nivel de "cicatrización" de la vegetación o tendencia a retornar a su estado original (climax) es necesario considerar un marco o límite físico de referencia, en el cual, durante un periodo de comparación, no

debe desarrollarse actividad económica alguna. En este caso, es muy importante la adecuada interpretación de la fisonomía y la fenología de la vegetación, con el objeto de determinar el avance o retroceso de los estados serales.

Índice sugerido: Coeficiente de adaptación a disturbios

Autor: Espinoza (en preparación)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Superficie cubierta por vegetación climax  
Superficie cubierta por vegetación secundaria

Presentación: Fotografías aéreas o imágenes de satélite de diferentes años, pero de la misma época para fines comparativos.

Fuente: Imágenes Landsat o Spot, concentradas y disponibles en la Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI y en la Coordinación de Investigación del IMTA.

Periodicidad: Las fotografías aéreas son de edición única generalmente, mientras que las imágenes de satélite se producen regularmente (cada 16 ó 18 días, dependiendo de la fuente -Landsat o Spot-).

Método:  $CAD = 100 \frac{CL1f}{SECf + CL1f} - 100 \frac{CL10}{SEC0 + CL10}$

Donde CAD = Coeficiente de adaptación a disturbios expresado en porcentaje, respecto al tiempo "0"

CL1f = Superficie cubierta por vegetación climax en el tiempo "f"

SECf = Superficie cubierta por vegetación secundaria en el tiempo "f"

CL10 = Superficie cubierta por vegetación climax en el tiempo "0"

SEC0 = Superficie cubierta por vegetación secundaria en el tiempo "0"

Limitantes: La relación que se indica sólo representa un coeficiente o proporción de avance o retroceso de la vegetación, no expresa el tipo de dinámica de la misma y, por lo tanto, no constituye un índice en sí mismo. Por otra parte, la adaptación al tipo de información existente obliga a utilizar los mismos criterios de interpretación, el mismo marco físico de referencia y a poder tipificar los estadios

fenológicos y los estados serales de la vegetación. Paralelamente, y con fines de un aprovechamiento óptimo del sistema natural y, en este caso, específicamente de la vegetación, es indispensable conocer su productividad y su nivel de aprovechamiento. Un aspecto muy importante para determinar la tasa de recuperación de la vegetación es que debe permitirse la regeneración de la vegetación secundaria, lo cual, salvo en raras ocasiones -particularmente en el trópico húmedo-, es posible.

Aplicación al área de estudio: Debido al continuo y constante avance de las actividades agropecuarias en zonas ya perturbadas, no fue posible determinar este coeficiente. Únicamente, y a manera cualitativa, es posible indicar que en regiones semiáridas, el matorral desértico predominante, por las condiciones climáticas poco favorables y la exposición del suelo deforestado a la erosión eólica, requiere de largos periodos para una recuperación efectiva a nivel de asociación o tipo de vegetación; sin embargo, a largo plazo y con perturbaciones drásticas se recupera más fácilmente que la vegetación del trópico húmedo (Sánchez, 1986 comm pers) pues la menor diversidad favorece la continuidad de un banco de plasma germinal en individuos relativamente aislados.

#### 19. Elemento a evaluar: fauna

La presencia de una especie animal está determinada por requerimientos intrínsecos y factores extrínsecos que, en conjunto, definen lo adecuado de un habitat. Sin embargo, tienen más peso los requerimientos intrínsecos y el rango de tolerancia de la especie para su adaptación a habitats alterados.

En algunos casos, la dependencia de la fauna respecto a la vegetación es tan estrecha que una alteración mínima puede significar la desaparición de especies muy sensibles, principalmente de las altamente especializadas, tanto por falta de alimento como por destrucción del habitat y, de manera muy particular, por la competencia con especies introducidas que luchan por el nicho.

En contrapartida, otras especies animales -mucho menos numerosas- se ven favorecidas por los disturbios, pues su rango de tolerancia es más amplio y se adaptan fácilmente a nuevos habitats, donde han sido eliminados sus depredadores o donde abunda el alimento, como es el caso de las plagas presentes en áreas en que se practica el monocultivo.

Existe, por lo tanto, una relación directa entre la velocidad de artificialización del medio y la tasa de extinción de especies.

Índice sugerido: Coeficiente de adaptación a disturbios

Autor: Espinoza (en preparación)

Carácter: Regional

VARIABLES AMBIENTALES: Superficie cubierta por vegetación original  
Superficie cubierta por vegetación secundaria  
Inventario faunístico del Área

Presentación: Fotografías aéreas o imágenes de satélite de diferentes años, de la misma época para fines comparativos

Listados de la fauna presente en el área, incluyendo referencias bibliográficas y encuestas con la población local

Fuente: Los sensores remotos son obtenibles en la Dirección General de Integración y Análisis de la Información (DGIAI) del INEGI y en la Coordinación de Desarrollo Profesional del IMTA

Los listados faunísticos pueden obtenerse en las Direcciones Generales de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales y Normatividad y Regulación Ecológica de la Sedue

Periodicidad: Las fotografías aéreas son generalmente de edición única, mientras que las imágenes son producidas con regularidad (cada 16 ó 18 días, dependiendo de la fuente -Landsat o Spot-).

Los listados están siendo enriquecidos y actualizados continuamente, asignándose recientemente a tipos de vegetación y habitats posibles.

Método: Mediante análisis de las fotografías o las imágenes se determina la superficie cubierta por vegetación secundaria. Se definen los inventarios faunísticos tanto en condiciones originales como en condiciones alteradas, apoyándose en los requerimientos ambientales básicos para las especies faunísticas (estudios autoecológicos).

Se calcula independientemente el deterioro de la fauna y de la vegetación; se correlacionan a continuación aplicando la siguiente fórmula:

$$CAD = (v^2 \cdot f)100$$

Donde CAD = Coeficiente de adaptación a disturbios  
v = Proporción del área alterada respecto a la superficie total. El exponente indica el grado de ponderación o importancia  
f = Proporción de especies presentes en el área respecto al total original

Los valores obtenidos con la determinación de este coeficiente varían de cero a cien, donde hay una relación directa con la capacidad de adaptación a disturbios.

Limitantes: Para la determinación de este coeficiente se requieren listados faunísticos completos, confiables y preferentemente referidos a sistemas ambientales locales y el conocimiento de los requerimientos intrínsecos y extrínsecos de las especies animales, determinación esta última que debe obtenerse en instituciones de investigación básica. Sin embargo, ambos requisitos generalmente no se disponen o sólo se tienen en forma parcial.

Algunos de los aspectos que no se consideran -por la gran dificultad de conseguir tal información- son el número de individuos y el estado de la fauna de manera particular y general, que indica el nivel de importancia mantenido o adquirido por los disturbios. Tampoco considera el papel de banco de germoplasma que representan las áreas menos alteradas (o marginales) como es el caso del ecotopo sierra en el área de estudio.

En los listados faunísticos es muy difícil considerar el poder de dispersión de la fauna o su presencia temporal y en el coeficiente obtenido, inferir el nivel de adaptación que tienen los individuos y la fauna en general.

Aplicación al área de estudio: Como en el caso del índice anterior, es difícil la determinación de este coeficiente por la carencia de material cartográfico (o fotografías o imágenes) y de listados faunísticos locales y actualizados.

## 6. ALGUNOS ASPECTOS ACERCA DE LOS ESCENARIOS ALTERNATIVOS DE PLANEACION

- Con la aplicación de los índices ambientales se tiene una visión muy precisa de la problemática ambiental del área de estudio, con la cual es posible replantear el modelo conceptual, la matriz sintética de interrelaciones y, consecuentemente, en función a las prioridades que se plantee el planificador, crear diferentes escenarios que simulen el estado del sistema ambiental, respondiendo a obras y acciones hipotéticas (véase lámina 23).
- Una vez que se han obtenido los índices individualmente, es posible una correlación entre los valores que arrojaron de acuerdo a escenarios ecológicos, económicos y tecnológicos tal como se indicó en la lámina 2 con fines de simulación y orientado a la toma de decisiones; sin embargo, para tales valores de juicio deben expresarse los criterios, escalas o normas de comparación que permitan discernir sobre un mejor escenario de acuerdo a los objetivos de planeación fijados.
- El principio general en la aplicación de índices para la obtención de diferentes escenarios fue el siguiente:
  - . Determinación de objetivos deseables de planeación.
  - . Aplicación de índices de calidad, fragilidad y potencialidad.
  - . Definición de unidades o parámetros con fines de simulación.
  - . Comparación de los valores de los índices aplicados con normas o criterios establecidos.
  - . Apoyo en la toma de decisiones en función a los objetivos planteados.
- En cuanto a la correlación entre los diversos índices obtenidos, se lleva a cabo de la siguiente manera:
  - . Previamente, se detectan las interrelaciones más relevantes entre los elementos del sistema regional y se obtiene la información ambiental correspondiente.
  - . De acuerdo al estado y actividades actuales y en función a unidades naturales o ecotopos, se determinan los índices de calidad que definen las condiciones actuales del medio o de cada elemento. Los valores que arrojan son meramente descriptivos y, eventualmente, pueden ser cualitativos o cuantitativos pero, en ambos casos, deben compararse con un criterio o escala que indique los niveles tolerables de

DIAGNOSTICO INTEGRADO  
AMBIENTAL DE LA  
GEOFACIE POR ECOTOPO

REGIONALIZACION  
ECOLOGICO

DIAGNOSTICO  
DEL MEDIO  
FISICO

DIAGNOSTICO  
SOCIOECONOMICO

EVALUACION  
DEL ESTADO  
ACTUAL DEL  
AREA

DETERMINACION  
DE LA FRAGILIDAD  
DE LOS ELEMENTOS  
Y DEL AREA

DETERMINACION  
DE LA POTENCIALIDAD  
DE LOS ELEMENTOS  
Y DEL AREA

ESTIMACION  
DE  
TENDENCIAS

IMAGEN OBJETIVO

PLANTEAMIENTO  
DE ESCENARIOS  
DESEABLES Y  
POSIBLES DE  
ACUERDO A LOS  
PLANES ESTATALES  
DE DESARROLLO  
Y EL PLAN DE  
DESARROLLO  
URBANO DE LOS  
MUNICIPIOS  
INVOLUCRADOS

PLANTEAMIENTO  
DE UN PROGRAMA  
DE ORDENAMIENTO  
ECOLOGICO  
INTEGRAL

APLICACION DE INDICES AMBIENTALES

ELABORACION DE  
CARTAS-SINTESS  
DE ACUERDO A LOS  
TIPOS DE PROGRAMAS DE  
DESARROLLO POSIBLE

Lámina 23. Pasos secuenciales para la obtención de un programa de ordenamiento ecológico integral del área

degradación que permite el medio. Un ejemplo es el índice de calidad del suelo en relación al nivel de erosión provocada por las actividades productivas directa o indirectamente.

- . Posteriormente, se determina la fragilidad o vulnerabilidad de los elementos del sistema a tendencias actuales y a actividades (escenarios) probables y posibles. Un ejemplo es el índice de erodabilidad del suelo, que indica la resistencia intrínseca que presenta este elemento a ser degradado por factores naturales, mientras que cuando es en función a alguna actividad se define como índice de erosión potencial. Estos dos tipos de índices en relación a un mismo elemento, indican las diferencias de fragilidad y vulnerabilidad. Mediante estos índices se determinan eventuales interrelaciones peligrosas entre elementos apoyándose en la matriz de interrelaciones.
- . Un tercer paso consiste en determinar cuál es el uso que realmente pueden soportar los elementos del sistema en función a escenarios realmente posibles, con lo cual se determina el costo ambiental de las actividades económicas, mediante los análisis de factibilidad; éstos se apoyan, a su vez, de nueva cuenta en normas de comparación que indican cualitativamente la capacidad de un elemento o del sistema.
- . Una vez que se han discriminado ciertas actividades de acuerdo a la fragilidad y la vulnerabilidad del sistema, se procede a efectuar la simulación o respuesta teórica del medio a las actividades realmente posibles, dando énfasis a los índices integrales o a aquéllos orientados hacia elementos claves dentro del sistema y que condicionan la respuesta del resto. Un ejemplo de este proceso es determinar la erosión potencial (como fenómeno sintético que define la degradación de un área) de acuerdo a las actividades que sean de interés económico, político o social, para determinar el impacto ecológico que tienen y su viabilidad a largo plazo de acuerdo al equilibrio ambiental que permiten. Para este caso es muy importante disponer de la caracterización de los tipos de suelo presentes en cada unidad ambiental en cuanto a su fragilidad y potencialidad y la caracterización de la actividad económica en relación en su agresividad y afectación global o parcial al sistema a corto y largo plazo, que puede obtenerse apoyándose en el modelo conceptual y la matriz de relaciones de deterioro. Es importante recalcar que las unidades o parámetros instrumentados para la simulación deben ser comparables con los de calidad, obtenidos en la primera fase con fines comparativos y, posteriormente, de monitoreo.
- Es importante recordar que los valores obtenidos de los índices de acuerdo a diversos escenarios y la metodología en general no indican las decisiones que deben tomarse en la

planeación, sino que son sólo unas herramientas que la orientan y apoyan, máxime cuando el planeador y el tomador de decisiones no son la misma persona o sus intereses son distintos.

- Por otro lado, es imprescindible considerar que todo proyecto que ha sido concebido y desarrollado adecuadamente, difícilmente será relevante o trascenderá si no ha considerado el factor social del que, de manera prioritaria, deberá satisfacer sus necesidades y sólo después podrá aceptar incorporar se a proyectos de interés regional (Sánchez y Espinosa-Rodríguez, 1987b). De igual manera, el factor de tenencia de la tierra es importante en estos proyectos, pues facilitará o dificultará la ejecución de los mismos, siendo más factible cuando existe una tradición o un interés común explícito en los beneficios para los poseedores de las parcelas o, bien, cuando está fraccionada mínimamente la propiedad como en los latifundios y las tierras federales comunales.
- Un aspecto muy importante a considerar es el de carácter cultural, principalmente en el sentido que tradicionalmente la población está acostumbrada a obtener determinado producto de la tierra; aunque, eventualmente, está dispuesta a modificar o adaptar su forma de apropiación del medio, el cambio no va a ser radical de manera alguna por lo que, dentro de los programas que lleve a proponer el tomador de decisiones, debe considerarse este rango de adaptación cultural o incluir una fase de promoción o convicción.
- Los proyectos de planeación regional con bases ambientales poseen la particularidad de que son integrales, en los que la conservación del sistema y sus elementos no implica un freno al desarrollo económico sino un apoyo a éste y una continuidad a largo plazo. Es por ello que se debe dar un impulso importante a trabajos de este tipo, donde las investigaciones básicas y aplicadas, la generación de información y el pulimiento y adaptación metodológica se conjuguen, principalmente para enriquecer y complementar planes de desarrollo sectorial y, especialmente, parciales como son los planes de desarrollo urbano; estos últimos consideran a los centros de población como base de partida de la planeación, por lo que el entorno generalmente poco analizado se convierte en un aportador de materias primas, cuya potencialidad está definida por las necesidades de los mercados local, regional o nacional. Para el área de estudio se dispone del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Salinas de Hidalgo (Sedue, 1986), desarrollado sobre las bases mencionadas con anterioridad y desde la ciudad de San Luis Potosí.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1 Operatividad de la metodología de ordenamiento ecológico en la planeación

- Aunque el esquema metodológico está orientado a la planeación, ofreciendo una visión integral del medio y de sus elementos, el objetivo general de este trabajo puede sintetizarse en dos aspectos:
  - . El análisis de la información ambiental existente y su instrumentación en la metodología de ordenamiento ecológico de la Sedue.
  - . La generación de escenarios alternativos de planeación, en función a la aplicación de índices ambientales.
- Sin embargo, debido a las carencias de información ambiental, no fue posible la detección de escenarios alternativos, por lo que no pudo aplicarse íntegramente la metodología propuesta.
- De cualquier manera, se fue haciendo un análisis paralelo de la estructura del método y de cada una de las fases que puede sintetizarse como sigue:
- El tronco metodológico de ordenamiento ecológico propuesto por la Sedue, representa un esfuerzo de sistematizar en forma conjunta la generación y el análisis de la información ambiental y el ordenamiento ambiental. El apoyo de diversos instrumentos metodológicos facilita el proceso de planeación convirtiéndolo en una secuencia iterativa, donde es posible el replantamiento de cada una de las fases.
- El procedimiento de regionalización ecológica como uno de los instrumentos metodológicos tiene como finalidad ofrecer un marco físico de referencia regional de límites visibles y permanentes y ha sido conceptualizado considerando aspectos de las regionalizaciones ya existentes (hidrológica, económica, fisiográfica, etc.); se apoya como criterios básicos en la fisiografía y el clima para los niveles superiores al considerarse que son éstos los que definen los procesos ambientales y dan el patrón fisonómico general a las unidades inferiores. Para tal efecto, se adoptó la regionalización fisiográfica del INEGI al reconocer su carácter sintético de las características del medio y por considerar que, así, la información generada por esta institución (incluyendo la de carácter socioeconómico) es totalmente compatible con este marco físico. Sin embargo, es muy conveniente el análisis de la operatividad de incluir el nivel cuenca hidrográfica dentro del esquema regional para la aplicación de programas que consideren los patrones de producción y mercado y economía regionales y los programas de conservación del agua y el suelo como elementos básicos del sistema (Sánchez y Espinoza, 1987a).

- La aplicación de modelos conceptuales y matrices de interrelaciones permiten tener una (distinta) visión de los elementos del sistema; permite, además de ayudar a detectar las relaciones determinantes de la problemática ambiental, orientar el proceso de planeación y la propia generación de la información, principalmente la relativa a investigación básica como son los requerimientos de los elementos bióticos o actividades económicas y las características generales de estos mismos.
- La aplicación de índices de calidad, vulnerabilidad y potencialidad de los elementos y del sistema en general permite, igualmente, ponderar, eliminar y priorizar eventuales actividades económicas y, de esta manera, orientar la planeación regional.
- Existen ya ciertas experiencias de metodologías de este tipo aplicadas directamente a la selección de escenarios alternativos de desarrollo regional, pero en los cuales se da un valor ponderativo mayor al aspecto económico y la conservación sólo es una variable más. Un ejemplo de este tipo es el Modelo Xalapa, desarrollado en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, que ayuda a la selección de eventuales actividades de acuerdo al almacenamiento de la información requerida y que ya ha sido aplicado (a nivel regional y parcelario) en la determinación de los cultivos deseables en la región cafetalera del centro del estado de Veracruz.
- En cuanto al uso de modelos y del análisis de sistemas en el quehacer geográfico es conveniente anotar que facilitan en gran medida la comprobación y la validación de las diferentes teorías que se postulan en geografía física y restan ambigüedad a los planteamientos que se efectúan en geografía social. Asimismo, permite una retroalimentación positiva entre la elaboración de teorías, su comprobación mediante modelos y el perfeccionamiento o refutación de la propia teoría.

## 7.2 Estado de la información ambiental en México

- La generación de información en México, lo mismo que en los otros países más desarrollados del Tercer Mundo, se remonta sólo a épocas recientes (menos de medio siglo, de una manera sistemática).
- De esta manera, se comprende que la planeación realizada hasta la fecha, haya dejado mucho que desear en cuanto a la optimización de los recursos humanos, técnicos y económicos -sin considerar el sustrato básico que son los recursos naturales-.

- Es conveniente anotar que la importancia de la generación de la información en una forma sistematizada (o, mejor aún, la consciencia de ello) ha venido aparejada con el reciente desarrollo tecnológico de los sistemas de información y las bases de datos, para lo que en mucho influyeron la eficiencia y masiva difusión de éstos en países altamente desarrollados.
- Entre las instituciones pioneras en este sentido destaca el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), que controla la mayor parte de las estaciones climatológicas del país y también las más antiguas. A esta institución se han sumado en fechas más recientes la Comisión Federal de Electricidad y la Dirección General de Estudios de la SARH, dirección esta última que ha asumido el papel de concentradora y distribuidora de la información, al disponer de los datos de las otras dos (el SMN incluso actualmente constituye una dirección general más de la SARH) y otras menos importantes. Sin embargo, y a pesar de la mayor tradición en la generación de la información climática, ésta adolece de varias y serias deficiencias: en primer lugar, la red meteorológica nacional es insuficiente, con una distribución relativamente concentrada en la zona templada y grandes regiones de las zonas árida y tropical con carencias de mediciones, muchas de ellas con características microclimáticas especiales; en segundo lugar, las variables ambientales medidas, tradicionalmente orientadas al servicio de la agricultura se limitan en su mayor parte a precipitación, lluvia máxima en 24 horas y temperatura media, careciéndose de importantes variables como evaporación, insolación y vientos y no disponiendo de pluviogramas, información toda esta última prácticamente restringida a los escasos observatorios meteorológicos; por último, la información generada se encuentra concentrada y disponible a veces con varios años de retraso y no se dispone a la fecha de eficientes sistemas de almacenamiento, por lo que las instituciones usuarias requieren invertir demasiado tiempo en una tediosa captura, previa a su utilización; en este sentido destacan el Instituto de Geografía, cuyos bancos climáticos están orientados hacia la agroclimatología y el análisis de comportamientos y tendencias de los elementos climáticos y del clima en general, el programa de Bioclimatología del Inireb, orientado hacia la determinación de requerimientos climáticos de los recursos bióticos reales y potenciales del trópico húmedo, y el Sistema de Información Ecológica de la Sedue, donde se utiliza la información de una manera selectiva para las propuestas de ordenamiento del medio natural en función a la potencialidad y fragilidad de los sistemas naturales.
- Los institutos de investigación son las principales fuentes de información básica en relación a las características, origen, vulnerabilidad y potencialidad de los elementos bióticos y abióticos de los sistemas naturales. En muchos casos, la investigación aplicada de estos institutos gira alrededor de un determinado elemento del sistema, definiéndose formas de optimización del aprovechamiento de tal recurso,

ignorando totalmente la existencia de los demás o considerándolos en forma complementaria al estudiado, por lo que los estudios de este tipo son sumamente parciales. Además, esta generación no obedece a línea prioritaria alguna a nivel nacional sino, más bien, a intereses específicos de los investigadores o de centros altamente especializados. En contraste, numerosos campos de investigación son poco contemplados, analizados someramente o sencillamente ignorados, como puede desprenderse de los requerimientos de información para los índices ambientales planteados en este trabajo. En este sentido, sería conveniente el desarrollo de investigación básica bajo una línea clara, previamente determinada y congruente con políticas prioritarias a nivel nacional que generen los requerimientos y garanticen su aplicación posterior.

- Un esfuerzo en la concentración y generación de información básica, realizada por el sector oficial con fines de planeación, lo constituye la creación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (bajo el actual nombre de Dirección General de Geografía forma parte del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) que tiene amplias atribuciones, no sólo en la generación de cartografía, fotografía y concentración de imágenes de satélite, sino también en lo relativo a censos e, incipientemente, el análisis de la información y desarrollo de sistemas. Aunque la cartografía generada se inició a una escala bastante adecuada para la planeación (1:50,000) y con temas básicos (topografía, edafología, geología, uso del suelo y uso potencial), recientes líneas de trabajo (similares a las de los institutos de investigación) han provocado que la colección cartográfica planteada en un principio aún esté incompleta a costa de la generación de otros temas y material a otras escalas, que sólo sintetizan los datos (algunos ya obsoletos) de las primeras escalas que se desarrollaron.
- Dos de los productos elaborados por el INEGI resaltan por su aplicabilidad en proyectos de planeación. Uno de ellos es la carta fisiográfica, donde se plasmaron de una manera sintética los principales temas generados en la demás cartografía (topografía, climas, edafología y geología), obteniéndose unidades aproximadamente integrales, a partir de las cuales se desarrolló una regionalización cuyos niveles intermedios (subprovincia y discontinuidad fisiográficas) fueron adoptados en la regionalización ecológica, descrita en este trabajo. La importancia de este marco de referencia estriba en que la generación actual y futura de esta institución estará referida a éste, por lo que el problema común en la planeación de inferencia y deducción de la escala física y temporal de información quedaría teóricamente resuelto.
- El segundo producto desarrollado por el INEGI representa un primer esfuerzo de análisis de sus propios productos cartográficos y de la información estadística derivada de los

censos, todo ello plasmado en documentos denominados Síntesis de Información Geográfica a nivel estatal, pero respetando la regionalización fisiográfica e incluso ampliándola a escala 1:250,000 en entidades pequeñas (la escala fuente es 1:1'000,000).

- El elemento agua ha sido evaluado en términos generales por la SARH en la elaboración de boletines hidrométricos; en este material, refiriendo la información a una regionalización hidrológica se ha determinado una serie de variables relativas al tema apoyándose en una red de estaciones hidrométricas, que han sido retomadas por la Sedue y completadas en ciertas áreas de interés para desarrollar la Red Nacional de Estaciones de Monitoreo de la Calidad del Agua que, desafortunadamente, dista mucho de ser representativa a nivel nacional. Aunque la información de las estaciones hidrométricas es continua, los boletines fueron generados por una sola vez y los datos muchas veces son obsoletos; en cuanto al monitoreo de la calidad del agua, apenas se está haciendo un esfuerzo por concentrar y ordenar la información, por lo que la disponibilidad de la misma a planeadores es realmente restringida.
- Un problema similar existe en la medición sistemática de la calidad del aire en que la Sedue, apoyándose en el Índice Metropolitano de Calidad del Aire, ha instalado una red de estaciones de medición de variables relativas a la problemática; sin embargo, esto solamente ha ocurrido en las mayores ciudades del país, mientras que en algunas localidades medias la única variable medida es la de partículas suspendidas totales, siendo nula la disponibilidad de información para el resto del país.
- La información relativa a los recursos bióticos se caracteriza por su dispersión pues, aunque los herbarios existentes en el país disponen -en su conjunto- de un inventario relativamente completo de especies florísticas del país, generalmente no hay una correlación regional de tales especies; reciente y regionalmente se realizó un esfuerzo en el Inireb para Veracruz, donde se determinaron los requerimientos climáticos de las especies para inferir posibles y probables localidades no detectadas. En cuanto a los inventarios faunísticos, la información es aun más deficiente y sólo los institutos de investigación disponen de tal información de una manera confiable y local. Considerando este estado de inventarios bióticos se comprende el apenas incipiente esfuerzo por definir las especies raras y en peligro de extinción que, en forma sistematizada, está desarrollado la Sedue, definiendo los requerimientos de habitats de las especies para determinar posteriores políticas de conservación de áreas (y biomas con representación espacial reducida) que enriquezcan al Sinap (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas).

- El recurso suelo ha sido evaluado en función a sus características físicas, pero la interpretación y representación de las mismas en la cartografía -particularmente en el INEGI- son demasiado generales y casi nunca hay correspondencia entre las diversas fuentes por la distinta clasificación y orientación. Tres de las principales fuentes de información de este tipo son el INEGI, el Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados de Chapingo y la Dirección de Agrología de la SARH.
- La alternativa evidente para abatir la dispersión existente entre la generación de la información ambiental y su utilización es el impulso a convenios entre instituciones de ambos tipos, como recientemente ha venido llevándose a cabo entre la Sedue y la UNAM, el Colegio de Postgraduados, el Inireb y el INEGI.
- Por último, es conveniente recalcar que la generación de la información y su aplicación en la planeación debe ser paralela y como un proceso iterativo.

## 8. COMENTARIOS

### 8.1 Análisis sobre la aplicabilidad de la metodología en el sector público

La realización de proyectos en el sector público, orientados al apoyo a la toma de decisiones, muy comúnmente presentan la limitante de carecer de un sustrato verdaderamente científico, cuyas causas pueden ser una o varias de las siguientes:

- Falta de claridad de los objetivos de tales proyectos y, muchas veces, de comunicación entre los tomadores de decisiones y los técnicos encargados de la realización o supervisión de aquéllos.
- Falta de apoyo para la elaboración de tales proyectos, que puede comprender desde la limitante de papelería hasta presupuesto insuficiente para el apoyo de campo o de laboratorio requerido para complementar planteamientos de gabinete; por ello, muchas veces ocurre que los técnicos -e incluso los tomadores de decisiones- desconocen las áreas de estudio y las condiciones sociales de las mismas y, al apoyarse solamente en fuentes documentales -método indirecto- y referencias de terceras personas, generan conclusiones desacordes con la realidad del área o fuera de tiempo.
- Insuficiente coordinación entre las instituciones del sector público y las del sector social, que incluyen aquéllas de carácter docente y/o de investigación, que provoca que las primeras tomen decisiones sin un sustrato científico y las últimas, desarrollen líneas de investigación con un alto nivel científico pero fuera de la realidad del país y, muchas veces, sin utilidad práctica alguna o, en el mejor de los casos, con carácter no prioritario.
- El celo mal entendido del manejo de información, básica o secundaria, generada por diferentes instituciones o -el colmo- por distintas áreas de una misma institución que dificulta el desarrollo de proyectos, provoca duplicidad de actividades, confunde a un eventual usuario sobre la confiabilidad de la información, provoca que se alargue absurdamente el tiempo de realización y minimiza el uso de los recursos humanos, técnicos y financieros.
- La rotación continua de personal tanto a nivel técnico como de mandos medios, que provoca el desecho de experiencias previas e impide la formación de un grupo de trabajo real y permanente.
- Falta de interés del personal integrante por escasos alicientes económicos, laborales y académicos que repercute en la calidad del trabajo.

- Permanente reinicio de líneas de trabajo por las siempre nuevas administraciones.

Es conveniente indicar que estos aspectos quedan matizados un poco por el hecho de que cierto presupuesto ejercido, y denominado gasto de inversión, se orienta hacia la elaboración de trabajos de investigación de apoyo a proyectos que no pueden ser elaborados en el sector, como se mencionó, por insuficiencia de personal capacitado o por falta de equipo o experiencia necesarios para su realización.

En el sector Ecología, por lo relativamente reciente de la disciplina, es muy común este tipo de contratismo, que no pocas veces reviste un carácter ultracientífico, pero poco práctico, por lo que es poco operativo, sobre todo por el tipo y volumen de información requerida y lo usualmente rígido de las metodologías propuestas.

En forma paralela, existen también trabajos metodológicamente operativos realizados siempre por instituciones académicas como universidades y fundaciones, pero que suponen la existencia de cierta información básica y sistematizada que, generalmente, no se dispone.

Es justamente bajo esta óptica que en el área administrativa hacia la que se orienta la aplicación de la presente obra -Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica de la Sedue-, es perfectamente factible su utilización, pues considera los siguientes aspectos:

- a) La implementación por técnicos medianamente especializados o incluso sin estarlo pero perteneciendo a áreas científicas y técnicas como Geografía, Biología, Economía, Ingeniería Ambiental, Agronomía y Química.
- b) La utilización de información generada por el sector, sugiriendo las formas de presentación y de implementación, orientada al apoyo de las líneas de investigación del área.
- c) La orientación de la generación de información futura o sistematización de la existente que sirva de apoyo hacia proyectos de ordenamiento, diagnóstico e impacto ambientales.
- d) El respaldo y justificación de convenios del área con instituciones generadoras de información de carácter ambiental, como el INEGI y diversas áreas de la SARH, así como la optimización de equipo de cómputo ya existente en la Dirección.
- e) El rescate de la experiencia en el tema de diversos técnicos, orientados a la formación de un auténtico grupo de trabajo, que permita optimizar el uso de los recursos financieros y humanos en el área.

f) La orientación más lógica de los recursos financieros destinados a contratos externos y una coordinación más sistemática y congruente.

## 8.2 Continuidad de la línea de investigación

Como se mencionó a lo largo de todo el trabajo, el objetivo básico fue el análisis del manejo de la información ambiental requerida para proyectos de planeación regional, considerando para ello la Cuenca de Salinas como área de estudio, donde se determinó su aplicabilidad y limitaciones.

De los tipos de instituciones relacionadas a la generación, distribución y aplicación de información ambiental, estas últimas pueden ser de carácter normativo y ejecutivo, lo que define el nivel de efectividad del proyecto. La Sedue es un ejemplo de las de carácter normativo, como se explicita a lo largo de toda su ley orgánica. En contrapartida, la SARH representa a las instituciones de carácter ejecutivo, en las que los proyectos tienen fases de implantación, por lo que, eventualmente, deben tener áreas de generación de información. De igual manera, las universidades, como instituciones de investigación básica y de vanguardia, requieren de información confiable, adecuada y actualizada, así como técnicas y métodos de análisis de la misma, adecuadas a tal disponibilidad para que haya una real aplicabilidad.

En este trabajo se ha planteado un método de compatibilización de líneas de trabajo en el área del ordenamiento ambiental que se han desarrollado en instituciones de los tres tipos, que se sintetizan en las del Inireb (trabajos sobre planeación ecológica del uso de la tierra y ecodesarrollo) y la Sedue (ecoplanes, ordenamientos ecológicos e impacto ambiental), considerando la disponibilidad de información de diversas instituciones, principalmente el INEGI.

La aplicación de metodologías de esta naturaleza permiten el enriquecimiento y formación de sistemas de información, particularmente los que disponen de bancos de datos y procesos ambientales como es el caso del Sistema de Información Ecológica (SIE), cuyo enriquecimiento metodológico fue uno de los objetivos a que se orientó este trabajo. De igual manera, al probarse la utilidad de los marcos regionales apoyados en características ambientales y de los índices ambientales apoyados en información disponible, en esta institución se han planteado y empezado a desarrollar dos líneas de trabajo, orientadas a reforzar el SIE y a generar información básica, aplicada a problemas ambientales: la serie Regionalización Ecológica y la serie Índices Ambientales.

En el caso de la serie Índices Ambientales, representa el análisis metodológico a detalle, la aplicación más específica en diversas áreas de estudio, en particular de índices y temáticas

planteadas en este documento, orientados a la detección de información faltante para la concertación y especificación de términos de convenios con instituciones generadoras de información, como es el caso del INEGI o de investigación básica como la UNAM o el Colegio de Postgraduados; en el caso de esta última institución, ha enriquecido al SIE con el planteamiento de índices cartográficos que permiten el manejo de este material para la caracterización del estado ambiental de unidades regionales, previamente determinadas (Ortiz-Solorio, 1985).

La estructuración y aplicación de índices ambientales realizadas en este trabajo, producto de la recopilación, el análisis y la conceptualización de otros (generalmente demasiado complejos o con requerimientos muy específicos de información) representa un avance en la detección de información faltante particularmente en aquéllos que no pudieron aplicarse en el área de estudio.

La Serie Regionalización Ecológica representa, por su parte, la generación de información básica, consistente en la determinación de marcos regionales de referencia -apoyados en criterios físicos- a diferentes niveles regionales, que constituyen distintos niveles de percepción para proyectos con diferente magnitud espacial; esto permite la recuperación de trabajos de carácter ambiental desarrollados en diferentes años, máxime cuando se aplican técnicas, materiales e información compatibles; ello favorece el monitoreo de problemáticas ambientales y la optimización de recursos humanos y económicos, que se pretende que sea una de las metas del Sistema de Información Ecológica en general y del presente trabajo en particular.

Como una actividad complementaria, es urgente empezar a incidir en el proceso de formación del geógrafo en los aspectos matemáticos y de análisis de sistemas para que se tienda hacia esa visión integral planteada por la geografía muchas veces demasiado optimistamente.

Literatura consultada

- Aguirre R., J.R. (1983). "Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano". In Molina G., J. (editor). Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México. Simposio por el Vigésimo Aniversario del Colegio de Postgraduados. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 105-115.
- Ambia M., V. (recopilación, 1967). Fauna silvestre de México. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. SARH. México.
- Arana, F. (1984). Ecología para principiantes. Ed. Trillas. México, D.F. 138 pp.
- Arriaga C., N. y O. Hernández C. (agosto de 1987). Índice para evaluar la calidad del aire IMECA. Adaptación al Sistema de Información Ecológica. Documento interno, Serie Índices Ambientales. Proyecto Sistema de Información Ecológica. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, Sedue. México.
- Athié, M. (compilador, 1983). Manual de impacto ambiental. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Sedue. México.
- Barajas L., V. G. (1985). Tronco metodológico para el ordenamiento ecológico. Documento interno. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Sedue. México.
- Barajas L., V.G., H.G. Carrillo R., O.A. Chávez R., J.M. Espinoza R., A. Lara V., E. Miranda V., M. Kushida K., R. Lacy T. y N. F. Méndez M. (1986). Regionalización Ecológica del Territorio. Cuaderno de divulgación no. 4. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Sedue. México. 21 pp.
- Barradas, V.L. (1983). "Capacidad de captación de agua a partir de niebla en Pinus montezumae Lambert, de la región de las grandes montañas del estado de Veracruz". In Biotica 8:4, 427-431. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver.
- Barrera J., P.A. (1987) Índices de deterioro de bosques templados y fríos y su fauna silvestre asociada. Documento interno Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Sedue. Serie Índices Ambientales. México.

- Beltrán, E., F. Miranda, E. Hernández X., A. González C., A.J.W. Scheffey y J. Rzedowski (1964). Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 186 pp.
- Benítez-Omaña, A.F. (1987). Departamento de Manejo Integral de Cuencas. SARH. Comunicación personal.
- Bravo, E. (1986). Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, Sedue. Comunicación personal.
- Briggs, D.J. & J. France (1982). "Mapping soil erosion by wind for regional environmental planning". Journal of environmental management 15, 159-168.
- Carabias J. y V.M. Toledo (coordinadores, 1983). Ecología y recursos naturales. Ediciones del Comité Central del PSUM. México. 168 pp.
- Carpenter, R.A. & J.A. Dixon (1985). Ecology meets economics: a guide to sustainable development. East-West Center. Honolulu, Hawaii. Junio de 1985.
- Centro de Investigaciones de Quintana Roo (1979). Memorias del curso La Ecología en la planificación del desarrollo. Chetumal, Q.R. 187 pp.
- Cervantes B., J.F. Ecoplanación regional del medio natural. Congreso Nacional de Geografía. Toluca, Méx. 1981, 191-199.
- Claverán A., R. (1982). La ganadería en el norte árido. Primera reunión sobre medio ambiente y calidad de la vida. IEPES. Gómez Palacio, Dgo.
- Claver F., I. (coordinador, 1981). Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid. 572 pp.
- Cloudsley-Thompson, J.L. (1979). El hombre y la biología de las zonas áridas. Ed. Blume. Barcelona. 255 pp.
- Contreras, S. (1984). "Environmental Impacts in Cuatrociénegas, Coahuila, México: A Commentary". Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science 19:85-88.
- Cossio G., M.L. E. Cossio Z. y J. Rojas H. (octubre de 1986). "Problemática del deterioro del recurso fauna". In UNAM. IV Simposio sobre fauna silvestre 1986. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, 459-473.

- Dennis, C.R., H.F. Ready, W.C. Hickey, R.A. Peterson & R. D. Pieper (octubre, 1984). Arid and semiarid lands: sustainable use and management in developing countries. AID/NPS Natural Resources Expanded Information Base Project. Division of International Affairs. National Park Service. Washington, D.C. 20240.
- Espinoza-Rodriguez, J.M. Compendio de indices ambientales. México. En preparación.
- ----- y V.G. Barajas. Manual de regionalización ambiental. México. En preparación.
- Facultad de Ingeniería (enero 8 de 1986). "515 zonas geotérmicas en México". In Semanario Año XVII no. 8. UNAM, México.
- García-Amaro, E. (1980). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climáticas de Köppen. México.
- García S., A. (1975). "Introducción al concepto de regionalización". En UNAM. Introducción al concepto de regionalización. Instituto de Geografía. México, D.F.
- Gómez-Pompa, A. (1985). Los recursos bióticos de México (reflexiones). Ed. Alhambra. México. 122 pp.
- Gómez-Rojas, JC (1990). División de Estudios de Postgrado, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Comunicación personal.
- Gómez V., H. (1983). "El Colibrí AXP. Un aerogenerador en marcha". In Información Científica y Tecnológica 5:82. CONACYT. México. 5-6.
- González A., E. (1982). "Las halófitas como una fuente de alimento". In CINFOR-INIF. Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de plantas útiles del desierto. Gómez Palacio, Dgo. 69-71.
- González-Leal, I. (1986). Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, Sedue. Comunicación personal.
- ----- (julio de 1987). Indice para evaluar la calidad del agua. Adaptación al Sistema de Información Ecológica. Documento interno. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Sedue. México.
- Grenot, C.J. (1983). Desierto chihuahuense. Fauna del Bolsón de Mapimí. Universidad Autónoma Chapingo. 63 pp.
- Hall, Ch. & J. Day (1977). Ecosystem modelling in theory and practice. John Wiley & Sons. Nueva York, 5-38 (Systems & Models).

- Harvey, D. (1983). Teorías, leyes y modelos en Geografía. Alianza Universidad Textos. Alianza Editorial. Madrid, 500 pp.
  - Hudson, N. (1981). Soil conservation. Cornell University Press. Ithaca, N.Y. 324 pp.
  - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1984). X Censo General de Población y Vivienda, 1980. Integración territorial del estado de San Luis Potosí. México, 21.
- 
- (1985). Síntesis Geográfica del estado de San Luis Potosí. Dirección General de Geografía. México. 186 pp.
- 
- (1989). Datos Básicos de la Geografía de México. Aguascalientes, Aqs. México, 26-27.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (julio 28-30, 1982). Segunda reunión nacional sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto. Publicación especial no. 43. Gómez Palacio, Dgo., México.
  - Lacy T., R. (coordinador, 1986). Informe sobre el estado del medio ambiente en México. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Sedue. México. 83 pp.
  - Lara V., A. (1987). Ordenamiento ecológico del paisaje terrestre Rio Cañones. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 115 pp.
  - Leopold, A.S. (1977). Fauna silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 673 pp.
  - Levi, S. (1975). "El concepto de región de Robert E. Dickinson". In UNAM. Introducción al concepto de regionalización. Instituto de Geografía. México.
  - López-García, J. (1986). Instituto de Geografía. UNAM. Comunicación personal.
  - Lucero M., R. (1989). Lineamientos y criterios para delimitar y caracterizar el nivel sistema terrestre. Documento interno. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, Sedue, México.
  - Marroquín, J.S., G. Borja L., R. Velázquez C. y J.A. De la Cruz C. (1981). Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México. 166 pp.

- Marten, G. (1980). Documentos base para la planeación ecológica del uso de la tierra. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver., México.
- Medellín-Leal, F. (editor, 1978). La desertificación en México. Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP. 130 pp.
- Medina G., JA y R. Sánchez-Silva (1977). Impacto ambiental de las obras hidráulicas. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. SARH. Cuaderno no. 17. México. 70 pp.
- Mellink, E., J.R. Aguirre R. y E. García M. (1986). Utilización de la fauna silvestre en el altiplano potosino-zacatecano. Centro Regional para Estudios de zonas Áridas y Semiáridas. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 104 pp.
- Melo G., C. (1977). Técnicas geomorfológicas en la evaluación de los recursos escénicos. Instituto de Geografía, UNAM. Serie Varia 1:3 (B-11). México.
- Mergruen E., S. (responsable, 1985). Regionalización ecológica del país. Experiencia piloto a nivel estatal en Guanajuato. Instituto de Estudios, Investigaciones y Servicios Agrípefor Chapingo, SC. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, Sedue. México, 143 pp.
- Miranda, F. y E. Hernández X. (1963). "Los tipos de vegetación de México y su clasificación". Bol. Soc. Bot. Méx. 28:29-179.
- ----- y ----- (1964). "Fisiografía y vegetación". In Beltrán, E., F. Miranda, E. Hernández X., A. González C., A.J.W. Scheffey y J. Rzedowski. Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 1-27.
- Miranda-Viquez, E. y P. Barrera J. (compiladores, enero de 1988). Manual de aplicación de índices y coeficientes ambientales. Serie Índices Ambientales. Proyecto Sistema de Información Ecológica. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, Sedue. México.
- Mitchell, B. (1979). Geography and resources analysis. Longman Inc. Londres & Nueva York. 399 pp.
- Myers, N. (1986). Natural resource systems for sustainable development. Issues paper for World Bank Workshop. Seminar on Land and Water Resource Management. Economic Development Institute of The World Bank. Washington, D.C. Nov. 10-21, 1986. 24 pp.

- Ocampo R., MA (octubre de 1986). "Usos pecuarios de la fauna silvestre". In UNAM. IV Simposio sobre fauna silvestre 1986. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, 508-523.
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (1984). Evaluación rápida de fuentes de contaminación. Lima.
- Ortiz S., C. (junio de 1985). SIE Sistema de Información Ecológica. Instituto de Estudios, Investigaciones y Servicios Agripefor Chapingo, SC. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, Sedue. México, 143 pp.
- ----- y H.E. Cuanalo de la Cerda (1978). Metodología del levantamiento fisiográfico. Un sistema de clasificación de tierras. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 85 pp.
- Pérez C., M.S., J.L. Aguilar R. y A.R. Alcántara E. (1985). Mapeo de unidades de terreno con imágenes de terreno con imágenes de satélite en el semiárido de México. Dirección General de Geografía. INEGI. México, D.F.
- Pérez-Villegas, G. (abril de 1989a). Viento dominante durante el año. Carta IV-4.2, Atlas Nacional de México, Serie Clima. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Pérez-Villegas, G. (abril de 1989b). Energía del viento dominante. Carta IV-4.3, Atlas Nacional de México, Serie Clima. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Rojas B., IA (1988). Proposición metodológica para el análisis de la Geografía del Riesgo. Tesis de licenciatura. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- Rzedowski, J. (1957). "Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas". Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. 18 (1-4): 49-101.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Ed. LIMUSA. México, D.F. 432 pp.
- Sánchez-Silva, R. (1986). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Comunicación personal.
- ----- (1987). Conceptos generales sobre recursos naturales. Seminario-taller de aprovechamiento del suelo y agua y consideraciones ambientales, económicas y sociales. Abril 22-24, 1987. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Oaxtepec, Mor.

- ----- y Espinoza-Rodríguez J.M. (1987a). Consideraciones sobre manejo de los recursos suelo y agua. Informe anual de proyecto. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 38 pp.
- ----- y ----- (1987b). Desarrollo autosostenible en el trópico húmedo. Informe anual de proyecto. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 15 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1979). Red nacional de monitoreo de la calidad del agua. Sistema de Información de la Calidad del Agua. Dirección General de Protección y Drenación Ecológica. México, 31 pp.
- ----- (1981). Inventario de áreas erosionadas y unidades de suelos del estado de San Luis Potosí. Dirección General de Conservación del Suelo y el Agua. México.
- ----- (1984). Inventario de áreas erosionadas y unidades de suelos del estado de Zacatecas. Dirección General de Conservación del Suelo y el Agua. México.
- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (1981). Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos. Dirección General de Ecología Urbana. México. Con Anexo cartográfico.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1986). Plan de desarrollo urbano de Salinas de Hidalgo, SLP. Delegación estatal de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP. 131 pp.
- ----- (1987a). Relación de fauna endémica o en peligro de extinción en México. Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. México.
- ----- (1987b). Relación de plantas mexicanas raras o en peligro de extinción. Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. México.
- ----- (s/f). Ordenamiento ecológico del valle de San Luis Potosí. Delegación estatal de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP.
- Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (agosto 13 de 1985). Producción minera para los años 1983-1984 por estados y municipios. Compendio estadístico. México.

- Secretaría de Industria y Comercio (1950). VII Censo General de Población y Vivienda, 1950. Integración territorial de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. México.
- ----- (1950). VIII Censo General de Población y Vivienda, 1960. Integración territorial de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. México.
- Secretaría de la Reforma Agraria (s/f). Núcleos agrarios constituidos. Delegación estatal de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (1971). IX Censo General de Población y Vivienda, 1970. Integración territorial de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. México.
- ----- (1981). Síntesis Geográfica de Zacatecas. México, 222 pp. Con anexo cartográfico.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos (1972). Boletín hidrológico no. 55. Región hidrológica no. 37 El Salado. Dirección General de Estudios. México.
- ----- (1975). Plan Nacional Hidráulico 1975. Segunda parte. Subsecretaría de Planeación. México. 211-221.
- Silva C., R. (1982). Recursos forrajeros en la región árida y semiárida del Distrito Agropecuario no. 11 Ciudad Lerdo, Dgo. SARH. 79-81.
- Silvestrini, V. (1981). Uso de la energía solar. Ed. del Serbal. Barcelona. 140 pp.
- Tamayo, J.L. (1980). Geografía Moderna de México. Ed. Trillas. México. 400 pp.
- Tricart, J. (1985). Pro-Lagos. Los lagos del Eje Neovolcánico de México. UNAM-Instituto de Geografía. Université Louis Pasteur Strasbourg I. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Centre National de la Recherche Scientifique. México. 66 pp.
- Trueba C., A., A. Benítez O., R. Sánchez S. y R. Vital P. (1984). Percepción remota. Principios y aplicaciones. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. SARH. México. 95-104.
- Valadez F., J.A., M. Meza S., E. Tijerina C. y A. Rivera C. (1985). Ordenamiento ecológico del área metropolitana de Monterrey, NL. SEDUE-Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL.

- von Bertalanffy, L. (1984). Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Fondo de Cultura Económica. México, 311 pp.
- Wischmeier, W.H. & D.D. Smith (Diciembre de 1978). Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning. Agriculture Handbook no. 537. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. Washington, D.C. 58 pp.
- Woodruff, N.P. & F.H. Siddoway (1965). A wind erosion equation. Soil Science Society. 602-606.

#### Cartografía consultada

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cartografía esc. 1:1,000,000. Hojas México y Guadalajara. Temas: fisiografía, topografía e hipsografía.

-----

Cartografía esc. 1:250,000. Hojas F13-3, F13-6, F14-1 y F14-4.  
Temas: geología, hidrología superficial e hidrología subterránea.

-----

Cartografía esc. 1:50,000. Hojas F13-B59 Zacatón, F13-B69 Ojo Caliente, F14-A51 Villa de Ramos, F14-A52 El Toro, F14-A61 Salinas, F14-A62 Espíritu Santo, F14-A71 Loreto y F14-A72 Pinos. Temas: topografía, geología, edafología, uso actual del suelo, uso potencial y marco geoestadístico.

- Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. Cartografía esc. 1:500,000. Hojas 130-II Zacatecas, 140-I San Luis Potosí y 140-III Querétaro. Tema: climas.

## GLOSARIO

**Area marginal:** Región, cuyas características ambientales le confieren un alto grado de fragilidad de acuerdo con los patrones tecnológicos o culturales de explotación.

**Bajada:** Término aplicado a la pendiente general que se presenta como continuación de las estribaciones propiamente dichas de las sierras madres hacia la parte interior del país y que define el aspecto de penillanura de las altiplanicies. Comúnmente se asocia con el término "piedemonte", aunque éste es más específico y forma parte de las serranías.

**Bolsón:** Parte baja de las cuencas cerradas, comunes en la zona árida, generalmente ocupada por un cuerpo de agua somero y salobre por efecto de la intensa evaporación y que comúnmente es temporal. Ejemplo de estos tipos de cuerpos de agua son las lagunas de Salinas y Chapala, en el municipio de Salinas.

**Clase:** Tercer nivel en la clasificación filogenética, que agrupa organismos con un ancestro común claramente determinado. Ej. Mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios, dentro del subphylum vertebrados.

**Diagnóstico ambiental:** Análisis de la naturaleza e interacciones existentes entre los elementos de un sistema ambiental orientado al conocimiento de la dinámica global de éste, que permite definir el estado actual de un área y predecir su situación futura, apoyándose en tendencias derivadas normalmente de actividades humanas.

**Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica:** Área de la Sedue encargada de establecer los criterios y normas de carácter ecológico y las técnicas de ordenación del espacio considerando la complementariedad del desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales. Sintetiza en gran medida el carácter normativo de la Secretaría.

**Ecotono:** Franja transicional entre dos tipos de vegetación, derivada por el cambio gradual de las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas.

**Ecotopo o unidad natural o ambiental:** mínima área observable, correspondiente normalmente a la topografía individual, detallada por una unidad o asociación específica de suelo, evidenciada por una comunidad o asociación vegetal determinada que, a su vez, delata una homogeneidad casi total en cuanto a hidrología y microclima, condicionando automáticamente una fauna peculiar.

**Endemismo:** Término aplicado a organismos vegetales o animales e incluso comunidades bióticas enteras, exclusivos de un área; este fenómeno es debido a áreas de distribución muy restringidas por el reducido rango de tolerancia ecológica de los organismos, a la reducción de patrones de distribución mayores por diversas causas, al desplazamiento del nicho por especies más "agresivas" ecológicamente, a la disminución o desaparición de habitats originales o a que se trata de especies o comunidades en sus primeros estadios de dispersión.

**Escenario de manejo o planeación:** Imagen-objetivo planteada por un tomador de decisiones del manejo futuro de un área en función o necesidades locales o regionales y a la aptitud de los elementos ambientales.

**Evaluación de impacto ambiental:** Determinación de los efectos previsibles que, sobre el ambiente, producen obras o acciones determinadas, así como la identificación de las medidas de mitigación necesarias en los impactos negativos inevitables previstos (Lacy, 1986; pág. 77).

**Geofacie o paisaje terrestre:** asociaciones específicas de topoformas, generalmente del mismo tipo, que en áreas homogéneas pueden corresponder a cuencas o estructuras geológicas masivas.

**Geosistema o sistema terrestre:** agrupación de topoformas, similares o no, pero estrechamente relacionadas en cuanto a su fisonomía y evolución.

**Gestión ambiental:** Manejo de las actividades humanas que influyen sobre el medio ambiente. Requiere el establecimiento e instrumentación de planes, programas, mecanismos jurídicos y financieros, etc., para asegurar un proceso sostenido de desarrollo (Lacy, 1986; pág. 77).

**Imagen-objetivo:** Situación deseada que se plantea como meta final en el proceso de planeación.

**Impactación:** Efecto de una actividad sobre determinado elemento o sobre el sistema global y la trascendencia indirecta sobre otros elementos o sistemas aledaños.

**Indicador:** Variable o elemento que se considera representativo de un proceso o estado de una situación o área.

**Índice ambiental:** método muy utilizado para manejar y presentar en forma integrada, los datos de mediciones sobre calidad del medio ambiente y para facilitar el uso e interpretación de la información de tipo ecológico. Su proceso de obtención y aplicación se describe más detalladamente en el capítulo 5.

**Instrumento metodológico:** Conjunto de técnicas utilizadas para ejecutar o facilitar una parte o la totalidad de un proceso científico más global.

**Llanura:** En sentido estricto, toda extensión de terreno de pendiente muy suave, ubicada por debajo de los 200 msnm. En sentido amplio, se hace abstracción de la altitud en la que se encuentra.

**Lomerío:** Término aplicable a una forma ondulada del relieve, en que las laderas presentan una pendiente moderada.

**Macrosistema:** Término aplicado a un sistema en que se encuentra inserto otro menor y con el que comparte flujos de energía.

**Matriz de interacciones:** Método utilizado para relacionar elementos, muchas veces entre sí, para detectar relaciones, generalmente de impacto.

**Meseta:** Término aplicable a toda extensión de terreno de pendiente muy suave, ubicada por arriba de los 200 msnm. Muchas veces corresponde a estructuras de extensión reducida, sobresalientes en el paisaje y formadas por erosión diferencial.

**Modelización:** Proceso de agrupaciones de variables ambientales interrelacionadas, cuyo flujo de materia o energía puede ser representado mediante una expresión matemática.

**Modelo:** representación de la realidad. Aunque en sentido amplio los índices son también modelos en sí mismos, para fines operativos, se consideran en este trabajo como representaciones esquemáticas orientadas hacia los análisis integrados de las variables de un sistema, de sus interacciones y de sus procesos.

**Modelo de optimización:** Representación esquemática de relación entre elementos, donde se simulan interacciones hipotéticas orientadas a establecer los óptimos escenarios de planeación de acuerdo a objetivos particulares.

**Modelo de simulación:** Representación esquemática de relación entre elementos donde se plasma una situación hipotética o se reproduce de manera simplificada un fenómeno que ocurre en la naturaleza.

**Ordenación del espacio:** Determinación científica de uso adecuado del suelo para un manejo racional de los recursos naturales, ponderando la importancia de las actividades económicas de acuerdo a prioridades locales, regionales o nacionales.

**Ordenamiento ecológico:** Determinación científica del manejo óptimo del espacio geográfico, donde se contempla la potencialidad, fragilidad y capacidad de carga de los elementos de los sistemas ecológicos y la naturaleza de sus interrelaciones (flujos energéticos) para un desarrollo económico sostenible, donde se conserve, rehabilite y mejore la calidad de los sistemas ecológicos y sus elementos, considerados el hombre y sus actividades económicas como uno de ellos.

**Paisaje:** Visión subjetiva del conjunto de elementos ambientales que se aprecia en el terreno y que ofrece una sensación de unidad y equilibrio ambiental. En este concepto, evaluado sistemática y objetivamente, se apoya el enfoque fisiográfico.

**Parámetro:** Unidad de medida de una variable que permite su cuantificación y la comparación con otra.

**Peligro:** Es una característica de la calamidad (desastre) y esta última abarca a cualquier evento, cuyo significado es la posibilidad de dañar (Rojas, 1988).

**Phylum:** Máximo nivel de clasificación filogenética, que agrupa organismos con un mínimo grado de relación y cuyo ancestro común es muchas veces hipotético. Ej. Artrópodos, cordados, moluscos, dentro del reino animal.

**Planeación ambiental:** Proceso científico y sistemático de ordenación del espacio, en función a la potencialidad y a la mínima afectación de los elementos y el sistema en general a usos propuestos.

**Planeación regional:** Proceso de ordenación del espacio considerando la aptitud y la fragilidad ambientales específicas de cada división de un territorio, efectuada ésta con base en características físicas y socioeconómicas propias.

**Pronóstico ambiental:** Estimación de escenarios ambientales probables, realizada mediante la consideración de tendencias de conservación del sistema.

**Provincia ecológica o dominio ecológico:** División de las zonas macroclimáticas de acuerdo a la regionalización ambiental, en que se incorpora el criterio fisiográfico al climático, que constituye el marco del macrosistema.

**Regionalización ecológica:** División de un área en función a los criterios más significativos que condicionan la existencia de las comunidades bióticas que, a nivel bioma, tipifican regiones.

**Relicto:** Término aplicado a organismos animales o vegetales o incluso comunidades bióticas enteras que sobreviven en un área pese a los cambios radicales del entorno ambiental. Esto es debido a la continuidad de las condiciones microambientales, generalmente por efecto del relieve; estos factores provocan restos aislados de biomas que delatan paleoambientes y favorecen los procesos de especiación. Eventualmente, pueden representar formas de endemismo.

**Riesgo:** Situación de conflicto establecida a partir de la interacción de un medio social (y/o natural) vulnerable expuesto a los efectos de cambio por agentes generadores de daño, provenientes del entorno (incluidas en él las actividades productivas), cuya intensidad de relaciones varían en el espacio y el tiempo (Rojas, 1988; pág. 24).

**Sierra:** Término aplicado en fisiografía a formaciones montañosas originadas por plegamiento o de origen volcánico, en que se presentan estructuras masivas, de gran extensión y pendiente.

**Sistema:** Asociación de dos o más elementos, en que existe complementariedad e interacción y flujo energético. Funcionan como un gran elemento a un nivel espacial mayor.

**Sistema abierto:** Es aquel sistema en el que se presentan flujos energéticos con sistemas adyacentes, dependiendo de ello, muchas veces, el funcionamiento "normal" de ambos -o de más de dos-, en su caso-.

**Sistema ecológico:** División operativa del espacio en que, considerando límites convencionales, se determinan las interrelaciones entre los elementos bióticos y abióticos.

**Subphylum:** Segundo nivel de clasificación filogenética, que agrupa organismos cuya relación es lejana, pero que ya se ha determinado claramente. Ej. Vertebrados, hemicordados y tunicados dentro del phylum cordados.

**Toma de decisiones:** Parte final del proceso de planeación que implica la decisión acerca de la ejecución, continuación, modificación o cancelación de un proyecto, después de haberse realizado las fases de diagnóstico y pronóstico.

**Variable ambiental:** Elemento del sistema ambiental, en cuya determinación cuantitativa se apoya la evaluación del sistema.

**Vulnerabilidad:** Efecto potencial de deterioro de un elemento o todo el sistema, en respuesta a la acción de un agente externo.

Zona climática: Cada una de las cuatro áreas en que se divide el país en función a los grandes tipos de climas predominantes, definidos a su vez por la latitud, la orografía y la continentalidad como factores ambientales principales.