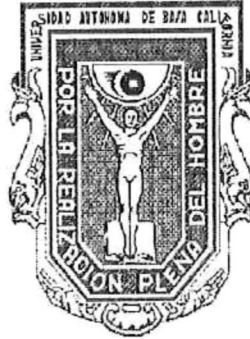


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Maestría en Ciencias en
Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas**



**ÍNDICES ECOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN Y LA
GESTIÓN AMBIENTAL: APLICACIÓN
EN UN ESTUDIO DE CASO (PUNTA BANDA, ENSENADA,
BAJA CALIFORNIA, MÉXICO).**

TESIS

QUE PRESENTA

BRENDA AHUMADA CERVANTES

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**



Ensenada, Baja California, junio del 2000

**ÍNDICES ECOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN Y LA GESTIÓN
AMBIENTAL: APLICACIÓN EN UN ESTUDIO DE CASO (PUNTA
BANDA, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO).**

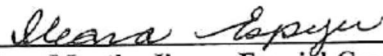
TESIS

QUE PRESENTA

BRENDA AHUMADA CERVANTES

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

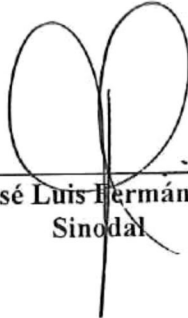
APROBADO POR:



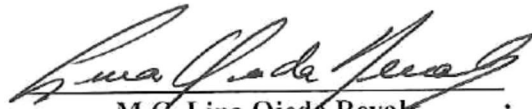
Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal
Directora de Tesis



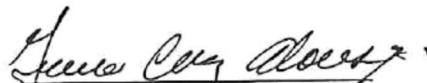
M.C. María Concepción Arredondo García
Co-directora de Tesis



M.C. José Luis Fermán Almada
Sinodal



M.C. Lina Ojeda Revah
Sinodal



M.C. Yrma Cruz Alonso
Sinodal

DEDICATORIA

A mis padres, Ramiro y Clarisa, por su apoyo constante e incondicional, por la educación y los principios que me han inculcado, porque gracias a ellos en los momentos más difíciles he encontrado el camino para seguir adelante, en fin por su ejemplo de rectitud y valentía, gracias.

A mis hermanos, José Ramón, Ramiro y Juan Miguel (mis tres guardaespaldas), gracias por estar pendientes de mí a cada momento, por todo su amor y comprensión, y por sus eternas sonrisas grabadas en mi mente por siempre.

En memoria de mi padrino, Guillermo Brito, quién a pesar de ya no estar presente con nosotros, es un gran ejemplo de rectitud y honestidad.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a las personas que me han brindado su amistad, especialmente a aquellas que en uno de los momentos más difíciles de mi vida, siempre estuvieron dispuestas a ofrecerme su apoyo, gracias mil.

Muy especialmente a la Dra. Ileana Espejel, quién está presente en uno de los momentos más importantes de mi vida, por su paciencia y por compartir conmigo su conocimiento y experiencia; además por dedicarme mañanas, noches, sábados y domingos para analizar información y revisar la tesis, en fin por su atinada dirección de esta tesis. Quedo por siempre con una deuda de gratitud.

A los asesores M.C. Concepción Arredondo, M.C. Lina Ojeda y M.C. José Luis Fermán, por sus comentarios y atinadas sugerencias en la etapa integradora del manuscrito de tesis.

A la M.C. Yrma Cruz, por su valiosa contribución a esta tesis, y por adoptarme como una hija más, permitiéndome quitarle un poco de su tiempo.

A la M.C. Claudia Leyva, por su amistad incondicional, su valiosa asesoría en algunos temas de esta tesis, y por su apoyo en la realización del manual.

Al Dr. Oscar Sosa, por ofrecerme sus palabras sabias justo cuando más lo necesitaba, por darme ánimo para luchar por lo que hasta hoy más añoraba, mi maestría.

A Juan Diego Flores, por su valiosa ayuda en la edición e impresión de los mapas.

Al Dr. Reed Noss y al Dr. James Karr, por proporcionarme desinteresadamente parte de su acervo bibliográfico.

A mis compañeros Argelia, Martín, Marina y Héctor, por la calidez humana que siempre mostraron.

Al Biol. Ramiro Ahumada, por su constante apoyo moral y económico, por compartir conmigo los tragos amargos y los momentos de alegría, gracias por ser todo un hermano.

A Luz del Carmen Beltrán, por adoptarme como una hija más, por su apoyo desinteresado, por sus consejos y regaños, gracias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico recibido durante mis dos años de estancia en esta facultad.

Al U.S. Fish and Wildlife Service Department of Interior, por su apoyo económico adicional otorgado cuando estudiante y para la impresión de esta tesis.

Al proyecto “Exploración de Técnicas de Diagnóstico ambiental y Arreglos de Manejo en el Corredor Costero Tijuana-Ensenada” coordinado por la M.C. Anamaría Escofet (CICESE) y el M.C. José Luis Castro (COLEF), por su apoyo y asesoría en los talleres de calibración metodológica.

RESUMEN

El matorral rosetófilo costero de Baja California es un tipo de vegetación altamente perturbado y amenazado por el crecimiento urbano y la agricultura. En este trabajo se seleccionaron indicadores ecológicos para la vegetación costera con los cuales se diseñaron índices ecológicos que evalúan la calidad de la misma en diversos sitios con diferentes grados de perturbación. Se pretende que estos índices sean utilizados por educadores ambientales y tomadores de decisiones. Se seleccionó como estudio de caso la Región de Punta Banda ya que es una zona muy heterogénea y bien estudiada. En la regionalización del área se obtuvieron 33 unidades ambientales (escala fina) y 9 paisajes (escala gruesa). El uso de los índices permitió conocer el estado o calidad de su vegetación en términos de su composición, estructura y función. El índice composicional está basado en la proporción de nativas y exóticas; el índice estructural en la relación entre hierbas y arbustos y el índice funcional en la proporción de succulentas y arbustos. Los fragmentos de vegetación dominados por *Agave-Eriogonum-Euphorbia*, *Agave-Eriogonum-Viguiera* y *Agave-Artemisia-Rhus* están en buenas condiciones para su conservación, en contraste con los fragmentos altamente perturbados dominados por *Bromus-Lamarkia-Lotus*. Los índices pueden ser incorporados en un programa de seguimiento de las asociaciones vegetales de matorral rosetófilo costero, dunas y marismas, para conocer la integridad ecológica de estas comunidades a través del tiempo. La técnica de análisis de impacto y sus fuentes se realizó de manera complementaria para la asignación de políticas ambientales locales. Por último, se diseñó un manual gráfico para la identificación de las especies que se utilizaron como indicadores del estado o calidad de la vegetación costera de Punta Banda.

ABSTRACT

Baja California coastal sage scrub vegetation is highly disturbed and threatened by urban and agricultural development. In the present study ecological indicators of the coastal vegetation quality were selected and ecological indexes were designed to evaluate their state in different sites with diverse perturbation degrees. These indexes were designed to be used by environmental educators and decision-makers. Punta Banda was selected as the case study because it is heterogeneous and there are many well-documented studies available. The regional zoning produced 33 environmental units (fine scale) and 9 landscapes (coarse scale). The indexes showed the state or vegetation quality in terms of its composition, structure and function. The composition index is based on the native and exotic plant proportion; the structural index is based on the herb and shrub proportion, and the functional index is based on the succulent plant and shrub proportion. The vegetation fragments dominated by *Agave-Eriogonum-Euphorbia*, *Agave-Eriogonum-Viguiera* and *Agave-Artemisia-Rhus* represent the best quality status for conservation purposes, in contrast to the highly disturbed fragments dominated by *Bromus-Lamarkia-Lotus*. These indexes can be incorporated to a monitoring program of coastal sage scrub, coastal dune scrubs and wetlands to continually evaluate vegetation integrity. Additionally, a technique to analyze the environmental impacts and their causes was developed to help create local environmental policies. Finally, a handbook to identify the key or indicator species was designed for the Punta Banda coastal vegetation.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
2.1. EL USO DE LOS INDICADORES ECOLÓGICOS EN LA MEDICIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	4
2.2. EL USO DE INDICADORES EN LA POLÍTICA AMBIENTAL.....	10
2.3. EL USO DE LOS INDICADORES AMBIENTALES EN LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL.....	12
III. OBJETIVOS.....	14
3.1. GENERAL.....	14
3.2. PARTICULARES.....	14
IV. METODOLOGÍA.....	15
4.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS PROPIAS.....	15
4.2. REGIONALIZACIONES PARA APLICAR LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	16
4.3. SELECCIÓN DE INDICADORES Y CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	17
4.4. APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES EN ESQUEMAS DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	18
4.4.1. <i>Esquema presión-estado-respuesta</i>	18
4.4.2. <i>Análisis de impactos y sus fuentes</i>	18
4.5. EXPRESIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS PARA FACILITAR SU APLICACIÓN.....	21
V. RESULTADOS.....	21
5.1. ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	21
5.1.1. <i>Índice composicional</i>	22
5.1.2. <i>Índice estructural</i>	22
5.1.3. <i>Índice funcional</i>	23
5.2. ESTUDIO DE CASO: PUNTA BANDA, ENSENADA, MÉXICO.....	23
5.2.1. <i>Aplicación de los índices en las diferentes fases de la planificación regional</i>	23
VI. DISCUSIÓN.....	40
6.1. SELECCIÓN DE LOS INDICADORES ECOLÓGICOS.....	40
6.2. INTEGRACIÓN DE LOS INDICADORES ECOLÓGICOS EN LOS INDICADORES AMBIENTES.....	45
6.3. DISEÑO DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	46
6.4. ÍNDICES ECOLÓGICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD O ESTADO DE LA VEGETACIÓN COSTERA.....	47
6.5. APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS EN LAS DIFERENTES FASES DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	51
6.6. LOS INDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA GESTIÓN AMBIENTAL.....	53
VII. CONCLUSIONES.....	55
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. INDICADORES PROPUESTOS POR VARIOS AUTORES.....	5
TABLA 2. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE INDICADORES.....	8
TABLA 3. APLICACIÓN POTENCIAL DE LOS INDICADORES.....	9
TABLA 4. CRITERIOS RECTORES QUE DEFINEN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN, CONSIDERADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES.....	16
TABLA 5. TRANSFORMACIÓN DE LA ESCALA NUMÉRICA A UNA ESCALA PORCENTUAL.....	18
TABLA 6. CRITERIOS PARA VALORAR LA SEVERIDAD Y EL ALCANCE DE CADA IMPACTO.....	20
TABLA 7. CRITERIOS PARA CALIFICAR LAS FUENTES DE IMPACTO.....	20
TABLA 8. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES MÁS AFECTADAS Y DE LAS MENOS DAÑADAS, ASÍ COMO SUS FUENTES DE IMPACTO.....	29
TABLA 9. ÍNDICES ECOLÓGICOS APLICADOS A LAS UNIDADES AMBIENTALES, TOMANDO COMO REFERENCIA LA BASE DE DATOS FLORÍSTICOS Y DE VEGETACIÓN.....	31
TABLA 10. ÍNDICES PARA LOS DIFERENTES FRAGMENTOS DE LA ASOCIACIÓN <i>BERGEROCATO EMORYI-AGAVETUM SHAWII</i> Y <i>MONANTHOCHLOO LITTORALIS-ARTHROCNETUM SUBTERMINALIS</i> (PEINADO <i>ET AL.</i> , 1994).....	32
TABLA 11. LISTADO DE LAS VARIABLES USADAS COMO INDICADORES..... ECOLÓGICOS PARA LA VEGETACIÓN.....	42
TABLA 12. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE INDICADORES ECOLÓGICOS EN LA..... VEGETACIÓN COSTERA DE PUNTA BANDA, ENSENADA, TOMADOS DE LA TABLA 2.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA CONCEPTUAL PARA LA SELECCIÓN DE INDICADORES, MODIFICADO DE NOSS (1990).....	3
FIGURA 2. ESQUEMA PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA PROPUESTO POR..... LAURENS <i>ET AL.</i> (1997), EXPLICANDO LA SITUACIÓN DE LA REGIÓN DE PUNTA BANDA, ENSENADA, B.C., MÉXICO.....	26
FIGURA 3. DENDROGRAMA RESULTANTE DEL ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO.....	33
FIGURA 4. CARAS DE CHERNOFF PARA LOS FRAGMENTOS DE..... <i>AGAVE-ERIOGONIUM-EUPHORBIA</i> (RELEVÉS 65, 66, 67 Y 68); <i>AGAVE-ARTEMISIA-RHUS</i> (RELEVÉS 71, 72, 73 Y 74); <i>BROMUS-LAMARCKIA-LOTUS</i> (RELEVÉS 102, 103, 106 Y 107); <i>BROMUS-AGAVE-ERIOGONIUM</i> (RELEVÉ PV); <i>BROMUS-AGAVE-RHUS</i> (RELEVÉ PN) Y <i>MALACOTHAMNUS-LOTUS-CALYSTEGIA</i> (RELEVÉ Q).....	38

I. INTRODUCCIÓN.

El matorral rosetófilo costero de Baja California es un tipo de vegetación amenazado debido al crecimiento urbano y a la agricultura. Ecosistemas como este, requieren de investigaciones que midan su condición y función sistémica de una manera rápida y eficiente. La herramienta más útil para este tipo de investigación es un conjunto de indicadores ecológicos con los cuales se pueda llevar a cabo un proceso de seguimiento a largo plazo. Dicho proceso permite que, con relativamente pocos parámetros, sea posible identificar la calidad de un sistema.

Los indicadores ecológicos son diferentes para cada tipo de ecosistema, por lo cual es necesario identificar aquellos elementos del sistema a estudio que puedan expresar, representativamente, condiciones de diversa calidad. Los indicadores mayormente utilizados miden la condición de un tipo de vegetación de acuerdo a la presencia o ausencia de especies; a la comparación de estratos de la vegetación original o alterada y a la abundancia de elementos clave para su buen funcionamiento.

Asimismo, los indicadores ecológicos seleccionados deben ser fáciles de identificar y de medir, ya que no sólo son un conjunto de características de las especies que los investigadores utilizarán, sino que también son una herramienta para tomadores de decisiones y educadores ambientales, no siempre familiarizados con el tipo de vegetación objeto de estudio.

En este trabajo se realiza una primera selección de indicadores ecológicos para el matorral rosetófilo costero de Baja California. La integración de dichos indicadores permitió diseñar tres índices de calidad del matorral, los cuales fueron probados en un área relativamente bien conocida y ambientalmente heterogénea. La microregión de Punta Banda, Ensenada, Baja California tiene fragmentos de matorral muy bien conservados; es decir, poco fragmentados y casi sin invasión de exóticas; fragmentos alterados, pastizales inducidos, agricultura, áreas con desarrollo urbano, etc.

II. ANTECEDENTES.

Un indicador ecológico contribuye a la medida de la integridad de un ecosistema. The Environmental Protection Agency (1997) define a un indicador ecológico como una característica de un ecosistema que esta relacionada, o derivada de una medida de una variable biótica o abiótica, que puede proporcionar información cuantitativa sobre la función y estructura de un ecosistema.

Las variables ecológicas utilizadas históricamente como atributos de la vegetación en diversos estudios, ahora pueden funcionar como indicadores ecológicos que potencialmente habría que incorporar a los índices de calidad ambiental que se estan generando en el mundo. Los indicadores ecológicos se dividen en tres grandes grupos según la escala y paradigmas que rigen las subdisciplinas de la ecología (autoecología, sinecología-ecosistemas-fitosociología y ecología del paisaje). Actualmente, las más ampliamente utilizadas, y que han dominado la toma de decisiones para diseño de áreas protegidas, por ejemplo, son las variables del nivel autoecológico (población-especie). Por ejemplo, se definen prioridades de conservación y manejo para especies endémicas, en peligro de extinción, amenazadas, vulnerables, carismáticas, clave, etc. (Begon *et al.*, 1986; Dale & English, 1999).

El esquema conceptual de Noss (1990 y 1997) divide estas variables ecológicas en: composicionales, estructurales y funcionales, además muestra cómo los componentes de la biodiversidad están interconectados por esferas en múltiples niveles de organización (Figura 1). La composición o conjunto de elementos, incluye la constitución de las poblaciones, la abundancia relativa de las especies en una comunidad natural, los tipos de hábitats y la distribución de las comunidades a través del paisaje. La estructura (forma en que se organizan espacial y temporalmente los elementos), incluye las capas vertical y horizontal de los fragmentos de vegetación. Lo funcional, engloba los procesos climáticos, geológicos, hidrológicos, ecológicos y evolutivos que generaron la biodiversidad y la mantienen siempre en cambio. Este esquema facilita la selección de indicadores que representen varios aspectos de la biodiversidad y garanticen el

seguimiento y evaluación de los programas ambientales.

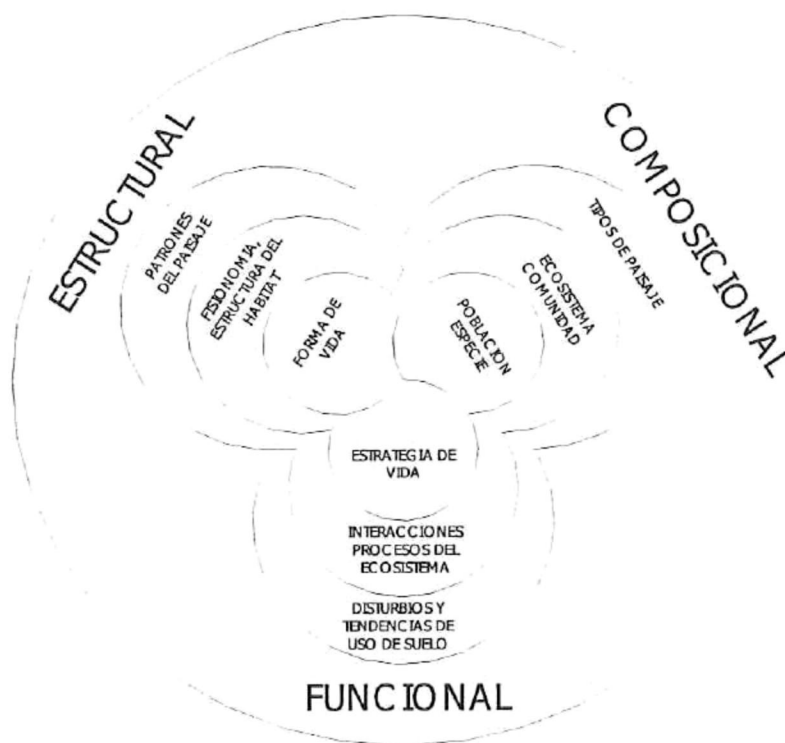


Figura 1. Esquema conceptual para la selección de indicadores ecológicos, modificado de Noss (1990 y 1997).

La complejidad de los sistemas biológicos sugiere que la evaluación de la integridad o biodiversidad de los sistemas acuáticos y terrestres puede incorporar una variedad de indicadores en múltiples niveles de organización y escalas espacio-temporales (Karr 1991; Spellerberg 1991; OCDE 1994; y Cendrero 1997).

Los programas de desempeño ambiental se han enfocado más en el nivel población-especies como indicadores de integridad (biodiversidad) que los procesos, debido a que los primeros son más sensibles a la degradación y menos expansivos para hacer seguimientos (Angermeier & Karr, 1994).

Sin embargo, existen críticas al uso de las especies como indicadoras, ya que se

utilizan para analizar otros niveles jerárquicos. No es correcto extrapolar características de una especie a otra, ni tampoco una especie refleja los requerimientos ambientales y las tendencias demográficas de otro nivel jerárquico mayor como sería la comunidad o paisaje. Por lo tanto, el seguimiento de una especie no es un buen indicador de la calidad de la comunidad o del paisaje como muchas veces se ha interpretado. Además, no se ha encontrado un criterio ecológico del nivel de especie, que sea menos ambiguo y falible que los actualmente utilizados en los programas de seguimiento (Noss, 1990 y 1997). A pesar de ello, las especies continuarán siendo usadas como indicadoras, sobretodo aquellas que sean más sensibles a los disturbios provocados tanto por actividades antropogénicas como por causas naturales (fuego), o las especies clave dentro de la comunidad.

Por otro lado, las políticas y las investigaciones disponibles favorecen el uso de las especies como indicadores ecológicos, ya que son a menudo más fáciles de estudiar que las comunidades o el paisaje y todavía la legislación enfoca su atención en las especies y no en otros niveles de organización. En México, como en el mundo, esto está cambiando. Aunque el establecimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, también se considera la protección del hábitat en los otros instrumentos de política ambiental como son las Manifestaciones de Impacto Ambiental y los Programas de Ordenamiento Ecológico (SEDUE, 1985).

Los indicadores para el nivel de paisaje son variables de la ecología del disturbio y paisaje cuyo uso es más reciente y que la disponibilidad de imágenes de satélite y los sistemas de información geográfica han intensificado su aplicación (Forman & Godron 1986; Forman 1995; Pickett & White 1985; Risser *et al.* 1984; Jongman *et al.* 1995, entre otros).

2.1. El uso de los indicadores ecológicos en la medición del diagnóstico ambiental.

Los principales autores que han trabajado con indicadores ecológicos lo han hecho en ecosistemas acuáticos (Keddy *et al.* 1993; Angemeier y Karr 1994; Done & Reichel 1998). Otros se han enfocado al seguimiento de la biodiversidad y de cambios ecológicos para la conservación y planificación regional (Noss 1990; Spellerberg 1991; Jones & Riddle 1995; Miller 1996, y Noss 1997). Estos autores ofrecen listas extensas de indicadores potenciales, básicamente integridad biológica. Autores como Cendrero (1997) y Lourens *et al.* (1997) proponen indicadores para la sustentabilidad y el manejo de la zona costera. (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores propuestos por varios autores.

AUTOR	INDICADORES PROPUESTOS
Noss (1990 y 1997)	<p>1. PAISAJE REGIONAL Composición: Identidad, distribución, riqueza, proporción de tipos de fragmentos, y patrones colectivos de distribución de especies Estructura: Heterogeneidad, conectividad, fragmentación, configuración, distribución de frecuencias de tamaño del fragmento, y patrones de distribución de capas del hábitat Función: Procesos de disturbio, tasas de cambio y persistencia del fragmento, tasas de erosión y procesos geomórficos e hidrológicos, y tendencias de uso del suelo</p> <p>2. COMUNIDAD/ECOSISTEMA Composición: Identidad, abundancia relativa, frecuencia, riqueza, equitatividad, diversidad de especies, proporción de especies endémicas, exóticas, amenazadas y en peligro, curvas de diversidad y abundancia, proporción de formas de vida, y proporción de especies C₄:C₃ Estructura: Substrato, fisionomía, capas y densidad del follaje, abertura del dosel, abundancia, y densidad Función: Tasas de herbivoría, parasitismo y depredación, tasas de colonización y extinción local, dinámica de los fragmentos, tasas e intensidades de intrusión humana</p> <p>3. POBLACION/ESPECIE Composición: Abundancia absoluta o relativa, frecuencia, valor de importancia o cobertura, y densidad Estructura: Dispersión, y estructura de la población Función: Procesos demográficos, dinámica de las metapoblaciones, fisiología, historia de vida, fenología, tasas de crecimiento, aclimatación, y adaptación</p>
Argemier y Karr (1994)	<p>1. PAISAJE Fragmentación, no. de comunidades (sucesión) y persistencia (formación del suelo) 2. INTERACCIONES No. de especies en exclusión competitiva, especies en equilibrio, y no. de eslabones tróficos 3. POBLACION Estructura de edades, comportamiento de dispersión, y flujo genético 4. ESPECIE Tamaño del rango de expansión, no. de poblaciones en extinción y mecanismos de aislamiento</p>

Jone y Riddle (1996)	<p>1. PAISAJE Patrones del paisaje (complejidad de formas, agrupación y conectividad de hábitats, uso de suelo dominante), y cantidad de especies</p> <p>2. BIODIVERSIDAD Especies representativas de cada gremio</p> <p>3. ESPECIE Número de especies, índices de diversidad, no. ó porcentaje de especies amenazadas ó en peligro</p>
Keddy <i>et al.</i> (1993)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diversidad 2. Gremios 3. Especies exóticas 4. Especies raras 5. Biomasa de plantas 6. Biomasa de anfibios
Cendrero (1997)	<p>PARA EVALUAR</p> <p>1. Aire Contaminantes, visibilidad, efectos sobre la vegetación y en las personas, e intensidad del ruido</p> <p>2. Aguas costeras Contaminación química y microbiológica, efectos sobre la vida marina y sobre las personas, mareas rojas, turbidez y objetos flotantes</p> <p>3. Aguas continentales Caudal de ríos, volumen de los lagos y acuíferos, recarga de acuíferos, precipitación, contenido de contaminantes, DBO, turbidez, objetos flotantes, incidencia en la vida acuática y en las personas</p> <p>4. Organismos terrestres Porcentaje de cobertura vegetal, y productividad (g/m²/año). Diversidad biológica (índice de diversidad de especies, y ecosistemas); no. de especies de interés (raras, amenazadas, endémicas, útiles y dañinas)</p> <p>5. Rasgos topográficos y geológicos Diversidad litológica, geomorfológica y cronológica, lugares de interés científico y tamaño de la unidad</p> <p>6. Riesgos Erosión, inundaciones costeras y fluviales, tormentas, sedimentos en canales y marismas, inestabilidad de pendientes, y lluvias torrenciales</p> <p>7. Recursos renovables y no renovables</p> <p>8. Paisaje visual</p> <p>9. Aspectos humanos Servicios recreativos públicos, hoteles, restaurantes, servicios públicos, estacionamientos, accesibilidad, régimen de propiedad, tipo y densidad de edificaciones, densidad de población, salud pública, educación, desempleo, renta per capita, y percepción de la calidad del medio</p> <p>PARA OBTENER INDICES DE CALIDAD:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diversidad de ecosistemas (no. de ecosistemas/ha.), cobertura natural (% de la unidad), especies raras, amenazadas (no. en unidad) 2. Tamaño de las unidades playa, marisma y extensión de las aguas costeras 3. Erosión costera, inundaciones, inestabilidad de acantilados, tasa de sedimentación y tormentas 4. Calidad del paisaje visual 5. Interés cultural, densidad de población, grado de construcciones, extensión de rellenos, régimen de propiedad, servicios e intensidad de uso

Jones & Riddle (1996), mencionan que se requiere desarrollar una lista de criterios de selección para evaluar los indicadores. En la Tabla 2, se presentan los requerimientos que debe cumplir un indicador según varios autores. La mayoría de ellos coinciden en que un indicador debe ser sensible (que responda rápido al estrés y a las perturbaciones); de amplia cobertura (capaz de proveer cambios en la comunidad entera); fácil de medir y de interpretar; que tenga un costo de inversión mínimo, y que sea de relevancia biológica y social.

En la Tabla 3, se explican algunas de las aplicaciones potenciales de los indicadores, estos pueden ser empleados para la formación de un índice de integridad biótica, el cual es una herramienta exitosa que incorpora la información de indicadores múltiples (Keedy *et al.* 1993; Angemeier & Karr 1994, y Jones & Riddle 1996).

Done & Reichelt (1998), emplean índices que reflejan la estructura trófica, el estatus de conservación, la composición de especies y la bioconstrucción (para los arrecifes coralinos). Estos índices los obtienen a través de expresiones matemáticas. Son desarrollados tomando como base la estructura, composición y función del ecosistema, y empleados en sistemas acuáticos, ya que los planes recientes de legislación y manejo para pesquerías y manejo integrado de la zona costera, reconocen la necesidad de preservar la biodiversidad y procesos del ecosistema como soporte para los recursos pesqueros.

El índice de integridad biótica (IIB), es generalmente dominado por los métricos riqueza de especies, taxón indicador, gremios tróficos, abundancia de peces, presencia de especies exóticas, condición de cada pez, etc. (Karr 1981 y 1991). El criterio que se sigue para evaluar un atributo es graficarlo contra la intensidad de disturbio provocado por la influencia humana, a través de una curva ecológica de dosis-respuesta. El atributo se selecciona si cumple con los siguientes requisitos: a) incrementa o decrece a lo largo de gradientes de influencia humana; b) el mejor y el peor sitio es claramente separado de cada uno; c) la diferencia de los valores entre sitios con disturbio similar es pequeña, y d) dos métricos no son redundantes (Hawke *et al.*, no publicado).

Tabla 2. Criterios para la selección de indicadores.

Cook (1976), Sheechan (1984) y Munn (1988) en Noss (1990)	Argemier y Karr (1994)	Schaeffer <i>et al.</i> (1988); Seidl y Murray (1991) en Jones y Riddle (1996).	Keddy <i>et al.</i> (1993)	Cendrero (1997)	Lourens <i>et al.</i> (1997)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensible 2. Amplia cobertura geográfica 3. Capaz de proveer una evaluación continua sobre un rango amplio de estrés 4. Independiente del tamaño de la muestra 5. Fácil y costo-efectivo de medir, coleccionar, y/o calcular 6. Capaz de diferenciar entre tendencias naturales y antropogénicas 7. Relevante a fenómenos ecológicos significativos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensibles a un rango de estrés 2. Capaz de distinguir entre una variación natural e inducida 3. De relevancia social. 4. Fácil de medir y de interpretar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relevante biológicamente 2. Sensible 3. Amplia cobertura geográfica 4. Ayuda a diagnosticar 5. Error bajo en la medición 6. Interpretable 7. Costo efectivo 8. Integrativo 9. Base de datos histórica 10. Anticipatorio 11. No destructivo en el campo 12. Capaz de garantizar su agregación en otras escalas 13. Sinérgico 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ecológicamente significativos 2. Escala macro. 3. General 4. Sensible 5. Simple 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Claros 2. Simples 3. Universales 4. Limitados en número 	<ol style="list-style-type: none"> 1. General para la costa europea 2. Fuente múltiple 3. Impacto transfronterizo 4. Relevante 5. Disponibilidad de datos

Tabla 3. Aplicación potencial de los indicadores.

Noss (1990 y 1997)	Argemier y Karr (1994)	Jones y Riddle (1996)	Keddy <i>et al.</i> (1993)	Cendrero (1997)	Lourens <i>et al.</i> (1997)
<p>1. En un proyecto de monitoreo de la biodiversidad: a) para identificar preguntas clave del manejo, y b) validar las relaciones entre los indicadores y los componentes de la biodiversidad que representen</p>	<p>1. La integridad biológica puede ser evaluada a través del diagnóstico de atributos o indicadores 2. El índice de integridad biótica, es una herramienta exitosa para incorporar la información de múltiples indicadores en un sólo índice numérico</p>	<p>1. En un índice de integridad biótica, que combine una serie de atributos de composición, estructura y función</p>	<p>1. Son un punto de partida para medir el grado de integridad en las cuencas 2. En un programa de monitoreo</p>	<p>1. Estructurar y homogeneizar los procesos de elaboración de informes 2. Facilitar la integración de los aspectos ambientales, económicos y sociales de la sustentabilidad 3. Promover una utilización equilibrada de los conceptos del medio como fuente, sumidero y soporte para las actividades humanas 4. Obtener índices agregados de calidad ambiental para la evaluación de la sustentabilidad 5. Evaluar el estado de las zonas litorales 6. Proporcionar una base útil para la toma de decisiones en relación con las políticas ambientales y de desarrollo</p>	<p>1. Para la descripción del estatus de calidad de la costa europea 2. El conjunto de indicadores determinará el estado y presión para esta zona e integrará los aspectos de los sistemas (mar y tierra) tanto como sea posible</p>

El IIB, es el más usado, proporciona información de los arroyos y cuencas, detecta los efectos de la contaminación, identifica múltiples recursos de degradación, describe patrones geográficos y sus causas, detecta variación regional de la influencia humana, y evalúa las prácticas de manejo (Karr, 1998).

El índice béntico de integridad biológica (IBIB), fue desarrollado como una herramienta para evaluar los ríos y arroyos en el valle de Tennessee, Estados Unidos. Este índice fue evaluado a través de 13 atributos y sigue el mismo enfoque que el IIB (Kerans & Karr, 1994).

Karr (1993), sugiere que los tomadores de decisiones deben de replicar los métodos de evaluación de los recursos acuáticos en los sistemas terrestres, dada la íntima relación entre los componentes terrestres y acuáticos del paisaje. El IIB, fue aplicado por Hawke *et al.* (no publicado) a la vegetación de estapa arbustiva en Washington, Estados Unidos, en donde toma como atributos las variables: porcentaje de malezas nativas, porcentaje de anuales exóticas, densidad de anuales introducidas y de arbustos, y porcentaje de cobertura de arbustos.

2.2. El uso de indicadores en la política ambiental.

Los indicadores ambientales son formas directas o indirectas de medir la calidad del ambiente, pueden ser utilizados para determinar el estado actual y las tendencias en la capacidad del ambiente para sustentar la salud ecológica y humana (EPA & SEMARNAP, 1997).

A finales de los 80's, el Gobierno Canadiense empezó a desarrollar el concepto de indicador ambiental basado en esta búsqueda para la evaluación de la pérdida o mantenimiento de la integridad biológica o desempeño ambiental. En 1987, el Gobierno Alemán inició un trabajo similar. En 1989, el "Grupo de los Siete" celebró en París la "Cumbre Económica", donde solicitó a la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico (OCDE) el desarrollo de indicadores ambientales en el contexto de la toma de decisiones, considerando además, factores ambientales y económicos (Hammond *et al.*, 1995).

A partir de 1990, varias organizaciones empezaron a desarrollar indicadores de sustentabilidad a nivel nacional e internacional encaminados a su adopción en la toma de decisiones políticas.

En México, los primeros pasos hacia el desarrollo de indicadores ambientales se dieron en el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 1993, a partir del “Taller Norteamericano de Información Ambiental”, celebrado en la Ciudad de México. Este Taller contó con la participación del INE, Environmental Canadá y la Environmental Protection Agency (EPA). El Taller tuvo como objetivo generar una base de información para el reporte del estado del ambiente a nivel de América del Norte (SEMARNAP, 1997).

La importancia de los indicadores en la planificación y la gestión de las políticas ambientales, fue un punto clave para plantear un conjunto de indicadores a nivel nacional que estuviera enfocado a la toma de decisiones al interior del país, aunque sin excluir, las experiencias internacionales y en la medida de lo posible, incluir indicadores comparables a nivel internacional (SEMARNAP, 1997).

A tal efecto, se adoptó el esquema de trabajo desarrollado por la OCDE (1994). El esquema presión-estado-respuesta, basado en una lógica de causalidad, presupone relaciones de acción y respuesta entre la economía y el medio ambiente. Las actividades humanas ejercen presión sobre el ambiente y los recursos naturales, por lo que modifican su calidad (estado). La sociedad responde a estos cambios a través de políticas (ambientales, sectoriales o económicas) que constituyen la respuesta (SEMARNAP, 1996a).

En el Programa de Medio Ambiente 1995-2000, se establece que es necesario

definir los indicadores que permitan registrar y evaluar el desempeño ambiental, así como determinar los parámetros para analizar presiones y demandas sobre los ecosistemas costeros y recursos naturales, identificar usos del suelo actuales y potenciales, y evaluar los resultados de las políticas adoptadas (SEMARNAP, 1996a).

El Sistema de Información del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SIMAR), se creó para integrar la información relacionada con los indicadores. El SIMAR trabaja en la creación del Sistema de Indicadores Ambientales (SIDIA). Este sistema cuenta hasta el momento con 24 indicadores que comprenden 11 tópicos: 1) contaminación del agua en centros poblados; 2) pérdida de biodiversidad; 3) cambio climático; 4) desechos municipales; 5) erosión de suelos; 6) recursos forestales; 7) recursos pesqueros; 8) contaminación del aire; 9) desertificación; 10) contaminación de cuencas y 11) destrucción de la capa de ozono (SEMARNAP, 1996b).

Esto es a nivel de una política para evaluar el desempeño ambiental, pero cuando se habla a nivel de la biodiversidad los indicadores deben ser más específicos. Por lo que es difícil realizar comparaciones a nivel internacional.

2.3. El uso de los indicadores ambientales en la planificación ambiental.

El Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000), establece la estrategia nacional de desarrollo, la cual busca un equilibrio (global y regional) entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de tal forma que se logre detener los procesos de deterioro ambiental; inducir un ordenamiento ambiental del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región. El programa de Medio Ambiente (1995-2000), establece llevar a cabo el diagnóstico, protección y el ordenamiento de las zonas costeras.

En el Plan Estatal de Desarrollo (1996-2001), se contempla la elaboración de planes específicos de ordenamiento territorial (urbano, turístico, ecológico, agrícola, etc.), así como los programas que se deriven del Plan de Ordenamiento Ecológico del

Estado (POEE).

El POEE, aprobado en 1995, ostenta los criterios generales para el desarrollo de las actividades con relación a diferentes intensidades de uso del territorio. No obstante, para la eficiente aplicación del POEE falta continuidad a la instrumentación del mismo y complementarlo con la elaboración de programas específicos.

El Plan Municipal de Desarrollo (1996-1998), establece como objetivo contar con un sistema de planeación urbana y regional, para lo cual el municipio deberá llevar a cabo su Reglamento de Ecología, el plan de desarrollo para el resto del municipio de Ensenada y el Plan de Ordenamiento Municipal.

Por otra parte, en 1994 se elaboró el Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada, a este proyecto se le incorporó el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda, B.C. realizado en 1991. El programa regional es un instrumento que debe respetar el municipio para el aprovechamiento y preservación de los recursos naturales costeros y el ordenamiento de los usos del suelo para un desarrollo armónico de las actividades que ahí se prevén. Sin embargo, la falta de coordinación y ejecución entre las instancias involucradas impiden la aplicación de dicho instrumento de planeación.

El Programa de Desarrollo Urbano de Ensenada (1995), nace ante la necesidad de definir y establecer un ordenamiento urbano para asegurar que las actividades previstas se desarrollen de manera armónica en beneficio de su población. Este programa tiene como objetivo controlar el crecimiento urbano en las áreas irregulares de los poblados de Maneadero, Esteban Cantú, el Estero de Punta Banda y la Península de Punta Banda. Así como conservar y rehabilitar las dunas costeras.

A pesar de lo anterior, no existe un listado disponible de indicadores ecológicos, ni un índice ecológico que pueda utilizarse para medir el desempeño ambiental de la zona costera en el país. Por esta razón, se buscaron indicadores ecológicos dentro de una

flora y vegetación costera bien conocida para diseñar índices que permitieran evaluar la calidad de la misma en diversos sitios. Se partió del supuesto de Minch y Leslie (1991) de que cada especie de planta es un producto de las condiciones bajo las cuales crece y es una medida de su ambiente. Algunas plantas se restringen a un tipo de suelo o pueden estar presentes sólo en una región climática. La presencia de algunas especies indicadoras proporciona información acerca de las características ecológicas generales de un área, ya que señalan, más que otras especies con requerimientos similares de hábitat, los efectos de las perturbaciones del ecosistema (Noss, 1990); además las comunidades de plantas son a menudo nombradas por estas especies. Se eligió un sitio donde la información botánica y ecológica estuviera bien documentada para aplicar índices ecológicos que midan el estado, calidad o integridad de la vegetación costera.

III. OBJETIVOS.

3.1. General.

Diseñar índices ecológicos que evalúen la calidad o estado de la vegetación costera en términos de su composición, estructura y función. Aplicar los índices en un estudio de caso en Punta Banda, Ensenada, Baja California.

3.2. Particulares.

1. Revisar las bases de datos florísticas, de vegetación y cartográficas existentes para Punta Banda, Ensenada.
2. Integrar una base de datos florística propia, organizar una base de datos ecológica y zonificar la región de Punta Banda con las bases de datos cartográficas.
3. Seleccionar las variables disponibles sobre la composición, la estructura y la función

- de las comunidades ecológicas en las diversas zonas de la región.
4. Generar tres índices ecológicos como indicadores de estado de la vegetación costera.
 5. Expresar los resultados para que sean usados en la gestión ambiental por científicos, tomadores de decisiones y público en general.

IV. METODOLOGÍA.

4.1. Revisión bibliográfica y elaboración de bases de datos propias.

Se realizó una revisión de la literatura para enlistar las variables ecológicas de la vegetación. La base de datos florísticos se formó con todas las especies reportadas en la literatura para la región y sus atributos, también, obtenidos de la revisión bibliográfica.

La base de datos ecológica se obtuvo con la información de los muestreos realizados en 1990 y 1991 por Espejel, Leyva, Cruz y Angoa de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (no publicados) y usados en el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda, B.C. (OEA-SEDESOL, 1991). Para verificar los datos se realizaron algunos muestreos en el mes de abril de 1999. Las comunidades ecológicas muestreadas fueron matorral rosetófilo costero, pastizal inducido, marisma y dunas costeras. El método que se utilizó para realizar estos muestreos fue el de relevé de 10x10 m, así como la escala de cobertura-abundancia sugerida por Van der Maarel (1988). Se aplicó un análisis de clasificación a la matriz generada con los datos de cobertura de 85 especies, y 107 muestreos. Este análisis se realizó con el programa Multivariate Stactistic Package, versión 2.1 (MVSP, 1993). Asimismo, se revisó la cartografía de INEGI con la cual se llevó a cabo el proceso de regionalización para aplicar los índices.

4.2. Regionalizaciones para aplicar los índices ecológicos.

El primer proceso de regionalización consistió en la identificación de unidades ambientales. En este caso, se hizo una modificación de la regionalización ecológica realizada en el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda, B.C. (OEA-SEDESOL, 1991).

Se definió un sistema de clasificación de unidades ambientales, a partir de niveles jerárquicos a diferentes escalas, considerando características ambientales “permanentes”, en este caso se definieron de acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla 4. La finalidad de este sistema es sintetizar de acuerdo a una nomenclatura convencional, las características que definen a cada una de las unidades conformadas.

Tabla 4. Criterios rectores que definen el sistema de clasificación, considerados para la conformación de las unidades ambientales.

CLASIFICACIÓN	CRITERIOS
a) Ambiente	Sólo se seleccionó el ambiente terrestre de la microregión de Punta Banda.
b) Sistema	Se consideraron los criterios hidrográficos (región hidrológica, cuencas y subcuencas).
c) Subsistema	Se definió con base a criterios de altitud.
d) Paisaje	Definido por criterios geomorfológicos.
e) Unidad ambiental	Definido a partir de criterios bióticos (asociaciones vegetales), y de la transformación del ambiente causado por las actividades realizadas en la zona (agricultura y centros urbanos).

Las unidades ambientales, se definieron a partir de la información bibliográfica y de los mapas de INEGI, escala 1:50,000 y 1:250,000, con las temáticas geología, edafología, hidrología, y uso de suelo y vegetación. Además, se emplearon los espaciomapas (1:250,000) y las fotografías aéreas de INEGI (1993) a una escala de 1:75,000.

Una vez delimitada la zona, se digitalizó el mapa base (topográfico) del área de estudio, el cual contiene la carretera Federal Transpeninsular y la estatal que va a La Bufadora, los centros de población (Manadero, Esteban Cantú,) y la curva de nivel (200 m). Posteriormente, se elaboraron los mapas de cada temática (geología, edafología, hidrologías superficial y subterránea y usos del suelo y vegetación) a escala 1:75,000.

Con la información cartografiada se llevó a cabo la superposición de mapas. Se inició con el mapa geológico, ya que el tipo de substrato es uno de los principales factores en el desarrollo de algunas actividades, enseguida se superpuso el mapa de edafología, y después el mapa de uso de suelo y vegetación. Una vez superpuestos todos los mapas temáticos se obtuvo el mapa de unidades ambientales. Por último, se describieron las unidades ambientales producto de la regionalización.

Un segundo tipo de regionalización se realizó con base en criterios biológicos (asociaciones vegetales) y de la transformación del ambiente causado por las actividades realizadas en la zona (agricultura y centros poblados), sin subdividir de acuerdo a la geomorfología. Esta escala de aproximación más gruesa fue la utilizada para la aplicación de los índices ecológicos y para el análisis de impactos y sus fuentes.

4.3. Selección de indicadores y construcción de índices ecológicos.

Las bases de datos anteriores fueron la materia básica para la selección de los indicadores composicionales, estructurales y funcionales de la vegetación costera y generación de tres índices ecológicos como indicadores de estado de la vegetación costera.

Las variables empleadas en los índices fueron la proporción de especies nativas y de exóticas, la forma de vida, y la abundancia y frecuencia de las especies. Para poder trabajar la variable abundancia fue necesario hacer una transformación de la escala numérica propuesta por Van der Maarel (1988) a una escala porcentual (Tabla 5).

Tabla 5. Transformación de la escala numérica a una escala porcentual.

Escala numérica	Escala porcentual (%)
9	100
8	75
7	50
6	25
5	12
4	6
3	3
2	1.5
1	0.75

4.4. Aplicación de los índices en esquemas de diagnóstico ambiental.

4.4.1. Esquema presión-estado-respuesta.

Para este fin se utilizó la metodología de análisis de la OCDE (1994) modificada por Lourens *et al.* (1997), para su aplicación en la zona costera. El esquema permite evaluar íntegramente las fuerzas de desarrollo que ejercen presión sobre los sistemas naturales en una región dada.

El esquema de trabajo presión-estado-respuesta, el cual sigue una lógica de causa-efecto-social, es el esquema más aceptado en México (SEMARNAP, 1996). Como se verá también puede aplicarse a nivel nacional, sectorial o a nivel comunidad (Hummond *et al.* 1995). Este esquema facilita la identificación de las variables clave, las preguntas pertinentes, la disponibilidad de información, los patrones de uso de suelo y los esquemas de trabajo institucionales.

4.4.2. Análisis de impactos y sus fuentes.

Este análisis fue desarrollado por The Nature Conservancy (TNC, 1999), para el diseño de estrategias y acciones en una área natural protegida. El análisis permitió jerarquizar los principales impactos y sus fuentes, que actúan sobre cada unidad en particular; así como identificar las fuentes de amenaza críticas en Punta Banda. El proceso general para realizar este análisis es el siguiente:

- 1) Selección de los objetos de interés. En este caso, se seleccionaron las unidades producto de la regionalización, se excluyeron las unidades pastizal inducido, agricultura y poblados, porque el análisis debe de incluir comunidades ecológicas naturales. Además, se distinguió entre las laderas de exposición norte y sur, en las unidades de matorral rosetófilo costero y chaparral costero. También, se hizo una división en la unidad ripario, en este caso se separó el ambiente propio de los arroyos San Carlos y Las Animas, y el de las cañadas, debido a que son diferentes sus impactos y sus fuentes de impacto.
- 2) Identificación de impactos y sus fuentes. En este sentido, se identificaron los impactos principales y las fuentes de impacto para cada unidad.
- 3) Asignación de calificaciones a los distintos impactos y fuentes. Se calificó a los impactos y sus fuentes en cada unidad, de acuerdo con los criterios cualitativos de TNC (1999). Primero, se asignó un valor de significancia (muy alto, alto, medio o bajo), para la severidad y alcance del daño de cada impacto identificado (Tabla 6). Segundo, se asignó un valor a cada una de las fuentes de impacto, con base en el grado de contribución y reversibilidad del impacto en cada unidad (Tabla 7). Cabe aclarar que la calificación es un valor esperado en 10 años.

Tabla 6. Criterios para valorar la severidad y el alcance de cada impacto.

VALOR	SEVERIDAD DEL IMPACTO	ALCANCE ESPACIAL EN EL SITIO
MA	Puede destruir o eliminar la unidad en alguna porción de su ocurrencia	Alcance muy ampliamente disperso o extendido
A	Puede degradarla seriamente	Relativamente disperso
M	Puede degradarla moderadamente	Relativamente localizado
B	Sólo debilitarla ligeramente	Muy localizado

Tabla 7. Criterios para calificar las fuentes de impacto.

VALOR	GRADO DE CONTRIBUCIÓN	IRREVERSIBILIDAD
MA	Contribuyente muy grande	A pesar de todos los intentos y propósitos, no es reversible
A	Gran contribuyente	Es reversible, pero no práctico en términos económicos
M	Moderada	Es reversible aplicando recursos adicionales
B	Contribuyente baja	Es fácilmente reversible a un costo relativamente bajo

- 4) Asignación de valores cuantitativos. Los valores cualitativos se transformaron a cuantitativos, para ello se trabajó con la escala geométrica (TNC, 1999), es decir, MA=4, A=2, M=1, y B=0.5.
- 5) Jerarquización de los impactos y sus fuentes. Una vez obtenidos los valores para cada unidad, se construyó una matriz donde se ubicó horizontalmente a todas las unidades y verticalmente a cada impacto y sus respectivas fuentes de impacto, pero ya jerarquizados.
- 6) Contribución del sistema al macroecosistema. Para obtener el valor global del

impacto y conocer su contribución al sistema, se multiplicó el valor del impacto por el valor del sistema.

- 7) Identificación del grado de impacto en las unidades. Con el valor global de los impactos y sus fuentes de impacto para cada unidad, se identificaron las unidades u objetos de interés más afectados y los menos dañados.

4.5. Expresión gráfica de los resultados para facilitar su aplicación.

En este análisis se estructuró una matriz con los datos de cobertura para cada forma de vida: hierba anual y perenne, subarbusto, suculenta, y arbusto, se diferenció entre especies nativas y exóticas (columnas) y las unidades muestrales, que en este caso fueron los relevés 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 102, 103, 106 y 107 (para Punta Banda); “PV” y “PN” (matorral rosetófilo costero perturbado por causas antropogénicas en Bajamar), y “Q” (matorral post-fuego en Los Cantiles, Ensenada). Esta matriz se trabajó con un análisis multivariado, cuya forma gráfica de expresión es apta para la divulgación de los resultados (Caras de Chernoff del programa Complete Statistical System, versión 3.1, CSS, 1990). Asimismo, se diseñó un manual gráfico para la identificación de las especies que se utilizaron como indicadores del estado o calidad de la vegetación costera de Punta Banda.

V. RESULTADOS.

5.1. Índices ecológicos.

La teoría jerárquica de la ecología sugiere que un nivel más alto de la organización, por ejemplo el nivel comunidad encierra y controla los niveles más bajos, como el de especie (Allen y Starr, 1982). En este trabajo y especialmente por los datos disponibles, el nivel de acercamiento fue el sinecológico. Variables como la riqueza de especies, los índices de diversidad, la abundancia, la frecuencia, la dominancia y valores

de importancia; la proporción de formas de vida, la proporción de especies endémicas, nativas y exóticas, además de los procesos de disturbio, provienen de la ecología de comunidades, ecosistemas y estudios fitosociológicos (Begon *et al.*, 1986; Pickett *et al.* 1996, entre otros).

5.1.1. Índice composicional.

Este índice se obtuvo con las categorías de especies nativas y exóticas.

$$C_j = \frac{n_i / Nn}{e_i / Ne}$$

Donde:

C_j = Índice composicional.

n_i = Especies nativas (endémicas + nativas) en el fragmento i .

e_i = Especies exóticas en el fragmento i .

N = Total de especies.

5.1.2. Índice estructural.

Las variables empleadas en este índice son: la abundancia y la frecuencia de hierbas y arbustos.

$$E_j = \frac{\sum_{i=1}^n (A + Fa)_i / (NA + Fa)}{\sum_{i=1}^n (A + Fh)_i / (NA + Fh)}$$

Donde:

E_j = Índice estructural.

A = Abundancia de las especies.

F = Frecuencia de las especies.

h = Hierbas.

a = Arbustos y suculentas.

5.1.3. Índice funcional.

Las especies suculentas y las no suculentas fueron incorporadas en este índice.

$$F_j = \frac{s_i / N_s}{ns_i / N_{ns}}$$

Donde:

F_j= Índice funcional.

s_i= Especies suculentas en el fragmento i.

ns_i= Especies no suculentas en el fragmento i.

N= Total de especies de plantas.

5.2. Estudio de caso: Punta Banda, Ensenada, México.

Los índices ecológicos que se generaron, se aplicaron en varias fases de la gestión ambiental, como son los procesos de planificación regional (ordenamiento ecológico), y especialmente, en la selección de áreas para la conservación y restauración. Para ejemplificar la utilidad de los índices se realizaron varios ejercicios en diferentes escalas espaciales y para diferentes niveles de administración.

5.2.1. Aplicación de los índices en las diferentes fases de la planificación regional.

5.2.1.1. Regionalización.

El proceso de planificación regional u ordenamiento ecológico inicia con la zonificación de la región de estudio, que puede realizarse a diferentes escalas. En este caso se realizaron dos regionalizaciones, una basada en la geomorfología, uso de suelo y vegetación (1:75,000) y otra con base, únicamente, en el uso de suelo y vegetación (1:250,000).

En ambas, los índices ecológicos generados pueden usarse de la misma manera, ya que las variables indicadoras de la calidad o estado de la vegetación costera son iguales. Por ejemplo, la unidad ambiental denominada vegetación de dunas costeras (Tabla 1 y Figura 1 del Anexo I) es equivalente a paisaje denominado vegetación de dunas costeras de la Figura 2 del Anexo I y los índices compositivo, estructural y funcional son iguales. Sin embargo, las unidades ambientales de matorral rosetófilo costero de la escala gruesa (Figura 2 del Anexo I) pueden subdividirse en 14 unidades en la escala fina (Figura 1 y Tabla 2 del Anexo I) y obtenerse diferentes índices de calidad del matorral rosetófilo costero.

5.2.1.2. Diagnóstico Ambiental.

El diagnóstico, es una fase de la planificación regional que requiere de ejercicios de síntesis y selección de los factores importantes para la priorización de problemáticas y conflictos. Los esquemas que se exploraron en este trabajo corresponden a uno general que identifica las actividades que, a nivel regional, ejercen presión sobre el estado o calidad del ambiente. El otro esquema que se utilizó tiene sus orígenes en la selección de sitios para su conservación e identifica la calidad o estado (impactos) y las fuentes (presiones) que lo ocasionan.

1) Nivel regional desarrollado a través del esquema de la OCDE.

Este es un ejemplo de aplicación del esquema con el que se está evaluando el desempeño ambiental a nivel internacional. El esquema de indicadores ecológicos de Noss (1990) especialmente los del nivel de comunidad y paisaje, pueden ser incluidos en el esquema de indicadores ambientales de la OCDE (1994) modificado para el análisis de la zona costera por Laurens *et al.* (1997). Los indicadores identificados en este trabajo miden el estado/impacto de la vegetación costera e identifican la actividad económica que provoca los cambios (Figura 2).

La identificación de las fuerzas generadoras de presión en el ambiente de Punta Banda, son básicamente dos políticas de desarrollo del estado de Baja California, ambas siempre aparecen con prioridad en los planes estatales de desarrollo (1995) y son el fomento a la agricultura y la apertura de tierras para cumplir con la demanda turística. Sin embargo, la conservación también ha sido una fuerza importante en esta región (Escofet y Carvacho 1988, Escofet *et al.* 1993, Pro-Esteros 1989 y 1990, Pronatura 1997).

Para identificar la(s) presión(es) es necesario primero, hacer un recuento histórico y preguntarse: ¿Cómo ha sido que las políticas favorecen actividades que afectan a la zona?.

Las políticas de desarrollo estatal, han generado tres tipos de presiones, de las cuales dos son de origen externo: 1) la necesidad de producción de hortalizas y cultivos tipo mediterráneo que acarrea la inmigración de jornaleros; 2) la demanda de sitios turístico-habitacionales para extranjeros que a su vez crea demanda de servicios, y otra de origen interno, 3) la conservación de sitios prioritarios para la investigación y protección de especies migratorias y ecosistemas clave.

La agricultura que se ha escogido para desarrollar en el Valle de Maneadero no es diferente a la del resto del estado, la manejan transnacionales en grandes proyectos de producción. Esta actividad consume el 64.10% de la extracción total del acuífero Maneadero (CNA, 1995), además los cultivos agrícolas requieren la aplicación de grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes. Las actividades agropecuarias desarrolladas en las laderas con exposición norte hacen necesario el aclareo y la quema de la vegetación original. En cuanto al desarrollo turístico, este también está pensado para pequeños concesionarios básicamente extranjeros. Los principales asentamientos están en La Bufadora y en los poblados de Maneadero, Esteban Cantú y la zona residencial de la barra arenosa, los cuales han cambiado drásticamente el uso del suelo y han propiciado la introducción de especies exóticas.



Figura 2. Esquema presión-estado-respuesta propuesto por Laurens *et al.* (1997), explicando la situación de la región de Punta Banda, Ensenada, B. C., México.

Para definir el estado es necesario preguntarse: ¿Cuál es el estado actual de la vegetación costera? A pesar de que los cambios provocados por las presiones antes mencionadas son graduales y difíciles de identificar, en esta zona se puede observar la fragmentación de la vegetación costera, así como la reducción de las comunidades vegetales y en algunos casos la desaparición casi total de ella (vegetación riparia). Además, la conversión de la vegetación original a pastizales, y la competencia entre especies exóticas y nativas.

Los indicadores de impacto identifican los cambios en la zona costera que afectan a los humanos, son hasta la fecha los más importantes porque éstos reciben una respuesta inmediata (por ejemplo reacciones ante un incendio, inundaciones, plagas, etc.). En Punta Banda un indicador de este tipo es la pérdida de la calidad visual de un tipo de vegetación único en el mundo (matorral rosetófilo costero suculento o rosetófilo), sustituido por un pastizal de *Bromus rubens* una especie introducida y sin ningún valor ecológico (Minnich, 1994), este cambio es causado por un desarrollo urbano y agrícola completamente anárquico. La pérdida de la vegetación original, conlleva la erosión de las laderas y la disminución de la biodiversidad, punto clave para el desarrollo de las actividades ecoturísticas y de conservación. La sobreexplotación del acuífero (20 millones de metros cúbicos de más al año) provoca la salinización de pozos y abandono de la agricultura, una de las actividades más importantes de la región. La contaminación de los mantos subterráneos por infiltración de pesticidas y fertilizantes afecta la salud de los recursos marinos (POEE, 1995).

En cuanto a la respuesta, la pregunta que se hace es: ¿qué están realizando las autoridades, la sociedad y las instituciones educativas para reducir o mitigar la degradación del ambiente costero en Punta Banda?. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, implementa el uso de sistemas de riego que consumen menos agua (SAGAR, 1999). La Comisión Nacional del Agua tiene una veda rígida para el acuífero de Maneadero y propone la construcción de las presas en los arroyos San Carlos y Las Animas para la recarga del acuífero (CNA, 1995). La autoridad local, cuenta con el Programa de Desarrollo Urbano donde se prevén los usos y destinos del área (Programa

de Desarrollo Urbano de Ensenada, 1994).

A partir de 1989 las organizaciones no gubernamentales y académicas están gestionado ante el gobierno federal el establecimiento de un área protegida en el estero de Punta Banda y en el único segmento de vegetación de dunas costeras que queda en la barra arenosa (Pro-Esteros, Pronatura, Museo de Ciencias, UABC y CICESE). Esta área ha sido considerada un laboratorio natural por la comunidad científica y académica. En ella, se han desarrollado 104 tesis, 54 artículos, 5 informes, y 1 libro. Las áreas temáticas que se han desarrollado son oceanografía física y química, geología, paleografía, contaminación, vegetación, restauración, bacteriología, entre otras (Gutiérrez 1990; Leyva *et al.* 1997).

2) Nivel local (análisis de impactos y sus fuentes).

Con la valoración de los impactos y sus fuentes, se identificaron las unidades más afectadas y las menos dañadas (Tabla 8). Los impactos más importantes son: la disminución de la calidad visual del paisaje (173.81), la conversión de hábitat (172.42), la fragmentación del hábitat (160.66), la disminución de la relación nativas-exóticas (143.82) y la disminución de la cobertura natural (137). Las unidades más afectadas son: ripario (195.42), chaparral costero de exposición norte (184.63), matorral rosetófilo costero de la ladera norte (160.88) y dunas costeras (132.71), mientras que las unidades menos alteradas son: marismas (42.73), cañadas (18.89), matorral (11.96) y chaparral (10.06) de laderas orientadas al sur.

Los valores globales de las fuentes de impacto (VGF), en las unidades más afectadas oscila de 13-16. Estas unidades son: chaparral de ladera norte (16.21), ripario (14.54), matorral rosetófilo costero de exposición norte (14.25) y dunas costeras (13.57).

Con respecto a los valores globales fuente-impacto (VGFI), las unidades con valores más altos son: chaparral de ladera norte (19.61), ripario (16.79), matorral rosetófilo costero de exposición norte (18.13) y dunas costeras (16.79).

Tabla 8. Identificación de las unidades más afectadas y de las menos dañadas, así como sus fuentes de impacto

IMPACTO/FUENTE	MATORRAL (N)				MATORRAL (S)				CHAPARRAL (N)				CHAPARRAL (S)				VI
	VI	VGf	VGI	VGFI	VI	VGf	VGI	VGFI	VI	VGf	VGI	VGFI	VI	VGf	VGI	VGFI	
1 Disminución calidad visual paisaje	4.00	2.64	37.00	3.32	0.50	0.50	0.88	0.50	4.00	2.43	34.00	3.21	0.50	0.50	0.88	0.50	4.00
2 Conversión de hábitat	4.00	1.82	25.50	2.66	1.00	0.71	2.48	0.85	4.00	2.07	29.00	3.04	0.50	0.75	1.31	0.63	4.00
3 Fragmentación	4.00	1.89	26.50	2.95	0.50	0.79	1.39	0.65	4.00	2.21	31.00	3.11	0.50	0.92	1.60	0.71	4.00
4 Disminución relación nati-exóticas	2.50	2.36	20.63	2.43	0.50	1.29	2.26	0.90	3.00	2.32	24.38	2.66	0.50	1.17	2.04	0.83	4.00
5 Disminución de la cobertura natural	3.00	1.68	17.63	2.34	0.50	0.67	1.17	0.58	3.00	2.36	24.75	2.68	0.50	0.75	1.31	0.63	3.00
6 Erosión	3.00	1.89	19.88	2.45	1.00	0.71	2.48	0.85	3.00	2.21	23.25	2.61	0.50	0.75	1.31	0.63	
7 Alteración de regimenes de incendios	2.00	1.96	13.75	1.98	0.50	0.75	1.31	0.63	2.00	2.61	18.25	2.30	0.50	0.92	1.60	0.71	
8 Pérdida del banco de semillas																	4.00
9 Perturbación del sustrato																	
10 Aumento presión de herbivoría																	
TOTAL	22.50	14.25	160.88	18.13	4.50	5.42	11.96	4.96	23.00	16.21	184.63	19.61	3.50	5.75	10.06	4.63	23.00

VI=Valor de impacto; VGf=Valor global de la fuente; VGI= Valor global de impacto; VGFI= Valor global fuente-impacto.

Las fuentes de impacto más altas en los impactos disminución de la calidad visual del paisaje, conversión de hábitat, fragmentación del hábitat, disminución de la relación nativas-exóticas y disminución de la cobertura natural son: el cambio de uso de suelo, el desarrollo de viviendas, las prácticas agrícolas, los caminos y la presencia de especies exóticas (Tabla 3 del Anexo II).

En los impactos pérdida del banco de semillas, perturbación del substrato, y aumento de la presión de herbivoría, las fuentes de impacto cambian, aunque prevalecen algunas de ellas, ya que estos impactos se presentan sólo en las unidades ripario y dunas costeras. Por ejemplo, a) en la unidad ripario, el impacto pérdida del banco de semillas, esta dado por el cambio de uso del suelo, la canalización y estabilización de los márgenes de los arroyos; y b) en la unidad de dunas costeras, el impacto aumento de la presión de herbivoría tiene como fuentes de impacto más altas el aislamiento del hábitat, y la disminución de los carnívoros.

2) Nivel puntual (comparación entre fragmentos de matorral rosetófilo costero).

A partir de la base de datos florísticos disponible se seleccionaron como indicadores ecológicos, las variables referentes a su origen y distribución (índice de composición), la forma de vida (índice de estructura) y la suculencia (índice de función). Estos índices se aplicaron también en dos escalas: a) una para evaluar la calidad o estado de las comunidades vegetales dentro de la región de Punta Banda (Tabla 9) realizada con la base de datos florística (Tabla 3 del Anexo I) y, b) otra para comparar diferentes calidades o estados de fragmentos de matorral de otros sitios al norte de la región (Tabla 10).

a) El índice de composición aplicado a cada unidad ambiental (Tabla 9), permite conocer que las asociaciones vegetales chaparral costero, marismas, matorral rosetófilo costero y dunas costeras tienen una mayor proporción de especies nativas. El valor más alto del índice (6.54) es para la vegetación riparia que se encuentra en cañones, ésta vegetación se dividió en a) presente en márgenes de los arroyos y b) presente en cañadas

y bajadas de agua. Así, el índice para los arroyos disminuye demasiado comparado con la vegetación de los cañones. Lo que quiere decir, que los cañones tienen una calidad alta para su conservación, mientras que los márgenes de los arroyos necesitan de programas de restauración. El pastizal tiene una mayor proporción de especies exóticas, su calidad disminuye mucho comparada con las comunidades de matorral y chaparral costero, ya que el pastizal inducido es el producto de la quema y/o aclareo de estas comunidades.

Tabla 9. Índices ecológicos aplicados a las unidades ambientales, tomando como referencia la base de datos florística con los atributos composicionales, estructurales y funcionales (Tabla 3 del Anexo I).

UNIDAD AMBIENTAL (Asociación vegetal)	COMPOSICIONAL	ESTRUCTURAL	FUNCIONAL
Matorral rosetófilo costero	1.22	N/A	1.05
Chaparral costero	3.72	N/A	0.46
Dunas costeras	1.04	N/A	N/A
Marismas	1.96	N/A	N/A
Ripario			
a) Arroyos	0.06	N/A	N/A
b) Cañadas	6.34	N/A	N/A
Pastizal	0.13	N/A	N/A

El índice estructural no se aplica a esta escala, debido a que se necesitan los datos de abundancia y frecuencia de las especies de cada asociación vegetal. El índice funcional sólo es aplicado a la vegetación de matorral rosetófilo costero, ya que este es un indicador de fases de su dinámica natural.

b) Para poder comparar los fragmentos de matorral con diferentes calidades o estados fue necesario hacer una clasificación de las comunidades vegetales de Punta Banda. El dendrograma que se obtuvo separó las muestras en cinco grupos (Figura 3 y Anexo III). Tres grupos pertenecen al matorral rosetófilo costero (asociación *Bergerocacto emoryi-Agavetum shawii* Peinado *et al.* 1994); otro corresponde a un área de pastizal producto de la quema y aclareo del matorral rosetófilo costero y el último, a un fragmento ecotonal de las comunidades vegetales de duna y marisma.

Tabla 10. Índices para los diferentes fragmentos de la asociación *Bergerocato emoryi-Agavetum shawii* y *Monanthochloo littoralis-Arthrocnemetum subterminalis* (Peinado *et al.*, 1994).

FRAGMENTO DE LA ASOCIACIÓN (<i>Bergerocato emoryi-Agavetum shawii</i> , Peinado <i>et al.</i> , 1994)		ÍNDICE		
		C	E	F
MATORRAL COSTERO				
CONTROL	<i>Agave-Eriogonum-Artemisia</i>	0.0	2.98	1.75
2	<i>Agave-Eriogonum-Viguiera</i>	4.29	3.06	2.64
3	<i>Agave-Artemisia-Rhus</i>	2.21	3.44	2.19
1	Agave-Eriogonum-Euphorbia	1.89	3.38	1.9
Con 20 años de abandono				
VIEJO	<i>Bromus-Agave-Eriogonum</i>	1.26	0.80	1.09
Recientemente fragmentado				
NUEVO	<i>Bromus-Agave-Rhus</i>	0.93	1.09	1.22
Recientemente quemado				
1er AÑO	<i>Malacothamnus-Lotus-Calystegia</i>	1.48	1.10	1.03
2do. AÑO	<i>Malacothamnus-Stipa-Calystegia</i>	0.82	1.03	0.65
PASTIZAL INDUCIDO				
4	<i>Bromus-Lamarckia-Lotus</i>	0.51	0.57	0.78
ECOTONO DE LAS COMUNIDADES DE DUNAS-MARISMA (Asociación <i>Monanthochloo littoralis-Arthrocnemetum subterminalis</i>, Peinado <i>et al.</i>, 1994)				
5	<i>Monanthochloe-Haplopappus-Limonium</i>	1.43	0.09	NA

C= Índice composicional, E= Índice estructural, F= Índice funcional

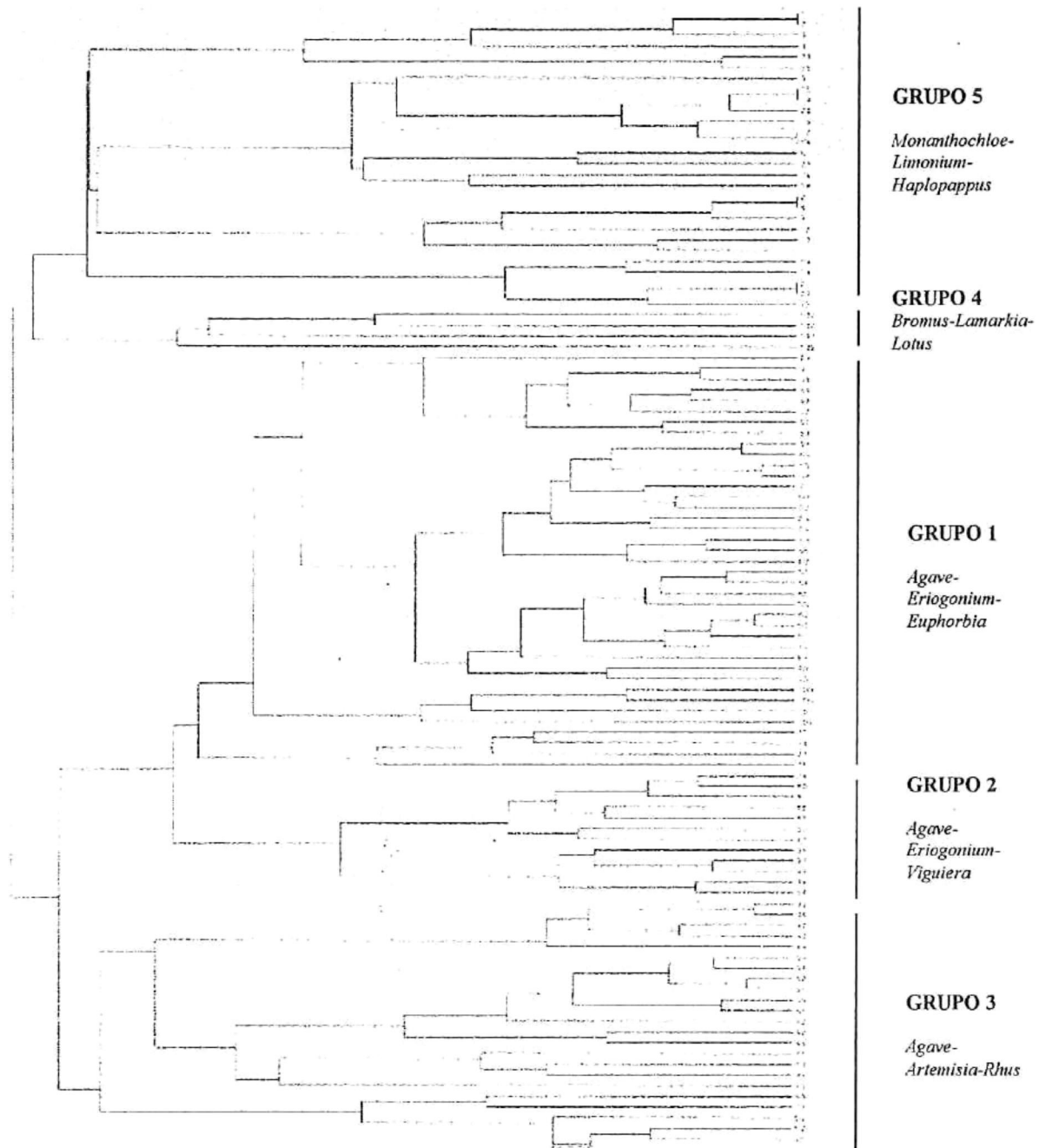


Figura 3. Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.

Primer grupo, está dominado por *Agave-Eriogonum-Euphorbia*, sus especies acompañantes son *Simmondsia chinensis*, *Mammillaria dioca*, *Bergerocactus emoryi*, *Viguiera laciniata* y *Artemisia californica*. Se encuentra en lugares rocosos, en laderas con exposición sur principalmente, también puede presentarse en laderas orientadas hacia el nor-noreste. Se encuentra en una altitud menor de 200 msnm.

Segundo grupo, está dominado por *Agave-Eriogonum-Viguiera*, sus especies acompañantes son *Salvia munzii*, *Dudleya lanceolata*, y *Euphorbia misera*. Se encuentra en laderas con exposición sur-suroeste, principalmente. Se presenta en una altitud menor de 200 msnm.

Tercer grupo, está dominado por *Agave-Artemisia-Rhus*, sus especies acompañantes son *Simmondsia chinensis*, *Haplopappus squarrosus* ssp. *grindeloides*, *Bergerocactus emoryi*, *Salvia munzii* y *Mammillaria dioca*. Se presenta en laderas con exposición sur y nor-noreste. Se encuentra en una altitud mayor de 200 msnm.

Cuarto grupo, está dominado por *Bromus-Lamarckia-Lotus*, sus especies acompañantes son *Malacothamnus fasciculatum*, *Aesculus parryi* y *Artemisia californica*. Está perturbado, es un pastizal inducido, resultado de la quema y aclareo del matorral costero.

Quinto grupo, está dominado por *Monanthochloe-Limonium-Haplopappus*, sus especies acompañantes son *Jaumea carnososa*, *Mesembryantemum crystallinum* y *Batis maritima*. Este fragmento es una mezcla de marisma, hondonadas húmedas y dunas costeras.

La aplicación de los índices ecológicos generados se muestra en la Tabla 10, donde el valor de los índices composicional, estructural y funcional se compara en fragmentos de matorral rosetófilo costero con diferentes calidades o estados, pero también se aplica a la comunidad de dunas-marisma de Punta Banda (no comparada).

Los fragmentos de a) Punta Banda; b) Bajamar, que son fragmentos de matorral rosetófilo costero perturbado por causas antropogénicas (Leyva, 1995), y c) Los Cantiles, que son matorrales que han sido quemados y están en su primera fase de la dinámica natural del matorral rosetófilo costero (Cruz, 1997).

Composición.

El fragmento 2 (*Agave-Eriogonum-Viguiera*), tiene una mayor proporción de especies nativas, los fragmentos 3 (*Agave-Artemisia-Rhus*) y 1 (*Agave-Eriogonum-Euphorbia*), tienen buena proporción de nativas, aunque el valor del índice se reduzca casi a la mitad. En el fragmento de *Bromus-Lamarckia-Lotus*, el índice decrece, lo cual indica que existe una mayor proporción de especies exóticas. El fragmento de *Monanthochloe-Haplopappus-Limonuim*, tiene mayor proporción de nativas, aunque el valor del índice se reduzca en un tercio comparado con el obtenido en el fragmento 2.

Los fragmentos 1, 2, 3 y 5, tienen buena calidad si se toma como base sólo su composición. A pesar de que el fragmento 5 tenga buena calidad, las especies exóticas que están presentes en él son especies muy agresivas, que cubren grandes extensiones de terreno en poco tiempo, además desplazan a las especies nativas por competencia (Cowen 1995; Sánchez 1996). El fragmento 4, es un pastizal de especies introducidas donde las especies dominantes han cambiado drásticamente.

Índice de composición aplicado al matorral costero de Bajamar, Baja California. En el fragmento control, se obtuvo un valor igual a cero, debido a que está integrado sólo por especies nativas. El fragmento viejo, tiene una mayor proporción de especies nativas, mientras que en el fragmento nuevo el valor del índice decrece y aunque la diferencia es mínima existe en el una mayor proporción de especies exóticas. En los fragmentos viejo y nuevo, las especies dominantes han cambiado, pero a pesar de la fragmentación se han mantenido.

El índice también se aplicó a un área quemada localizada en Los Cantiles, Ensenada, B. C. En este caso la proporción de especies nativas fue mayor en el primer año después del fuego. En el segundo año, aumentó la proporción de especies exóticas.

Estructura.

El índice de estructura aplicado a Punta Banda, muestra que el fragmento 3 (*Agave-Artemisia-Rhus*), tiene una mayor proporción de arbustos; el fragmento 1 (*Agave-Eriogonum-Euphorbia*) y 3, son relativamente semejantes. El valor del índice disminuye muy poco en el fragmento 2 (*Agave-Eriogonum-Viguiera*). Sin embargo, en el fragmento 4 (*Bromus-Lamarckia-Lotus*), disminuyó casi 6 veces, en este fragmento la mayor proporción corresponde a las hierbas, además la especie dominante dentro del fragmento cambió de *Agave* (especie suculenta) a *Bromus* (hierba anual exótica). El fragmento 5 (*Monanthochloe-Haplopappus-Limonium*), tiene una mayor proporción de hierbas, debido a que pertenece a la comunidad de duna-marisma y son pocos los arbustos presentes en estos hábitats.

En el matorral costero de Bajamar, la estructura ha cambiado tanto en los fragmentos nuevos como en los viejos, además los valores más altos de cobertura y frecuencia cambiaron de *Agave* (Control) a *Bromus*. La proporción de hierbas es mayor en los fragmentos viejos, el valor del índice es tres veces menor que el obtenido en el control. En los fragmentos nuevos, existe una proporción igual de hierbas y arbustos.

En cuanto al área quemada (Los Cantiles), la proporción de arbustos se mantiene en los dos años post-fuego, el índice es relativamente más bajo en el segundo año, por la presencia de especies introducidas, que en su mayoría son hierbas.

Función.

El índice de función aplicado a Punta Banda, permitió ver que en los fragmentos 1 (*Agave-Eriogonum-Euphorbia*), 2 (*Agave-Eriogonum-Viguiera*) y 3 (*Agave-Artemisia-*

Rhus), la succulencia es relativamente semejante, aunque en el fragmento 2 el índice es un poco más alto. En el fragmento 4 (*Bromus-Lamarckia-Lotus*), la succulencia disminuyó tres veces en comparación con el fragmento 2.

El valor del índice es relativamente semejante en los tres fragmentos del matorral rosetófilo costero de Bajamar. Se mantiene la succulencia a pesar de la fragmentación. Esto es debido a que la deforestación se llevó a cabo sólo en algunos “parches” donde se perdió la vegetación totalmente quedando fragmentos aislados con la vegetación original donde la succulencia sigue siendo alta.

Con respecto al área quemada, la succulencia es mayor, según el índice, en el primer año post-fuego. En el segundo año la succulencia disminuyó casi la mitad. Esto es porque las especies suculentas son más sensibles y no se recuperan tan fácilmente. En esta área sólo *Agave shawii* ssp. *shawii* y *Bergerocactus emoryi* se recuperaron.

5.2.1.3. Herramientas para la divulgación y la toma de decisiones.

La identificación de indicadores tiene una aplicación tanto para los científicos y tomadores de decisiones, como para el público en general. Por esta razón, se hicieron dos ejercicios para simplificar la expresión de los índices generados y apoyar su interpretación y aplicación.

En primer lugar, el análisis multivariado de Caras de Chernoff permitió expresar gráficamente las características de los indicadores de vegetación que forman los índices ecológicos. El análisis se utilizó para observar las diferencias y similitudes entre las unidades muestrales o fragmentos de matorral rosetófilo costero con diversas calidades o estados. Cada una de las formas de vida está representada por un rasgo facial (Figura 4).

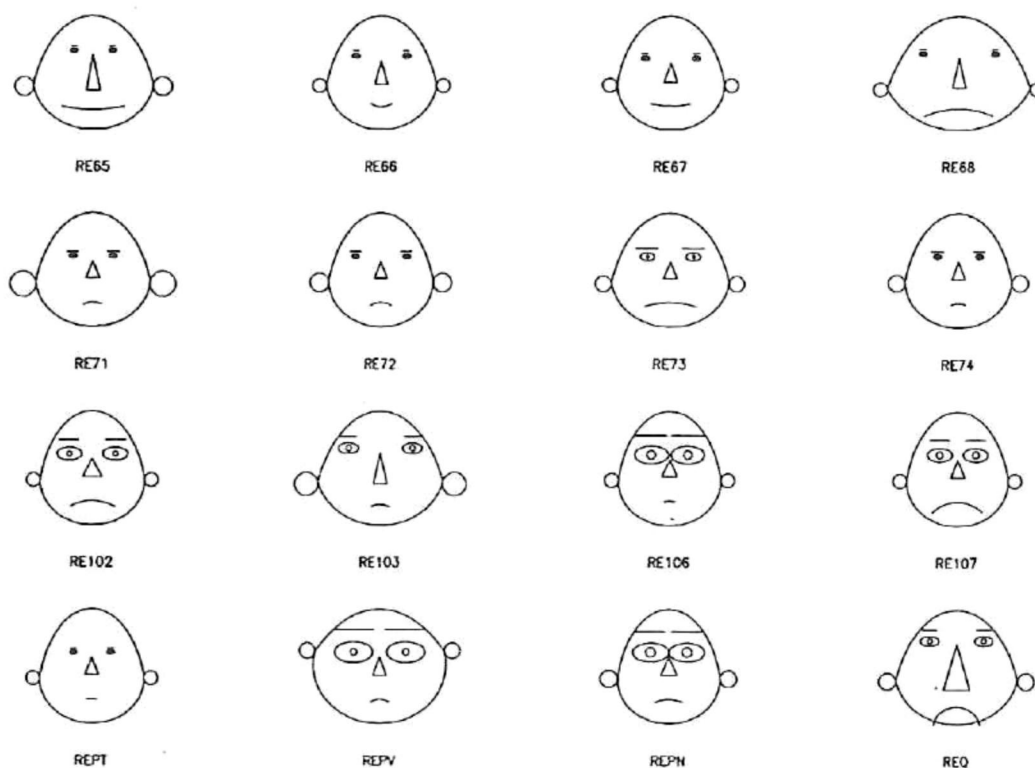


Figura 4. Caras de Chernoff para los fragmentos de *Agave-Eriogonum-Eupphorbia* (relevés 65, 66, 67 y 68); *Agave-Artemisia-Rhus* (relevés 71, 72, 73 y 74); *Bromus-Lamarckia-Lotus* (relevés 102, 103, 106 y 107); *Bromus-Agave-Eriogonum* (relevé PV); *Bromus-Agave-Rhus* (relevé PN) y *Malacothamnus-Lotus-Calystegia* (relevé Q).

LEYENDA: Amplitud de la cara= suculentas endémicas; nivel de las orejas= suculentas exóticas; radio de las orejas= suculentas nativas; largo de la nariz= hierbas perennes nativas; amplitud de la nariz= hierbas anuales nativas; largo de los ojos= hierbas anuales exóticas; largo de las cejas= hierbas perennes exóticas; separación de los ojos= subarbustos nativos; largo de la boca= arbustos nativos, y curvatura de la boca= arbustos endémicos.

Los relevés 65, 66, 67 y 68, pertenecen a los fragmentos de *Agave-Artemisia-Rhus*. En ellos, existe una cobertura similar de suculentas nativas y endémicas a la zona de transición. También se observa en ellos la presencia de arbustos endémicos. No tienen especies introducidas. Tienen pocas hierbas. Están dominados por arbustos.

Los relevés 71, 72, 73 y 74, pertenecen a los fragmentos de *Agave-Eriogonum-Euphorbia*. En ellos, existe una cobertura similar de suculentas nativas. A excepción del relevé 73, en los demás no existen arbustos endémicos. Tienen pocas hierbas nativas, y exóticas. Están dominados por la presencia de arbustos nativos. Los relevés 102, 103, 106 y 107, pertenecen al fragmento de *Bromus-Lamarckia-Lotus* (pastizal inducido). En ellos, dominan las hierbas anuales y perennes exóticas. No tienen subarbustos (a excepción del relevé 103). Tienen pocos arbustos nativos (están presentes sólo los que tienen la habilidad de rebrotar).

Los relevés “PV”, “PN” y “Q”, pertenecen a fragmentos del matorral costero perturbados por causas antropogénicas y naturales. 1) El “PV” y “PN”, son el producto de la fragmentación del matorral costero en Bajamar, Ensenada. El “PV” tiene 20 años de abandono y el “PN” ha sido recientemente fragmentado. En ellos, se observa la presencia de especies anuales y perennes exóticas. Tienen muy pocas hierbas nativas. No tienen arbustos endémicos, sólo nativos (“PN”). El “PV” cuenta con la presencia de una suculenta endémica, pero también tiene una suculenta exótica (*Aloe vera*). 2) El relevé “Q”, es el resultado de un disturbio natural (matorral costero post-fuego en Los Cantiles, Ensenada). En él dominan las hierbas anuales y perennes nativas. Tiene dos suculentas endémicas a la zona de transición, pero cuentan con muy poca cobertura. Además, tiene pocas hierbas introducidas (*Bromus rubens* y *Melilotus indica*), debido a que sólo están representados los dos primeros años post-fuego, después de este periodo aumenta el número de especies introducidas. También cuenta con la presencia de arbustos nativos.

Por otro lado, para apoyar la identificación de las especies seleccionadas como indicadores de calidad o estado de la vegetación se presenta un Manual de Campo

(Anexo IV), principalmente como un apoyo en la aplicación de los índices por parte de personas ajenas a la botánica o ecología vegetal y científicos de otras localidades que desconocen la flora regional.

VI. DISCUSIÓN.

6.1. Selección de los indicadores ecológicos.

A pesar de que el sitio fue seleccionado por su alto grado de conocimiento generado en investigaciones puntuales y generales, los datos primarios disponibles fueron obtenidos para objetivos diferentes a los de un proceso de toma de decisiones, es decir, son datos numerosos, diversos en su estructura, su origen y no están ordenados. La mayor parte de esta información desvinculada no incluía trabajos de especies en particular, ni de poblaciones en peligro de extinción; los datos de vegetación que se rescataron fueron aquellos para trabajos florísticos, sinecológicos, fitosociológicos y de conservación de algunas especies de aves que usan la vegetación como hábitat.

La homogeneización de las bases de datos es una tarea prioritaria que requiere, para su formación, tener muy claro el objetivo del trabajo, ya que la selección de los indicadores ecológicos tiene como única fuente esa base de datos, cuya información va a ser variable; algunos datos son cuantitativos, otros cualitativos, unos son rangos, otros porcentajes, otros son variables dummy (presencia/ausencia), etc. El análisis de este conjunto de bancos de datos para la creación de la base de datos, es un trabajo que requiere de tiempo y creatividad.

El indicador ecológico que se incorporó en el índice funcional, esta sustentado en nueve años de trabajo en la vegetación costera de clima mediterráneo del Noroeste de Baja California (Franja Tijuana-El Rosario). Espejel, Cruz y Leyva han observado que en los fragmentos post-fuego disminuye la presencia de especies suculentas (agaváceas, crasuláceas y cactáceas). Cruz (1997), observó en fragmentos de matorral costero post-fuego la presencia de *Agave shawii* ssp. *shawii*, *Bergerocactus emoryi*, *Dudleya*

lanceolata, *Ferocactus sp.* y *Mammillaria dioica*, en el primer año después del fuego. Sin embargo, para el segundo año sólo sobrevivieron *Agave shawii* ssp. *shawii* y *Bergerocactus emoryi*, pero fueron muy escasos comparados con el resto de las especies. Malanson y O'Leary (1982), encontraron sólo a *Opuntia littoralis* en un área de matorral costero post-fuego en California.

Cuando es aclareado el matorral, se remueve toda la vegetación del fragmento y por consiguiente se pierden casi la totalidad de las especies, entre ellas las suculentas. Angoa (1996), menciona que el banco de semillas del matorral costero de Punta Banda, no sostiene la restauración rápida o masiva de los arbustos, ni de las especies suculentas y la germinación de estas últimas es escasa. Las semillas de *Agave shawii*, *Dudleya lanceolata* y *Ferocactus viridensens*, germinan sin tratamiento, pero tienen escasa germinación (Emery 1988; Everett, 1957; Angoa 1996).

Algunas variables ecofisiológicas pueden ser consideradas como indicadores funcionales de un tipo de vegetación. En este trabajo, se propone la suculencia (característica unificadora de elementos de familias botánicas como las agaváceas, cactáceas y crasuláceas) como indicadora de una fase tardía de madurez del matorral rosetófilo costero de Baja California. Noss (1990), menciona la variable forma de vida, pero no especifica sobre plantas suculentas, también propone la proporción de plantas C3:C4, pero no considera a las especies CAM.

De las listas de indicadores propuestos en la Tabla 1, se seleccionaron las variables disponibles y apropiadas para evaluar el estado o calidad de la vegetación costera. Así, se construyó la Tabla 11 que incluye 14 variables, de las cuales ocho valoran la composición florística de Punta Banda, dos contrastan la estructura de las comunidades vegetales presentes y cuatro reflejan la presencia de factores clave de los matorrales de la región.

Cada una de estas variables se evaluó de acuerdo con los criterios señalados en la Tabla 12, construida con base en la Tabla 2. Se seleccionaron las variables que evalúan

la proporción de plantas exóticas contra las especies nativas para el índice composicional. La abundancia y la frecuencia de hierbas, y arbustos y suculentas se incorporaron en el índice estructural. La presencia de especies suculentas se uso en el índice funcional.

Tabla 11. Listado de las variables usadas como indicadores ecológicos para la vegetación costera.

VARIABLES	ATRIBUTO	NIVEL DE ORGANIZACIÓN	OBSERVACIONES
Estrategia de vida a. R b. S c. C	Funcional	Especie	Se tiene poca información
Fotosíntesis a. C3 b. C4 c. CAM	Funcional	Especie	No se tiene información suficiente
Especie clave a. Fijadora de suelos b. Fijadora de nitrógeno	Funcional	Especie	Información relativamente buena
Endémica a. Local b. Baja California c. Zona de transición	Composicional	Especie	Información suficiente
Nativa	Composicional	Especie	Información suficiente, se usó como indicador
Exótica	Composicional	Especie	Información suficiente, se usó como indicador
Estatus a. Amenazada b. Rara c. Vulnerable	Composicional	Especie	No se uso como indicador
Util a. Medicinal b. Comestible c. Ornato d. Forrajera e. Horticultural f. Artesanal g. Vivienda h. Restauración	Composicional	Especie	Información relativamente buena, no se uso como indicador.
Abundancia	Composicional	Población-especie	Información suficiente, se empleo como indicador
Frecuencia	Composicional	Población-especie	Información suficiente, se uso como indicador
Valor de importancia	Composicional	Especie	Información no suficiente

Tabla 11. (continúa ...)

VARIABLES	ATRIBUTO	NIVEL DE ORGANIZACIÓN	OBSERVACIONES
Forma biológica a. Arbol b. Arbusto c. Subarbusto d. Suculenta e. Hierba perenne f. Hierba anual g. Enredadera	Estructural	Especie	Información suficiente, se empleó como indicador
Asociación vegetal a. Matorral costero b. Chaparral costero c. Dunas costeras d. Marisma e. Riparia f. Pastizal	Estructural Composicional	Comunidad	Información suficiente
Fase de la dinámica natural a. Temprana b. Intermedia c. Tardía	Funcional	Comunidad	Información insuficiente, para emplearla como indicador

Tabla 12. Criterios para la selección de indicadores ecológicos en la vegetación costera de Punta Banda, Ensenada, tomados de la Tabla 2.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
a) Sensible	Capaz de proveer una advertencia temprana del cambio o perturbación en el ecosistema
b) Evaluación continua	Capaz de proveer una evaluación continua en un rango amplio de perturbación
c) Costo efectivo	Relativamente económico para medir con la mínima cantidad de datos por unidad de esfuerzo. Este no debe depender de un censo o inventario de muchas especies
d) Tamaño de la muestra	Que sea independiente del tamaño de la muestra
e) Interpretabilidad	Que sea fácil de interpretar. Sin ambigüedad con respecto a distinguir entre una condición aceptable o no aceptable
f) Tendencia	Capaz de diferenciar entre tendencias naturales o antropogénicas.
g) No destructivo	Que el método de selección de datos no dañe al ecosistema, de tal manera que no cambie la trayectoria de la tendencia
h) Ecológicamente significativo	Relacionado a la estructura, composición y función de la comunidad
i) Base de datos histórica	Que existan datos históricos que permitan establecer tendencias y posiblemente una condición adecuada o inadecuada de la vegetación
j) Cobertura geográfica	Capaz de medir cambios en todas las comunidades de la región y zonas aledañas

Por ejemplo, los índices composicional y estructural son sensibles al deterioro, ya que miden la proporción del pasto exótico u otras hierbas oportunistas cuya presencia es indicadora de disturbio y por lo tanto puede ser utilizado como una advertencia temprana del mismo. Estos mismos indicadores pueden usarse dentro de programas de seguimiento a largo plazo y evaluar continuamente la entrada de exóticas indicadoras de cambios en la integridad de los ecosistemas (en especial del matorral rosetófilo costero).

Si se tiene un manual y un entrenamiento rápido en la identificación de las especies indicadoras de deterioro, cualquier persona puede rápidamente aplicar los indicadores sin la necesidad de muestrear o inventariar toda una región. De hecho, se seleccionó a las suculentas como indicadores ecológicos, ya que su identificación es muy sencilla. Asimismo, el método no es destructivo si se aprende a identificarlas con base en sus características morfológicas más sobresalientes (tipo de hoja, de tallos, colores, etc.); datos que se proporcionan en el manual (Anexo IV).

Los índices se probaron con datos de muestreos cuyo tamaño equivale al área mínima representativa, que esta calculada para los matorrales de California y para los de Baja California (Cruz, *com. pers.*). Esta superficie mínima se obtiene en cuadrantes de 10x10 m, que son muy fáciles de colocar en una vegetación arbustiva como es la del matorral rosetófilo costero y las dunas costeras.

Los tres índices son fáciles de interpretar, ya que si el valor del índice es mayor que uno, la calidad es mayor, si el índice tiende a cero la calidad es menor. Asimismo, las características de cada muestreo se analizan con la ayuda del método de análisis multivariado de caras de Chernoff (Figura 4). El resultado es de una claridad visual interesante y su interpretación es sencilla. Esto permite que lo pueda aplicar cualquier persona interesada en el seguimiento de la calidad de la vegetación costera.

El índice composicional, permite diferenciar la tendencia al cambio por razones antropogénicas y el índice funcional identifica las tendencias al cambio por razones

naturales. Es decir, las exóticas indican la alteración de los procesos causados por el forrajeo, la fragmentación por caminos y carreteras, el aumento en la incidencia de incendios, etc. En cambio la abundancia de suculentas (agaváceas, crasuláceas y cactáceas) indican que la calidad del matorral rosetófilo costero se mantiene pues no ha sufrido incendios continuos (más de los originados naturalmente).

6.2. Integración de los indicadores ecológicos en los indicadores ambientales.

Los indicadores ambientales pueden emplearse para realizar propuestas y comparar información para evaluar el desempeño ambiental a nivel local, estatal, nacional e internacional. Sin embargo, el Reporte Introductorio de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en la Frontera Norte de México (SEMARNAP, 1997), menciona que para los temas de conservación, es más difícil establecer criterios que permitan manejar la información de manera homogénea, ya que los trabajos sobre la biodiversidad dan origen a un importante número de indicadores ecológicos y datos específicos para cada región, limitando su comparación a nivel internacional.

A este respecto, Noss (1990), argumenta que hasta el momento la biodiversidad tiene una consideración menor en la política ambiental, debido al concepto que se tiene de ella, el cual no es aplicado en las regulaciones, ni en el manejo de los problemas reales. También menciona que esto se puede corregir si la biodiversidad es reconocida como un fin por sí misma y con la selección de indicadores ecológicos cuantificables para determinar su estado a través del tiempo.

Los atributos de la vegetación que se han usado en los programas de manejo y de conservación son:

- a) Nivel población-especie, se toma en cuenta si la especie es un indicador ecológico, clave, sombrilla, nodriza, carismática, vulnerable, endémica, útil y si está bajo algún estatus de conservación (peligro de extinción, amenazada o bajo cuidado especial);
- b) Nivel comunidad, se usan los índices de diversidad, la riqueza, el valor de

importancia, la abundancia relativa, las especies acompañantes y el estrato de la comunidad; y

- c) Nivel de paisaje, se toma en consideración si tiene una distribución amplia o reducida, si es estético, único, heterogéneo o si está fragmentado.

Hammond *et al.* (1995), mencionan que los únicos indicadores reportados hasta este momento, para la biodiversidad son listas de especies en peligro (indicador de estado), estadísticas sobre la cantidad de área sin cultivos (indicador de estado) o estadísticas sobre el porcentaje de tierra bajo algún grado de protección (indicador de respuesta). Ninguno de éstos mide la presión de las actividades humanas sobre el ecosistema.

6.3. Diseño de los índices ecológicos.

Levy *et al.* (1998); Noss (1997 y 1990); Jones & Riddle (1996), y Keddy *et al.* (1993), ofrecen listas de variables que pueden ser usadas como indicadores, sin embargo, ninguno menciona un método para medirlos. Se encontraron algunos trabajos como los de Karr (1998, 1998a, 1997 y 1993); Karr y Chu (1997); Argemier y Karr (1994); Keran y Karr (1994), que proponen el uso del IIB, que es una expresión cuantitativa que se obtiene sumando los valores ponderados de múltiples atributos de los sistemas vivientes. y otro desarrollado por Done y Reichelt (1998).

Los índices ecológicos diseñados en este trabajo son expresiones matemáticas en los cuales se incorporan los indicadores ecológicos: proporción de especies nativas y exóticas (índice composicional), formas de vida (índice estructural) y suculencia (índice funcional); mientras que los índices desarrollados por Done y Reichelt (1998), están integrados por las variables proporción de biomasa de consumidores primarios, secundarios y piscívoros, diferenciando entre juveniles y maduros (índice de estructura trófica); proporción de biomasa de especies bajo algún estatus de conservación (índice de estatus de conservación); proporción de colonias, plantas, (índice de composición de especies) y proporción de área cubierta por individuos de determinada edad (índice de bioconstrucción). Por lo que las variables seleccionadas como indicadores y los índices

generados en esta investigación son originales.

Además, en este trabajo no se sigue el mismo criterio que en el IIB para la selección de los indicadores ecológicos. Las variables o atributos (indicadores) son evaluados a través de los criterios señalados en la Tabla 12. La razón por la que no se puede evaluar a las variables como en el IIB, es porque no se cuenta con estaciones fijas de seguimiento de la vegetación costera. Además, no se muestreó la vegetación con diferentes grados de disturbio, ya que se trabajó con una base de datos producto de muestreos realizados en 1990, 1991 y 1992, donde los objetivos de trabajo eran diferentes a los de este estudio, y para ello se seleccionaban los fragmentos de mejor calidad para ser muestreados. La literatura citada sobre los indicadores es de 1990 en adelante, de hecho en México, éstas políticas empiezan en 1996, lo que refleja que es un tema nuevo, a través del cual se está evaluando el desempeño ambiental a nivel internacional. Sin embargo, a nivel regional se debe de contar con un conjunto de indicadores, por lo que se necesita que los próximos muestreos realizados en la vegetación costera representen los diferentes grados de perturbación y conservación de la misma.

6.4. Índices ecológicos para evaluar la calidad o estado de la vegetación costera.

Se realizó un intento por aplicar los índices a muestreos publicados en trabajos ajenos como son los de Westman (1993), Peinado *et al.* (1994) y Delgadillo (1995). Los resultados obtenidos no fueron satisfactorios porque estos trabajos utilizan otras escalas de cobertura vegetal, no explicadas en las publicaciones para poderlas convertir y hacerlas equivalentes. Asimismo, por sus objetivos de trabajo, las hierbas y las exóticas fueron excluidas de sus muestreos.

En el grupo 1, la presencia y frecuencia de las especies suculentas *Bergerocactus emoryi*, *Mammillaria dioca*, *Dudleya lanceolata* entre otras, permite conocer que estos fragmentos pertenecen a la fase tardía de la dinámica natural del matorral costero. Cruz (1997), encontró en varios años de observación después de un incendio que las únicas

suculentas que rebrotan y que disminuyen su cobertura en los siguientes años son *Agave shawii* ssp. *shawii* y *Bergerocactus emoryi*, y suculentas que son más sensibles como *Dudleya lanceolata* y *Mammillaria spp.*, no se recuperan. La localización de estos fragmentos coincide con la mencionada por Mulroy *et al.*, (1978) para la Península de Punta Banda. Estos autores observaron la presencia de una comunidad caracterizada por una mezcla de *Eriogonum fasciculatum* y suculentas, en laderas rocosas orientadas hacia el sur. Este grupo pertenece a la fase tardía en la dinámica natural del matorral costero. Esta comunidad está poco perturbada, en ella se encuentran las especies exóticas *Atriplex semibaccata*, *Bromus rubens*, *Oxalis pes-caprae* y *Salsola kali*, con poca cobertura y frecuencia.

El grupo 2, pertenece a la fase tardía de la dinámica natural del matorral costero, está poco perturbado, se observa la presencia de *Bromus rubens*. Peinado *et al.* (1994), encontraron en los pisos de vegetación de la Sierra San Pedro Mártir, la asociación *Salvia munzii-Artemisetum californicae* en el piso Termomediterráneo (que es el piso bioclimático en el que se encuentra la región de Punta Banda, según dicha clasificación). Esta asociación está formada por *Salvia munzii*, *Artemisia californica*, *viguiera laciniata*, *Eriogonum fasciculatum* var. *fasciculatum*, *Simmondsia chinensis* y *Euphobia misera*, entre otras. Delgadillo (1995), menciona que esta asociación actúa como etapa de degradación del matorral rosetófilo costero o matorral costero suculento (*Bergerocactus emoryi-Agavetum shawii*). A excepción de *Artemisia californica* y *Simmondsia chinensis*, éstas son las especies que tienen mayor cobertura y frecuencia en el fragmento. Además, cuando se altera un ecosistema por prácticas agrícolas y ganaderas en el sur de California y noroeste de Baja California, aparece una cubierta vegetal dominada por *Eriogonum fasciculatum*, *Artemisia californica* y diferentes especies de *Salvia* (Peinado *et al.* 1994; Delgadillo, 1995). Así que este fragmento fue alterado, aunque actualmente no se observen indicios de perturbación. Sin embargo, aunque esta asociación se encuentre en una fase de la dinámica natural después de una alteración en el ecosistema de matorral costero, también constituyen un tipo de vegetación permanente en hábitats específicos, como en laderas con litosuelos, expuestas y de pendientes pronunciadas (Alxelrod 1978, y Delgadillo 1995).

En el grupo 3, la localización de estos fragmentos coincide con la mencionada por Mulroy *et al.*, (1978) para la Península de Punta Banda. Estos autores observaron que las laderas rocosas y menos áridas orientadas hacia el sur están dominadas por *Rhus integrifolia*, *Artemisia californica* y *Agave shawii*. Este fragmento pertenece a la fase tardía en la dinámica natural del matorral costero, se encuentra poco perturbado aunque se observa la presencia del pasto exótico *Bromus rubens*, de *Atriplex semibaccata* y *Oxalis pes-caprae*, aunque en muy poca cobertura y frecuencia.

El grupo 4, es un pastizal inducido, producto de la quema y aclareo del matorral y chaparral costero. Leyva (1995) encontró al pasto *Bromus rubens* como dominante después de una alteración del ecosistema por aclareo. Además, Cruz (1997) menciona que *Malacothamnus fasciculatus*, crece rápidamente después de un incendio, incluso la propone como una especie útil para resiembra post-fuego que ayudará en la retención de suelo.

El grupo 5, está integrado por fragmentos con 23 especies, 15 para dunas (hondonadas húmedas) y 18 para marisma; 9 especies se comparten entre ambos hábitats. Estos fragmentos están perturbados, ya que se observa la presencia de “parches” extensos de las especies exóticas *Mesembryantum crystallinum* y *Carpobrotus edulis*.

Los índices ecológicos permitieron conocer el estado actual de la vegetación costera. En el caso de Punta Banda, los fragmentos de *Agave-Eriogonum-Euphorbia*, *Agave-Eriogonum-Viguiera* y *Agave-Artemisia-Rhus*, están en buenas condiciones para su conservación. El fragmento dominado por *Agave-Eriogonum-Viguiera*, es el que obtuvo el valor más alto en los índices composicional y funcional; en el índice estructural tuvo poca variación con respecto al fragmento 1 y 3 (Tabla 10). Sin embargo, no hay que olvidar que se encontraron fragmentos del matorral rosetófilo costero dominados por tres asociaciones diferentes, por lo que se propone la conservación de cada uno de estos fragmentos y el establecimiento de programas de seguimiento de la vegetación.

En lo que respecta al fragmento de *Bromus-Lamarkia-Lotus*, a través de los índices ecológicos se tiene un valor que refleja las condiciones o estado en que se encuentra esta comunidad (está dominada por hierbas exóticas, pero también están presentes algunas especies suculentas en ella). Este fragmento no se incorporó al análisis de impacto y sus fuentes, porque la técnica para realizar este análisis sólo permite la selección de unidades naturales en buen estado, así que no se dicta una política para ellos. Estos fragmentos son susceptibles de restaurar, aplicando para ello programas de restauración, sin embargo, la incertidumbre que existe alrededor de ellos dificulta la aplicación de una política específica, ya que los pastizales que se usaron en las prácticas de ganadería y posteriormente se abandonaron, sólo se recuperarán pasados varios años, pero los que se usaron para la agricultura donde el banco de semillas fue removido, es difícil que una vez abandonados puedan recuperarse solos, por lo que necesitarán de la aplicación de fuertes insumos económicos. Además, aunado a esto está el problema de la tenencia de la tierra, que en este trabajo no fue abordado.

En el fragmento de *Monanthochloë-Haplopappus-Limonium*, el valor del índice composicional indica que tienen una buena proporción de especies nativas y que por lo tanto tiene pocas especies exóticas. Sin embargo, en estos fragmentos se observó que las plantas exóticas presentes en ellos son muy agresivas y forman “parches” extensos dentro de la comunidad de dunas costeras (Sánchez, 1996); por lo que surge la necesidad de hacer más sensibles los índices para realizar una mejor evaluación de estas comunidades.

Los efectos ecológicos de la fragmentación y la quema natural del matorral rosetófilo costero (Bajamar y Los Cantiles), también fueron reflejados a través de los índices ecológicos (Tabla 10). El “fragmento control” no tiene especies exóticas, mientras que los “fragmentos nuevo y viejo” cuentan con la presencia de especies exóticas, también los arbustos disminuyeron en ellos, sin embargo a pesar de la fragmentación a la que han estado sujetos los fragmentos la suculencia se ha mantenido. En el caso del “fragmento quemado” las hierbas exóticas han entrado a ellos, dominan

los arbustos, pero la suculencia ha disminuido, sobretodo en el segundo año después del fuego.

6.5. Aplicación de los índices ecológicos en las diferentes fases del proceso de toma de decisiones.

1) Análisis de la región según las diferentes escalas estudiadas.

En el presente estudio la regionalización fue empleada para hacer una actualización y ver de manera integrada la región de Punta Banda. La actualización de la regionalización permitió observar la desaparición parcial o total de algunas unidades ambientales obtenidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda, B.C. (OEA-SEDESOL, 1991). Por ejemplo: la reducción de las comunidades de chaparral costero, riparias y pastizales halófilos. En dicho programa se obtuvieron un total de 26 unidades ambientales en el proceso de regionalización. En el presente trabajo se obtuvieron 33 unidades. Esto es debido a que los criterios para definir las unidades fueron diferentes. Entre más detalle se obtiene de las características y funcionamiento del área de regionalización más unidades se obtendrán (Férman-Almada 1994; SEMARNAP 1995).

La modificación al esquema de clasificación incluye la introducción del nivel jerárquico "paisaje". Además, se trabajó únicamente con el ambiente terrestre. El nivel unidad ambiental, se determinó con base en la vegetación y usos del suelo, mientras que en el programa de la microregión se definió tomando en cuenta criterios sedimentológicos, geomorfológicos y topográficos.

a) Impactos regionales.

Se realizó un análisis siguiendo el esquema de la OCDE (1994) que ayudó a identificar las fuentes de presión, los elementos importantes para evaluar el estado de la vegetación y los impactos sobre los sistemas antrópicos, así como enlistar las respuestas

que se han tenido para evitar, y/o minimizar los cambios en el estado de la vegetación y los impactos en sus habitantes. Sin embargo, dicha aproximación arroja datos muy generales. Sí explica las grandes actividades que impactan la región y las respuestas políticas a dichas presiones; pero no identifica con detalle los sitios o hábitats con impactos ni las fuentes particulares de impacto. Por esta razón, se utilizó otra metodología que ayudó a profundizar el análisis de impactos y sus fuentes a nivel regional (The Nature Conservancy, 1999).

El esquema empleado en este estudio fue seleccionado para detectar las fuerzas generadoras de presión, el estado/impacto y las respuestas del gobierno, la sociedad y las instituciones educativas sobre los cambios de uso de suelo que afectan a la vegetación costera. Además, porque puede ser aplicado en cualquier escala.

En la Tabla 8, se observan las unidades ambientales con más impactos y con mayores fuentes de impacto mismas que son: el ripario, por las obras de canalización; el chaparral y el matorral rosetófilo costero (orientados al norte), porque son las laderas urbanizadas que miran al estero. Asimismo, las dunas costeras muestran un alto grado de impacto causado por un proceso de urbanización.

Es importante aclarar que éste análisis se realizó únicamente bajo la óptica de un sector de la sociedad que son los conservacionistas y académicos, ya que las entrevistas y la calificación de los impactos y sus fuentes fue realizada por tres personas de la UABC, incluyendo a la autora de este trabajo. Entonces, desde este punto de vista, es prioritaria la necesidad de establecer una política de restauración en estas cuatro unidades. Mientras que el resto (matorral y chaparral costero de las laderas orientadas al sur, las cañadas y las marismas) requieren de una política de conservación. La amenaza más constante para la conservación de éstos sistemas es el cambio de uso del suelo de las zonas aledañas; reflejado en una alta fragmentación causada por los múltiples caminos que se han abierto sin ninguna planeación.

6.6. Los indicadores como herramientas para gestión ambiental.

La generación de los índices y la identificación de los indicadores ecológicos han sido considerados como herramientas para los programas de seguimiento, que a su vez proporcionan elementos científicos básicos que apoyan la toma de decisiones tanto en la investigación como en la gestión ambiental (Spellerberg, 1991). El trabajo en esta área del seguimiento es un ejercicio interesante para orientar la investigación y unirla a las necesidades que requiere la sociedad y los tomadores de decisiones (Dale & English, 1999). En el área de manejo esta es una necesidad imperante, ya que se cuenta con una serie de datos desorganizados y generalmente muy grande. Bergquist & Bergquist (1999) explican la cantidad de datos que generalmente esta disponible y la utilidad de estos para futuras investigaciones, elaborar programas de seguimiento del ambiente, tomar decisiones o para actividades de divulgación científica. En este trabajo, se exploraron las bases de datos de los científicos (Tablas 3a, b y c del Anexo I) y se tradujeron a indicadores ecológicos (Tabla 11) que fueron incorporados en los índices (Tabla 10), que pueden ser usados por los tomadores de decisiones. Asimismo, se diseñaron formas de expresar los índices para que fueran de fácil interpretación y para todo público (Figura 4 y Anexo IV).

Los índices que en este trabajo se generaron, son originales y universales aunque los indicadores ecológicos fueron seleccionados sólo para este estudio. Sin embargo, pueden ser incorporados en un programa de seguimiento de toda el área de distribución del matorral rosetófilo costero y de la vegetación de dunas. Si los índices quieren aplicarse en otros tipos de vegetación deberán escogerse indicadores propios de la zona, especialmente el indicador del índice de calidad funcional (que en este caso fue la suculencia de las especies); en otros sitios podría ser la presencia de especies con hojas grandes, o los árboles, la presencia de epífitas, etc.

Los indicadores e índices ecológicos que aquí se trabajaron podrían ser considerados por el SIMAR para homogeneizar los criterios a nivel nacional e integrarlos dentro del tema que ellos denominan “Pérdida de Biodiversidad”. Aunque de

momento este tipo de indicadores e índices no son considerados en la comparación a nivel internacional, se sugiere la inclusión de éstos porque miden la pérdida de biodiversidad. También, ayudan a identificar especies endémicas y nativas que se encuentran amenazadas por el desarrollo urbano y turístico. El uso de los indicadores facilitaría a los gobiernos y a las consultorías ambientales la elaboración de: a) las manifestaciones de impacto ambiental, b) los programas de ordenamiento ecológico, c) la definición de hábitats críticos para la conservación, d) las normas oficiales mexicanas, entre otros, ya que en lugar de trabajar con enormes bases de datos desarticuladas, se trabaja con listados mínimos de especies y sus características ecológicas.

A nivel estatal, no existe una política de protección o conservación para Punta Banda (SAHOPE 1994; Periódico Oficial del Estado de Baja California, 1995). El programa de ordenamiento urbano y ecológico del COCOTEN se está actualizando (Bringas, *et al.*, 2000) y se espera que esta nueva versión apoye la conservación de los sitios que aquí se indicaron, ya que se les proporcionó a los investigadores que están realizando este programa.

Se sugiere que los indicadores e índices ecológicos, como los seleccionados en este trabajo, se utilicen para homogeneizar la información de otras áreas del estado. De esta manera, podría tenerse un sistema estatal de indicadores ecológicos el cual permitiría evaluar e informar el desempeño ambiental del estado ante cualquier instancia. Asimismo, facilitaría al gobierno estatal la protección de especies de plantas endémicas, raras, amenazadas, etc. y el decreto para el establecimiento de áreas naturales protegidas. Con esto, se sugiere que el gobierno estatal tome la iniciativa para la protección de sus valores ambientales ante el gobierno federal y no lo opuesto, como ha sucedido hasta el presente.

La información que se generó en esta tesis, apoya la toma de decisiones en las políticas de conservación local (municipal o dentro de las comunidades), ya que es útil para el seguimiento de los programas de desarrollo y ordenamiento ecológico; en este caso de una microregión (Punta Banda). Este trabajo sienta las bases en la selección de

indicadores y para la generación de otros índices ecológicos (por ejemplo para la fauna, o la contaminación) que pueden ser tomados en consideración para el desarrollo de otras áreas, de otros proyectos de manejo o de protección. Además, el diseño del manual que se está proporcionando (Anexo IV) puede ser usado por los diferentes sectores de la población (no gubernamental y privado) para gestionar ante los gobiernos el manejo adecuado de los recursos naturales.

VII. CONCLUSIONES.

Un resultado de este trabajo fue la generación de los índices de calidad de la vegetación costera y la selección de los indicadores ecológicos para la región de Punta Banda, Ensenada, Baja California. Otro elemento del estudio, fue el análisis de la región desde varias perspectivas. Las escalas que se manejaron como estudio regional, de paisaje, de comunidades y de especies indicadoras permite tener una visión global y particular a la vez, que apoya el manejo, la toma de decisiones de la región y los elementos que la componen.

En la Tabla 11 y Tablas 3a, b y c del Anexo I, se presentan los datos sobre la biología y ecología de las especies de la vegetación costera de Punta Banda. La información disponible sobre las 292 especies registradas es muy escasa. En dicha tabla, en la columna de observaciones se explica el grado de conocimiento de los parámetros que pudieran servir en la definición de grupos funcionales cuando estén disponibles. Por lo pronto, se eligieron aquellos mejor documentados para elaborar los índices ecológicos.

La regionalización permitió la identificación de ocho unidades homogéneas: a) matorral costero; b) chaparral costero; c) vegetación de dunas costeras; d) marisma; e) vegetación riparia; f) pastizal; g) agricultura de riego y de temporal, y h) poblados.

Las unidades pueden funcionar como unidades de seguimiento donde se

establezcan áreas de control (áreas naturales de investigación), las cuales deben de ser áreas sujetas a diferentes grados de perturbación y prácticas de manejo.

El método de muestreo que se sugiere es de relevé de 10x10 m, ya que es el área mínima representativa para este tipo de vegetación; además de que los muestreos que existen como antecedente se han realizado de esta manera. Los transectos realizados por Peinado *et al.* (1994), no midieron hierbas ni especies exóticas; sin embargo esta forma de muestreo podría utilizarse también con la condicionante de medir todos los elementos botánicos que aparezcan.

Las variables seleccionadas como indicadores e integradas en los índices fueron: proporción de especies nativas, proporción de exóticas (índice composicional); abundancia y frecuencia de hierbas y arbustos (índice estructural); y una característica ecofisiológica, la succulencia (índice funcional), que caracteriza a la vegetación de matorral rosetófilo costero de la zona.

Los tres índices permitieron conocer el estado actual de los fragmentos de la vegetación costera de Punta Banda, Ensenada. El fragmento mejor conservado es el de *Agave-Eriogonum-Viguiera*, y el de menor calidad ecológica es el de *Bromus-Lamarckia-Lotus*.

Por último, los tres índices diseñados, permiten medir cambios en todas las comunidades similares de una región y esto se comprobó al utilizar los datos de Leyva (1995) y Cruz (1997).

Los índices pueden ser incorporados en un programa de seguimiento de las asociaciones vegetales de matorral rosetófilo costero, dunas y marismas, para conocer la integridad ecológica de estas comunidades a través del tiempo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- Allen, T.F. and T. Starr. 1982. *Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity*. University of Chicago Press. Illinois, USA.
- Angoa, S.M. 1996. *La latencia de semillas y el banco de semillas de matorral costero en Punta Banda, Baja California*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 64 p.
- Angermieir, P.L. y J.R. Karr. 1994. Biological integrity versus biological diversity as policy directives: protecting biotic resources. *Biosciencia* 44: 690-697.
- Arámburo-Vizcarra, G. 1993. Tourism Development and Political Conflict in a Coastal Zone: The Case of Punta Banda-La Bufadora Region. Pp.14-23. In Magoon, O.; J.L. Fermán; L. Gómez-Morin and D.W. Fisher (eds.). *Coastal Management in Mexico: The Baja California Experience*. American Society of Civil Engineers. New York, USA.
- Axelrod, D.I. 1978. The Origen the Coastal Sage Vegetation, Alta and Baja California. *American Journal Botany*. 65:1117-1131.
- Begon, M.; J. Harper and C. Townsend. 1986. *Ecology: Individuals, Populations, and Communities*. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, USA. 876 p.
- Berquist, G. and C. Berquist. 1999. Post-Decision Assessment. Pp. 285-312. In Dale V. and M. English (eds.). *Tools to Aid Environmental Decision Making*. Springer-Verlag New York Inc. New York, USA.
- Bringas, N., E. Méndez., L. Ojeda., F. Cuamea e I. Espejel. 2000. *Actualización del Ordenamiento Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada (COCOTEN)*. Informe Técnico Final. SAHOPE.
- Cendrero, A. 1989. *Mapping and Evaluation of Coastal Areas for Planning*. *Ocean and Shoreline Management*. 12:427-462.
- Cendrero, A. 1997. Indicadores de desarrollo sostenible para la toma de decisiones. *Naturzale*, 12:5-25.
- Clarke, B.C. 1977. *Edible and useful plants of California*. University of California Press. Berkeley, California. 280 p.

- CNA (Comisión Nacional del Agua). 1995. *Programa Estatal Hidráulico 1995-2000*. Gerencia Estatal en Baja California. Mexicali, B.C. 144 p.
- COCOTEN. 1994. *Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada/Versión abreviada*. Dirección de Estudios y Proyectos de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Mexicali, B.C. 49 p.
- COPLADE (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado). 1996. *Plan Estatal de Desarrollo 1996-2000*. Mexicali, B.C. 154 p.
- Consejo Estatal de Ecología. 1995. *Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California*. Versión abreviada. Periódico Oficial No. 42. Mexicali, B.C. 143 p.
- COPLADEM (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado). 1990. *Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada 1990-1992*. XIII Ayuntamiento de Ensenada. Baja California, México.
- Coyle, J. and N. Roberts. 1975. *A field guide to the common and interesting plants of Baja California*. 1st edition. Natural History Publishing Company. La Jolla, California. 206 p.
- Cruz, A.Y. 1997. *Estructura y composición del matorral costero de Baja California durante los dos primeros años postfuego*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 112 p.
- Dale, V. and M. English. 1999. *Tools to Aid Environmental Decision Making*. Springer-Verlag New York Inc. New York, USA.
- Delgadillo, J. 1992. *Florística y Ecología del Norte de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California. 339 p.
- Delgadillo, J. 1995. *Introducción al Conocimiento Bioclimático, Fitogeográfico y Fitosociológico del Suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México)*. Tesis de Doctorado. Alcalá de Henares. 566 p.
- Done, T. J. and R. E. Reichelt. 1998. Integrated Coastal Zone and Fisheries Ecosystem Management: Generic Goals and Performance Indices. *Ecological Applications* 9(1):110-118.
- Duke, J. 1981. *Handbook of Legumes of World Economic Importance*. Plenum Press. New York, USA. P 154-168.

- Elmery, D.E. 1988. *Seed Propagation of Native California Plants*. Santa Barbara Botanic Garden. California: 110 p.
- EPA. 1997. *Glossary of References for Environmental Protection Agency*.
- EPA-SEMARNAP. 1997. *Indicadores Ambientales para la Región Fronteriza*. 1997. Programa Frontera XXI, México-Estados Unidos.
- Escofet, A. 1992. *Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda: informe final de conservación*. Ensenada, Baja California. 113 p.
- Escofet, A. And A. Carvacho. 1988. The Effect of Tourist Activity on Coastal Ecosystems of Baja California. Pp. 194-198. In S.F. Ferreras and G. Pararas-Carayannis (eds). *Natural and Man-Made Coastal Hazards*.
- Escofet, A., I. Espejel, J.L. Ferman, L. Gómez-Morín y G. Torres-Moye. 1993. El manejo de fragmentos en la zona costera. Pp 182-193. In: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO, México, 865 p.
- Espejel, I., Y. Cruz y J.C. Leyva. (En revisión). *Composición del matorral rosetófilo costero de Baja California sujeto a disturbios naturales y antropogénicos*. Acta Botánica Mexicana. 21 p.
- Everett, 1957. *Reporte Técnico de Germinación*. Jardín Botánico de Rancho Santa Ana. California, USA.
- Férman-Almada, J.L. 1994. *Programa de Manejo Integrado de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C., México. 67 p.
- Forman, R. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge University Press. New York, NY., USA. 632 p.
- Forman, R. and M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, New York, NY., USA.

- Gastélum, G.A. 1999. *Integración del Concepto de Indicadores Ambientales dentro del Marco Metodológico de la Planificación Ambiental: Caso de Estudio Valle de San Quintín, Baja California, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 72 p.
- Gómez-Morín, L. 1994. *Marco Conceptual y Metodológico para la Planificación Costera en México: La Experiencia en Baja California*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C., México. 87 p.
- Gutiérrez, M. G. 1990. *Impacto Ambiental en Dunas Costeras: Estero de Punta Banda, B. C.* Trabajo de titulación. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. 33 p.
- H. Ayuntamiento de Ensenada y Gobierno del Estado de Baja California. 1995. *Programa de Desarrollo Urbano de Ensenada*. Versión abreviada. Talleres Gráficos de Baja California. Ensenada, B.C. 73 p.
- H. Ayuntamiento de Ensenada. 1994. *Plan de Desarrollo Urbano, Estructura Urbana Actual*. Dirección de Planeación. Ensenada, B.C.
- H. Ayuntamiento de Ensenada. 1996. *Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada 1996-1998*. Ensenada, B.C.
- Hammond, A; A. Adriaanse; E. Rodenburg; D. Bryant y R. Woodward. 1995. *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. World Resources Institute. 42 p.
- Hawke, M. A.; D. Kimberling and J. Karr. Unpublished. *A New Approach to Assessing Ecological Health: Developing an Index of Biological Integrity at Hanford*. 12 p.
- Hawksworth, D. L.; P. M. Kirk and S. Dextre Clarke (eds). 1997. *Biodiversity Information: Needs and Options*. CAB INTERNATIONAL. New York, NY. 194 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1989. *Atlas Geográfico de Baja California*. INEGI-SPP. México, D.F.
- INEGI. 1996. *Fotografía Aérea*. 1:75,000. Línea de vuelo 6,7 y 8. Ensenada H11-2. Aguascalientes.

- INEGI. 1982. *Carta Edafológica*. 1:250,000. Ensenada H11-2. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, INEGI-SPP.
- INEGI. 1990. *XI Censo General de Población y Vivienda para Baja California*. Aguascalientes. 84 p.
- Jepson, W. 1993. *The Jepson Manual*. University of California Press. California, USA. 1400 p.
- Jones and Riddle. 1996. Regional Scale Monitoring of Biodiversity. Pp.195-209. In Szaro, R. and D. Johnston (eds.). *Biodiversity in Managed Landscape: Theory and Practice*. Oxford University Press. New York, USA.
- Jongman, R.; C. Ter Braak and O. Van Tongeren. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. New York, NY., USA. 299 p.
- Karr, J. R. 1991. Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecological Applications* 1(1):66-84.
- Karr, J. R. 1994. Landscapes and Management for Ecological Integrity. Pp. 229-251 in K. C. Kim and R. D. Weaver (eds.). *Biodiversity and Landscape: A Paradox of Humanity*. Cambridge University Press. New York, NY.
- Karr, J. R. 1997. Measuring Biological Integrity. Pp. 483-485 in G. K. Meffe, C. R. Carroll, and contributors. *Principles of Conservation Biology*. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Karr, J. R. 1997. The Future is Now: Biological Monitoring to Ensure Healthy Waters. Pp. 31-36 in Streamkeepers: Aquatic Insects as Biomonitoring. *The Xerces Society*. Portland, Oregon.
- Karr, J. R. 1998. Biological Integrity: A Long Neglected Aspect of Environmental Program Evaluation. Pp. 148-175 in G. J. Knap and T. J. Kim, (eds). *Environmental Program Evaluation: A Primer*. University of Illinois Press, Urbana, IL.
- Karr, J. R. 1998. Rivers as Sentinels: Using the Biology of Rivers to Guide Landscape Management. Pp. 502-528 In R. J. Naiman and R. E. Bilby (eds). *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecosystem*. Springer, NY.

- Karr, J. R. and D. R. Dudley. 1991. Ecological Perspective of Water Quality Goals. *Environmental Management* 5 (1):56-68.
- Karr, J. R. and E. W. Chu. 1997. Ecological Monitoring: Essential Foundation for Ecological Risk Assessment. *Human and Ecological Assessment* 3(6): 993-1004.
- Kasbeer, T. 1971. *Flora of Baja Norte*. La Siesta Press. 36 p.
- Keddy, P., H. Lee and I. Wisheu. 1993. Choosing Indicators of Ecosystem Integrity: Wetlands as a Model System. In: Woodley, S., J. Kay and G. Francis. *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems*. St. Lucie Press. P 61-79.
- Kerans, B. L. and J. R. Karr. 1994. A Benthic Index of Biotic Integrity (B-IBI) for Rivers of the Tennessee Valley. *Ecological Applications* 4(4):768-785.
- Krebs, C. 1985. *Ecología: El Estudio de la Distribución y Abundancia*. Segunda edición. Harla, S.A. de C.V. México, D.F. 753 p.
- Levy, K.; T. F. Young and R. M. Fujita. Unpublished. *A Conceptual Framework for Choosing Indicators of Ecological Integrity: Case-Study of the San Francisco Bay-Delta-River System*. Environmental Defense Fund. California.
- Leyva, A. J.C. 1995. *Fragmentación del matorral costero por el desarrollo turístico en Bajamar (B.C., México): alternativas para la conservación*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 85 p.
- Leyva, C.; M. Angoa y M. Santos. 1997. *El Estero de Punta Banda: Un Diagnóstico para su Protección*. Universidad Autónoma de Baja California, Pronatura Península de Baja California y Pro-Esteros. Ensenada, B. C. México.
- Lourens, J., C. Van Zwol and J. Kuperus. 1997. Indicators for Environmental Issues in the European Coastal Zone. *Intercoast Network*, 3-31.
- Malanson, G.F. and J. O'Leary. 1982. Post-Fire Regeneration Strategies of California Coastal Sage Shrubs. *Oecologia* 53:355-358.
- Mielke, J. 1993. *Native Plants for Southwestern Landscapes*. University of Texas Press. Austin, Texas. 310 p.
- Minnich, A.R. 1994. Effects of Exotic Plants on Three California Ecosystems. In *Annual Symposium of the California Exotic Pest Plant Council*. California, USA. Pp. 1-7.

- Moreno-Casasola; I. Espejel; S. Castillo; G. Castillo-Campos; R. Durán y J. Pérez. 1998. Flora de los Ambientes Arenosos y Rocosos de las Costas de México. Pp. 177-258. En G. Halffter (ed.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, vol. II. I de E, A. C. y CYTED. Veracruz, México.
- Muller, K. R. 1996. *Conserving Biodiversity in Managed Landscape*. Pp. 425-441.
- Mulroy, T.W., P.W. Rundel and P.A. Bowler. 1979. *The vascular flora of Punta Banda, Baja California Norte, México*. Madroño. 26:69-90.
- NOM-059-ECOL-1994, *que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección*. Lunes 16 de mayo de 1994. Diario Oficial de la Federación. 60 pp.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversidad: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364.
- Noss, R.F. 1997. Hierarchical indicators for monitoring changes in biodiversity. In: Mcffe, K.G. y C.R. Carroll (eds.). *Principios of Conservation Biology*. Sinaver Associates Inc. Pp 88-92.
- Oberbauer, T.A. 1999. La Vegetación del Noroeste de Baja California. Edición especial. *Fremontia*. Pp. 16-22.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 1994. *Environmental Indicators*. París, Francia.
- OEA-SEDESOL (Organización de los Estados Americanos y Secretaría de Desarrollo Social). 1991. *Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda, B.C.* Ensenada, B.C. 60 p.
- Peinado, M.; C. Bartolomé; J. Delgadillo e I. Aguado. 1994. Pisos de Vegetación de la Sierras de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta Botánica Mexicana* 29:1-30.
- Pickett, S.T. and P.S. White. 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academy Press. Florida, USA.
- Pickett, S.T.; J. Kolasa and C. Jones. 1994. *Ecological Understanding: The Nature of Theory and the Theory of Nature*. Academic Press. California, USA. 206 p.

- Pro-Esteros. 1990. *Estudio para Declarar el Estero de Punta Banda Area Natural Protegida*. Presentado ante las autoridades federales de la SEDUE. Ensenada, B.C. México.
- Risser, P.G.; J.R. Karr and R.T. Forman. 1984. *Landscape Ecology: Directions and Approaches*. Illinois Natural History. Survey Special Publication No. 2. Illinois, USA.
- Roberts, N. 1989. *Baja California Plant Field Guide*. Natural History Publishing Company. California, USA. 309 p.
- Rollins, R. 1993. *The Cruciferae of Continental North America: systematics of the mustard family from the Arctic to Panama*. Stanford University Press. Stanford, California. 976 p.
- SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 1999. *Evaluación Plan de Cultivos*. Centro de Apoyo, Distrito de Desarrollo Rural 001. Ensenada, B.C., México.
- SAGAR. 1997. *Datos Estadísticos de Agricultura*. Ensenada, B.C.
- Sánchez, O.R. 1996. *Germinación y establecimiento de *Abronia maritima* en las dunas de Punta Banda, B. C.* Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C.
- Schulze, P. (ed.). 1999. *Measures of Environmental Performance and Ecosystem Condition*. National Academy of Engineering. Washington, D.C. 303 p.
- SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1988. *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. México, D. F. 356 p.
- SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito al Público). 1995. *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000*. México, D.F. 177 pp.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1977. *Carta Geológica*. 1:50,000. Rodolfo Sánchez Taboada HIIIB22. 1ra. Edición. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, CETENAL.
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1995. *Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 97 p.

- SEMARNAP. 1996a, *Decreto por el que se aprueba el programa sectorial de mediano plazo denominado Programa de Medio Ambiente 1995-2000*. En: Diario Oficial de la Federación. 128 p.
- SEMARNAP. 1996b. *México: Hacia el Desarrollo Sustentable, Bases de la Transición*. México, D.F.
- SEMARNAP. 1997. *Reporte Introductorio de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en la Frontera Norte de México*. Documento para comentarios públicos. México, D.F. 10 p.
- Skinner, M. y B. Pavlik (eds). 1994. *Inventory of Rare and Endangered Vascular Plants of California*. Publicación especial No. 1. California Native Plant Society's. 336 p.
- Spellerbeg, I. 1991. *Monitoring Ecological Change*. First published. Cambridge University Press. New York, NY. 334 p.
- The Nature Conservancy. 1999. *Planificación para la Conservación de Sitios: Un proceso para la Conservación de Sitios Prioritarios*. Borrador.
- Westman, W.E. 1983. Xeric Mediterranean-Type Shrubland Associations of Alta and Baja California and the Community/Continuum Debate. *Vegetatio* 32:3-19.
- Zedler, J.B. 1982. *The Ecology of Southern California Coastal Salt Marshes: A Community Profile*. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-81/54. 110 P.

ANEXO I. PUNTA BANDA, ENSENADA, B.C.: ESTUDIO DE CASO.

I. ANTECEDENTES.

1.1. Vegetación costera.

Los estudios de la vegetación costera en México han sido realizados principalmente por Moreno-Casasola y Espejel cuyo trabajo más reciente es un análisis de la flora costera de todo el país (Moreno-Casasola *et al.*, 1998). En la costa Pacífico de Baja California los trabajos en dunas costeras son de Johnson (1973, 1977 y 1995). En matorral rosetófilo costero, destacan los estudios de Westman, 1983 y en general para la península los trabajos de Peinado *et al.* (1994) y Delgadillo (1995). Para la zona mediterránea costera los trabajos generales de Oberbauer (1999) y en particular para Punta Banda, el trabajo de Mulroy *et al.* (1979).

Los principales trabajos a nivel de tesis e informes técnicos no publicados son las investigaciones relacionadas con la composición, estructura y función del matorral costero Leyva (1993), Angoa (1996), Cruz (1997) y Espejel *et al.* (en revisión). Los estudios de restauración, conservación y manejo de la vegetación costera los hicieron Espejel (1993), Escofet *et al.* (1993), Sánchez (1996), Gutiérrez (1997) y Escofet & Espejel (1999).

Según el trabajo de Mulroy *et al.* (1979) la flora vascular de Punta Banda, incluye 258 especies (181 géneros y 58 familias), de las cuales el 81% son nativas. *Dudleya campanulata* y *Astragalus sanctorianum* son endémicas de Punta Banda. El número de especies registradas señala la riqueza del área y el alto porcentaje de especies nativas, aunado a la presencia de plantas endémicas, son indicadores relevantes para esta investigación.

Leyva (1993), evaluó el efecto ecológico del desarrollo urbano-turístico en Bajamar, tomando como base la fragmentación del matorral rosetófilo costero. El área que analizó

fue de 662 ha, donde encontró un total de 108 especies. El número de especies en las 3 condiciones que manejó fue el siguiente: “parches” nuevos (83), “parches” viejos (60) y control (65). Asimismo, Cruz (1997) realizó un análisis sobre los cambios en un área de 15 m² (en Los Cantiles, Ensenada), durante 15 meses en la vegetación de matorral costero después de un incendio. Cruz, observó que germinaron y rebrotaron 62 especies, incluidas en 58 géneros y 28 familias.

En un trabajo sobre matorral rosetófilo costero con diferentes grados de perturbación, Espejel *et al.* (en revisión), encontraron una composición de 161 especies de las cuales, 131 son nativas y 30 introducidas. A pesar de la fragmentación de origen natural (fuego) como artificial (construcción de desarrollos turísticos) a la que ha estado sujeto el matorral costero, la composición florística todavía no ha sido fuertemente afectada; es decir, no se han registrado especies extintas. Además, concluyen que las características de este tipo de vegetación en la parte norte de Baja California, aun están en buenas condiciones de conservación. Sin embargo, si los procesos de urbanización no cambian, los fragmentos actuales estarán en peligro de desaparecer.

Estos trabajos permiten conocer la riqueza de especies presentes después de un disturbio (fragmentación y fuego) en el matorral rosetófilo costero y distinguen la presencia de especies exóticas que se establecen rápidamente en áreas recién abiertas, ya que son más agresivas que las especies nativas, así que estas especies pueden ser utilizadas como indicadoras del estado o calidad de la vegetación costera.

1.1.1. Conservación y manejo de la vegetación costera.

En el área del estero de Punta Banda, se han realizado una serie de gestiones para lograr la protección y uso adecuado de la zona (Leyva *et al.*, 1997). Estas acciones han sido encabezadas por tres tipos de actores como son las instituciones académicas, las organizaciones no gubernamentales y las dependencias de gobierno.

Escofet *et al.* (1993), plantean algunos aspectos relevantes a considerar para el manejo de la biodiversidad en la zona costera: a) analizar las bases físicas y estado catastral (tenencia de la tierra); b) ampliar las categorías de especies de interés; c) integrar los valores del hábitat y procesos que en ellos ocurren; d) priorizar el buen estado de las áreas (independientemente de su tamaño); e) explorar alternativas intermedias que propicien la protección de la biodiversidad, con algún grado de uso e inducir la participación local en su mantenimiento y administración, y f) adecuar la zona costera a las categorías del Sistema Nacional de Areas Protegidas y políticas ambientales de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la equivalencia con sistemas internacionales.

Por otra parte, el trabajo de Sánchez (1996), realizado en la barra arenosa de Punta Banda, es una prueba experimental de restauración, que permite conocer la existencia de indicadores sobre la vegetación costera, como es el caso del desplazamiento de la especie pionera y nativa *Abronia maritima*. Esta planta está amenazada por dos razones: a) la pérdida de hábitat por sustitución (construcción de casas y caminos o por la plantación de otras especies) y b) la competencia natural con las especies exóticas (*Cakile maritima* y *Carpobrotus edulis*) más agresivas y con mayores estrategias reproductivas.

1.2. Regionalización.

El proceso de regionalización ha sido empleado en los programas siguientes: a) Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda, B.C. (OEA-SEDESOL, 1991); b) Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada (COCOTEN, 1995), y c) Plan de Ordenamiento Ecológico para el Estado de Baja California (1995), También ha sido empleado en trabajos realizados por Gómez-Morín (1994) y Gastélum (1999), entre otros.

Tabla 2. Clasificación y descripción de las unidades ambientales.

UNIDAD	CLASIFICACIÓN	GEOLOGÍA	FISIOG.	MORFO.	SUELO	H. SUB.	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL			USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
							Cuenca	Coef.	Fase	
1	1.1.1.6f	Palustre	Llanura	TB	Zg/2	MCPB	RH1Ca	0.5%		Marisma
1a	1.1.1.6f	Palustre	Llanura	TB	Zg/2	MCPB	RH1Bg	0.5%		Marisma
2	1.1.3.10f	Litoral	Llanura	TB	Re/1	MCPB	RH1Bg	0.5%		Marisma
3	1.1.1.8g	Litoral	Llanura	TB	Re/1	MCPB	RH1Ca	0.5%		Veg. de dunas costeras
4	1.2.1.3d	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
4a	1.2.1.3d	Conglomerado	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
4b	1.2.1.3d	Limolita-arenisca	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%	Salina	Matorral costero
4c	1.2.1.3d	Roca ígnea intrusiva	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
5	1.2.2.3d	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
5a	1.2.2.3d	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TA	Re+I/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
5b	1.2.2.3d	Roca ígnea intrusiva	Sierra	TA	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
5c	1.2.2.3d	Limolita-arenisca	Sierra	TA	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
5d	1.2.2.3d	Conglomerado	Sierra	TS	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
6	1.2.2.2c	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TA	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Chaparral
7	1.2.1.5e	Aluvión	Cañada	TB	Je/1	MCPM	RH1Bg	0.5%		Vegetación riparia
8	1.2.1.1a	Aluvión	Valle	TB	Re+Hh/1	MCPM	RH1Bg	0.5%	Salina	Agricultura de riego
9	1.1.1.1a	Aluvión	Valle	TB	Re+Hh/1	MCPM	RH1Ca	0.5%	Salina	Agricultura de riego
9a	1.1.1.1a	Aluvión	Valle	TB	RE/I	MCPB	RH1Bg	0.6%	Salina	Agricultura de riego
10	1.1.1.3d	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPM	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
10a	1.1.1.3d	Conglomerado	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
10b	1.1.1.3d	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TB	Re+I/1	MCPM	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
11	1.1.2.3d	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TA	I+Re+Hh/2	MCPM	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
11a	1.1.2.3d	Roca ígnea intrusiva	Sierra	TA	I+Re+Hh/2	MCPM	RH1Bg	10-20%		Matorral costero
12	1.1.2.2c	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TA	Re+I/1	MCPB	RH1Ca	10-20%		Chaparral
13	1.1.1.2c	Roca ígnea intrusiva	Sierra	TA	Re+I/1	MCPB	RH1Ca	10-20%		Chaparral
14	1.1.1.5e	Aluvión	Cañada	TB	Je/1	MCPM	RH1Ca	0.5%		Vegetación riparia
15	1.1.1.4b	Aluvión	Cañada	TB	Je/1	MCPM	RH1Ca	0.5%		Agricultura de temporal
16	1.1.1.1h	Aluvión	Valle	TB	Xh/2	MCPM	RH1Bg	0.5%	Salina	Centro poblado
16a	1.1.1.1h	Aluvión	Valle	TB	Yh/2	MCPB	RH1Ca	0.5%	Salina	Centro poblado
17	1.1.1.8h	Litoral	Playa	TB	Re/1	MCPB	RH1Bg	0.5%	Salina	Centro poblado
18	1.2.2.3b	Aluvión	Sierra	TA	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	10-20%		Agricultura de temporal
19	1.1.1.6h	Limolita-arenisca	Llanura	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	0.5%		Centro poblado
20a	1.2.1.3h	Conglomerado	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	0.5%		Centro poblado
20b	1.2.1.3h	Roca ígnea extrusiva	Sierra	TB	I+Re+Hh/2	MCPB	RH1Bg	0.5%		Centro poblado

FISIOG.=Fisiografía

MORFO.=Morfología

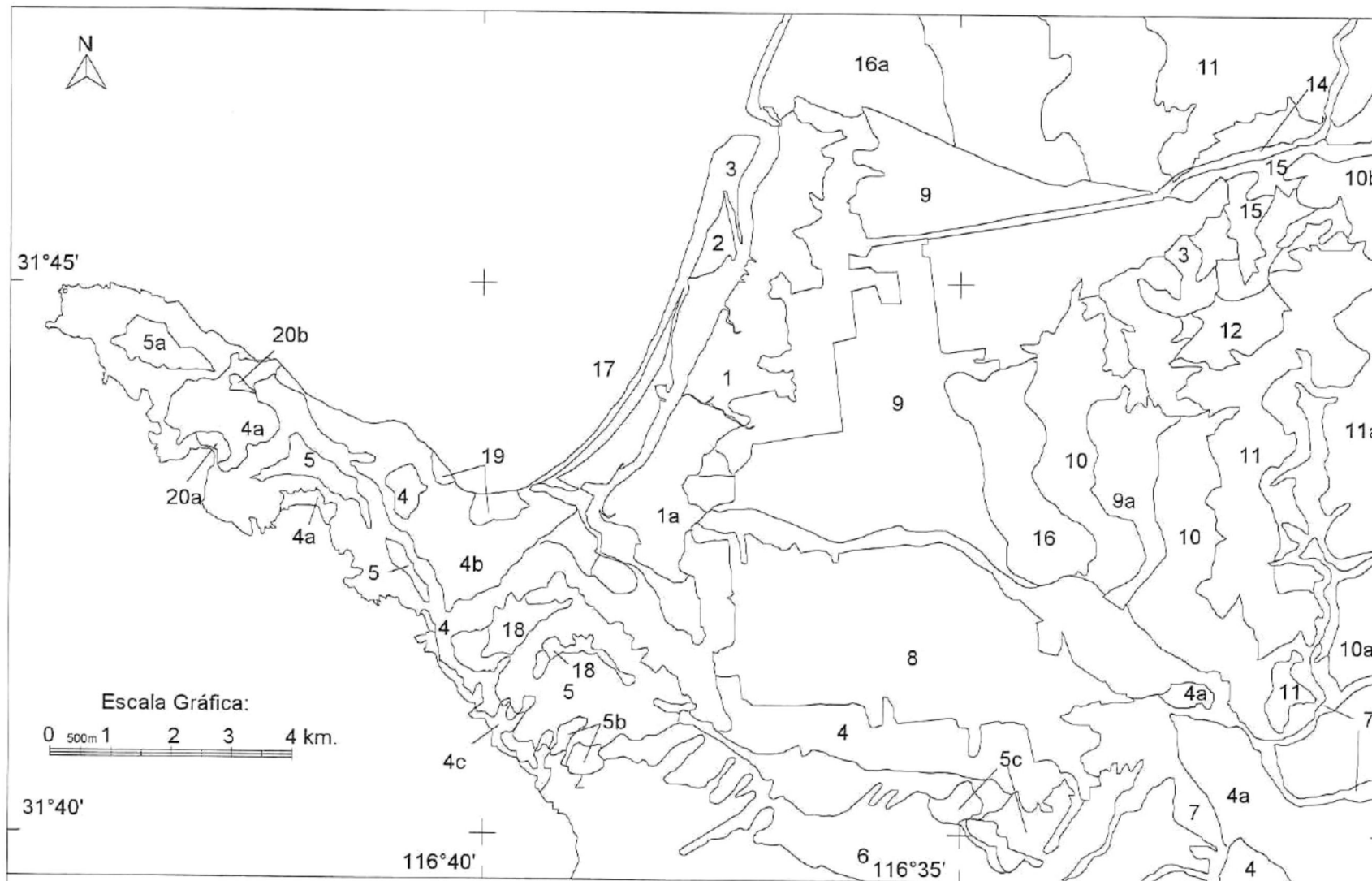
H.SUB.=Hidrología subterránea

TB=Tierras bajas (0-200)

TA=Tierras altas (200-300)

MCPB=Material consolidado con posibilidades bajas

MCPM=Material consolidado con posibilidades medias



Universidad Autónoma de Baja California
 Facultad de Ciencias
 Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas
 Figura 1: Regionalización (Unidades Ambientales)
 Estudio de Caso: Punta Banda, Ensenada, B.C.

Simbología:

9a = Número de la unidad

Elaborado en junio del 2000.

aplicación de los índices ecológicos, se seleccionaron las nueve unidades homogéneas principales producto de una combinación de los paisajes y las unidades ambientales: a) matorral rosetófilo costero; b) chaparral costero, c) vegetación riparia; d) vegetación de dunas costeras; f) marisma; g) pastizal; g) agricultura de riego; h) agricultura de temporal, y i) poblados (Figura 2).

II. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.

2.1. Localización geográfica

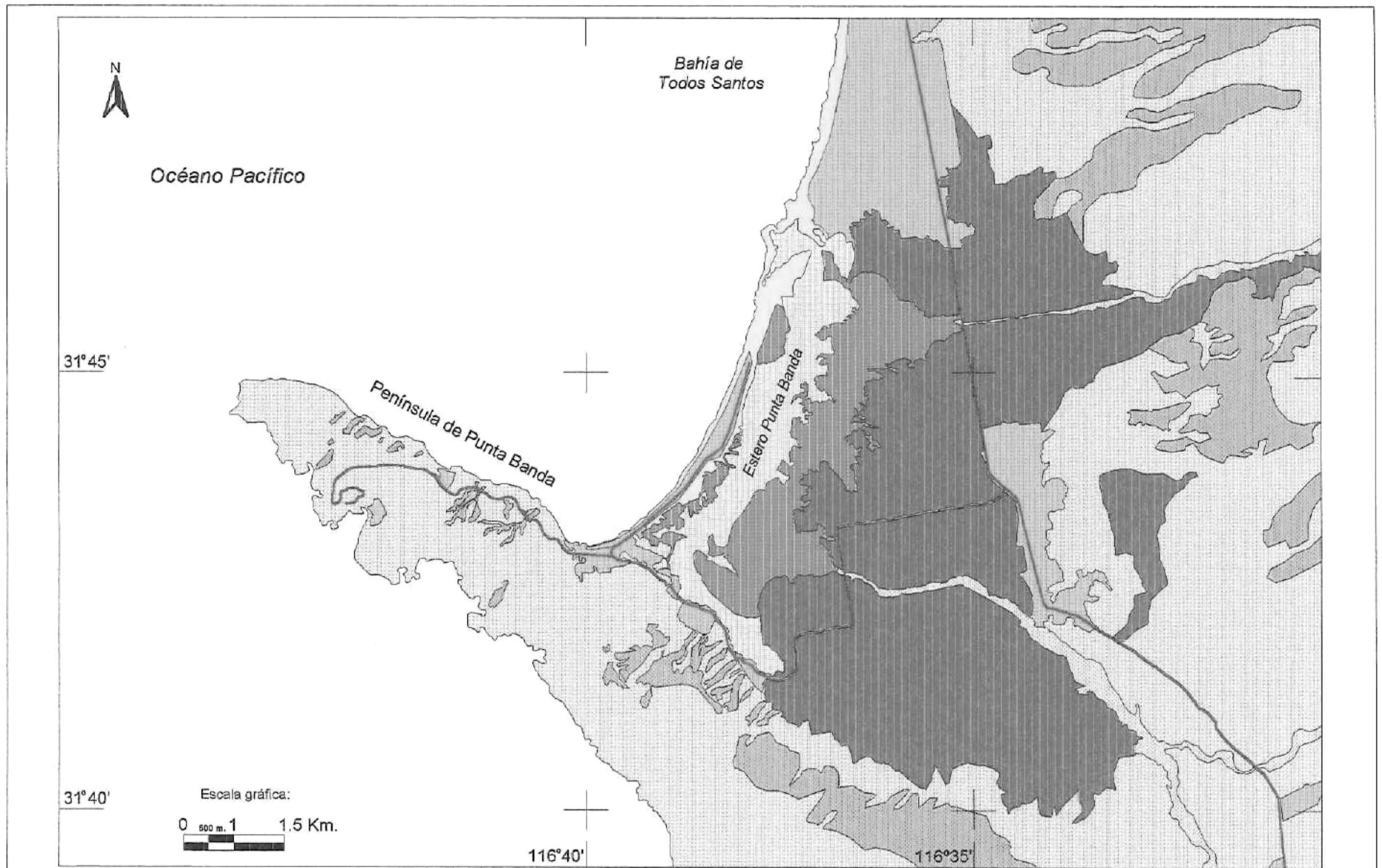
El área del estudio de caso comprende el valle de Maneadero, la Península de Punta Banda y el Estero de Punta Banda (Figura 3). Se localiza 8 km al sur de la ciudad de Ensenada. Se sitúa entre las coordenadas geográficas $31^{\circ}42'$ y $31^{\circ}46'$ de latitud norte y $116^{\circ}31'$ y $116^{\circ}40'$ de longitud oeste.

2.2. Geología.

La mayor parte de la Península de Punta Banda tiene su origen en el Cretácico inferior y está compuesta por rocas metamórficas. En la parte centro-norte existe un área de 5 km de roca sedimentaria del Cretácico superior. Esta zona se considera de alto riesgo sísmico y de deslizamientos, debido a la presencia de la falla de Agua Blanca.

La litología del lugar según la carta geológica de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1977), se clasifica de la manera siguiente:

- Suelo aluvión (al). Se encuentra en el Valle de Maneadero.
- Suelo palustre (pa). Presente en la planicie lodosa de la marisma.
- Suelo de litoral (li). Conformar la barra arenosa del Estero de Punta Banda.
- Roca ígnea extrusiva ácida (agea). Componente de la mayor parte de la Península de Punta Banda.
- Roca ígnea intrusiva ácida (igia). Está en pequeñas porciones de la costa sur de la península.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ciencias

Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

Figura 2: Tipos de Uso de Suelo.

Estudio de Caso: Punta Banda, Ensenada, B. C.

Simbología:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| Matorral rosetófilo costero | Agricultura de riego |
| Chaparral costero | Agricultura de temporal |
| Vegetación riparia | Poblados |
| Marisma | Carretera |
| Vegetación de dunas costeras | |

(Elaborado en junio del 2000)

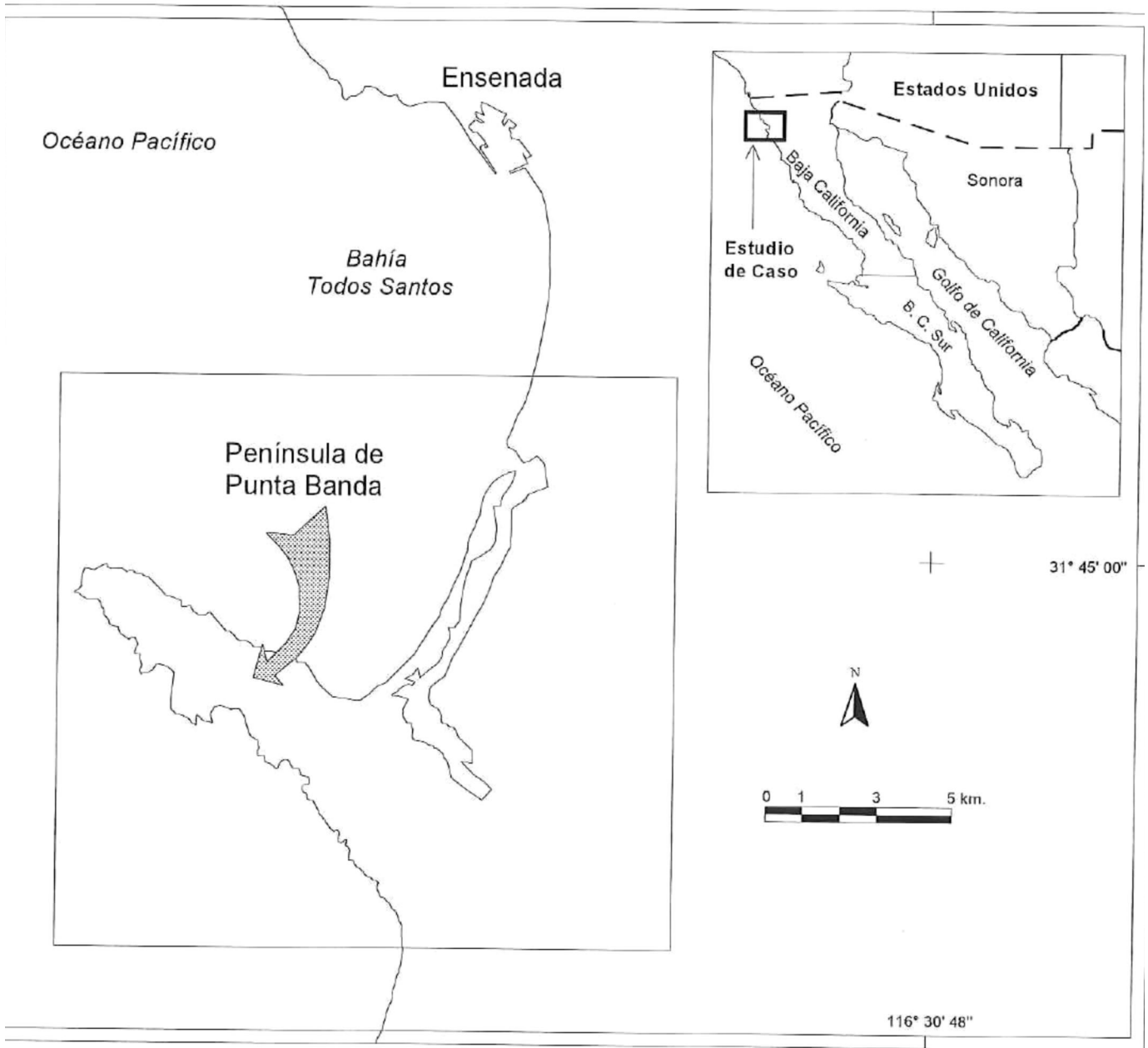


Figura 3. Localización de la Región de Punta Banda, Ensenada, B. C.

- Conglomerados de roca sedimentaria (cg). Se localiza al norte de La Bufadora.
- Roca sedimentaria limolita y arenisca (lm-ar). Presente en la costa norte, en los poblados de La Joya, El Rincón y Tres Hermanas.

2.3. Edafología.

Los suelos predominantes en el área, según la clasificación de la FAO-UNESCO, adaptada por INEGI (1982), son:

- I+Re+Hh/2, suelo predominante Litosol con Regosol eútrico y Feozem háplico, con una clase textural media. Se presenta en la mayor parte del área.
- Re+Hh/1, suelo Regosol eútrico con Feozem háplico de textura gruesa. Se presenta principalmente en el Valle de Maneadero.
- Re+I/2, suelo Regosol eútrico con Litosol de textura media. Se localiza en Pico Banda.
- Re/1, suelo Regosol eútrico con clase textural gruesa. Se localiza en la barra de Punta Banda.
- Je/1, suelo Fluvisol eútrico de textura gruesa. Se presenta principalmente en los cauces de los arroyos.
- Zo/2, suelo Solonchak órtico de textura media. Se localiza en las planicies del Estero de Punta Banda.
- Xh/2, suelo Xerosol háplico con clase textural media. Se encuentra una porción pequeña en el Valle de Maneadero.

2.4. Hidrología.

La región de Punta Banda, se localiza en la Región Hidrológica 1, cuenca B y C, y subcuencas a y g. Los principales escurrimientos superficiales de la cuenca de Maneadero son el Arroyo San Carlos, que drena una cuenca de 815 km² y desemboca en la parte norte del Estero de Punta Banda, y el arroyo Las Ánimas, que drena una superficie de 1,065 km² y desembocan en el extremo sur del estero (CNA, 1995).

2.5. Climatología.

El clima que se presenta en esta región es de tipo mediterráneo, el cual se caracteriza por ser seco y cálido en verano y frío y húmedo en invierno. La precipitación media anual es de 256 mm y la temperatura media anual de 15.2 °C (Mulroy *et al.*, 1979). En los meses de mayo a octubre, la temperatura oscila de 12 a 14 °C. Los vientos tienen una dirección regional dominante oeste-este, con velocidades predominantes de 2.6 m/seg. La precipitación es de 0 a 50 mm al año y los días con lluvia son de 0 a 29 (INEGI, 1989).

2.6. Vegetación costera.

La vegetación conservada se encuentra en las partes altas y cañadas principalmente. La estructura vegetal en Punta Banda está dominada por el matorral rosetófilo costero, con presencia de arbustos malacófilos (dispersados por moluscos, como caracoles de tierra) y una mezcla frecuente de suculentas, esto es el resultado de una zona de transición entre el matorral y el chaparral (Mulroy *et al.*, 1979). En el área también se encuentran otros tipos de vegetación como son la riparia (en los arroyos San Carlos y Las Animas), los pastizales, las marismas y la vegetación de dunas costeras (OEA-SEDESOL, 1991).

2.6.1. Descripción de las unidades homogéneas.

La base de datos florística y de vegetación (como ejemplo se muestra Tabla 3), esta integrada por 292 especies, 237 (81.2%) son especies nativas y 55 (18.8%) son exóticas. Treinta especies (10.3%) son endémicas (3.4% a la zona de transición, 6.18% a Baja California, y 0.68% locales). *Dudleya campanulata* (ocurre en las laderas sur de la Península de Punta Banda) y *Astragalus sanctorianum* (se conoce sólo para Pico Banda), son endémicas locales (Mulroy *et al.* 1997; Oberbauer, 1999). En la categoría de especie rara se encuentran 13 (4.4%) especies y dos amenazadas (0.68%).

Las especies encontradas en cada ambiente son 30 (10.3%) en dunas costeras, 30 (10.3%) en marismas, 31 (10.6%) en la vegetación riparia, 205 (70.2%) en matorral costero, 107 (36.6%) en chaparral costero y 40 (13.7%) en pastizales inducidos.

Las formas de vida presentes son 283, de las cuales 125 (44.2%) son hierbas anuales, 63 (22.3%) hierbas perennes, 3 (1.1%) enredaderas, 20 (7.4%) subarbustos, 42 (14.8%) arbustos, 22 (7.8%) suculentas y 3 (1.1%) árboles. 13 (4.5%) son especies clave (pioneras y fijadoras de nitrógeno).

2.6.1.1. Matorral rosetófilo costero.

Este tipo de vegetación domina en Punta Banda (Mulroy *et al.* 1979). Se encuentra principalmente en las laderas con exposición sur-suroeste, secas, gravosas y rocosas. Es común encontrarlo en elevaciones bajas hasta los 200 m, aunque en algunas áreas llega hasta los 400 m. El tipo de roca presente en esta unidad es ígnea extrusiva ácida (dominante), conglomerado, y una mezcla de limolita y arenisca. El suelo que domina es el litosol con regosol eútrico y feozem háplico, con una clase textural media. Únicamente, en Pico Banda está presente el suelo regosol eútrico con litosol de textura media.

El 70.2% de las especies corresponde a este hábitat, de las cuales 88 (42.9%) son exclusivas de él y 117 (57.1%) compartidas con el chaparral, la vegetación riparia y de dunas. Las especies nativas son 173 (84.4%) y exóticas 32 (15.6%). Existen 20 (9.8%) especies endémicas y 17 (8.3%) bajo algún estatus de conservación. Las formas de vida presentes en este hábitat son: 94 (47.2%) hierbas anuales, 38 (19.1%) hierbas perennes, 15 (7.5%) subarbustos, 29 (14.6%) arbustos, 2 (1.01%) árboles, 17 (8.5%) suculentas, y 4 (2.01%) enredaderas.

El matorral tiene muchas especies de vida corta (anuales y bianuales). La mayoría de los arbustos son malacófilos, deciduos (*Rhus integrifolia*, *Aesculus parryi*) y está mezclado con plantas suculentas como *Agave shawii* var. *shawii*, *Berberocactus*

emoryi, *Ferocactus viridencens*, *Mammillaria dioca*, *Echinocereus maritimus* y *Opuntia littoralis*.

2.6.1.2. Chaparral costero.

El chaparral es una comunidad siempre verde de arbustos esclerófilos adaptada para resistir sequías con sistemas de raíces extensas, que les permiten hacer uso del agua que se percola. Las plantas son uniformes en cuanto a su altura, usualmente de 1-4 m de alto. El chaparral esta sujeto a fuegos y sus plantas están adaptadas a ellos. La mayoría de los arbustos rebrotan después de quemados o las semillas son resistentes al fuego (Roberts, 1989).

Este tipo de vegetación crece arriba del matorral rosetófilo costero sobre suelos no fértiles de textura granular (Munnich y Franco, 1998). También forma parte de una zona de transición con el matorral rosetófilo costero. El chaparral se encuentra en laderas protegidas de la insolación y del viento fuerte. Las comunidades puras de *Adenostoma fasciculatum* y *Ambrosia chenopodifolia*, están presenten en áreas de exposición norte de la península (Mulroy *et al.*, 1979).

El 36.6% de las especies corresponde a este hábitat, de las cuales 17 (15.9%) son exclusivas de él y 90 (84.1%) compartidas con el matorral y la vegetación riparia. Las especies nativas son 101 (94.4%) y exóticas 6 (5.6%). Existen 15 (14.02%) especies endémicas y 8 (7.5%) bajo algún estatus de conservación. Las formas de vida presentes en este hábitat son: 39 (37.1%) hierbas anuales, 27 (25.7%) hierbas perennes, 11 (10.5%) subarbustos, 19 (18.1%) arbustos, 1 (0.95%) árbol, 4 (3.8%) suculentas, y 4 (3.8%) enredaderas.

2.6.2.3. Vegetación riparia.

La vegetación riparia se encuentra a las orillas de los arroyos y cañadas. En elevaciones altas y en numerosos cañones profundos existen mezclas de especies de

matorral y chaparral (*Rhus laurina*, *R. integrifolia*, etc.). En elevaciones bajas los arroyos son intermitentes (San Carlos y Las Animas), soportando agricultura de riego en el valle de Maneadero. El sustrato geológico es aluvi3n. El tipo de suelo en esta unidad es fluvisol eútrico de textura gruesa.

En los arroyos San Carlos y Las Animas existe la construcci3n de una rectificaci3n de cauce con enrocamiento parcial de sus taludes interiores, incluyendo canal de encauzamiento con capacidad de 200 m²/seg y 400 m²/seg, respectivamente (CNA, 1995). Ambos arroyos desembocan en el Estero de Punta Banda, pero s3lo durante o despu3s de las lluvias.

El 10.6% de las especies corresponde a este h3bitat, de las cuales 8 (25.8%) son exclusivas de 3l y 23 (74.2%) compartidas con el matorral roset3filo costero y el chaparral. La vegetaci3n de la zona de transici3n entre las laderas secas, ca3ones y las 3reas riparias comprende: *Ceanothus spinosus*, *Heteromeles arbutifolia*, *Rhus integrifolia*, *R. laurina* y *Sambucus mexicana*.

Las especies nativas son 29 (93.5%) y ex3ticas 2 (6.5%). Existen 5 (16.13%) especies end3micas y 2 (6.5%) bajo alg3n estatus de conservaci3n. Las formas de vida presentes en este h3bitat son: 9 (29.03%) hierbas anuales, 7 (25%) hierbas perennes, 1 (3.6%) enredadera, 2 (7.1%) subarbustos, 8 (28.6%) arbustos, y 1 (3.6%) 3rbol.

2.6.2.4. Dunas costeras

Esta vegetaci3n se encuentra en la barra arenosa del Estero de Punta Banda. Su sustrato geol3gico es litoral y tiene un suelo regosol eútrico con clase textural gruesa.

El 10.3% de las especies corresponde a este h3bitat, de las cuales 6 (20%) son exclusivas de 3l y 24 (80%) compartidas con la marisma y el matorral roset3filo. Las especies nativas son 25 (83.3%) y ex3ticas 5 (16.7%). Existen 2 (6.7%) especies end3micas y 3 (10%) bajo alg3n estatus de conservaci3n. Las formas de vida presentes

en este hábitat son: 7 (23.3%) hierbas anuales, 10 (33.3%) hierbas perennes, 3 (10%) subarbustos, 5 (16.7%) arbustos, y 5 (16.7%) suculentas.

2.6.2.5. Marisma

La planicie lodosa del Estero de Punta Banda, tiene un suelo solonchak órtico de textura media. El substrato geológico es palustre.

La marisma del Estero de Punta Banda, proporciona el hábitat para el ralo grisáceo (*Rallus longirostris*), la golondrina marina (*Sterna albifrons*) y el gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*). Estas especies se encuentran en peligro de extinción. Este lugar también sirve como lugar de descanso para las aves migratorias y marinas (Oberbauer, 1999).

El 10.3% de las especies corresponde a este hábitat, de las cuales 6 (20%) son exclusivas de él y 24 (80%) compartidas con el matorral rosetófilo costero y la vegetación de dunas costeras. Las especies nativas son 27 (90%) y exóticas 3 (10%). Existen 2 (6.7%) especies endémicas y 5 (16.7%) bajo algún estatus de conservación. Las formas de vida presentes en este hábitat son 5 (16.7%) hierbas anuales, 16 (53.3%) hierbas perennes, 3 (10%) subarbustos, 4 (13.3%) arbustos, 1 (3.3%) suculenta, y 1 (3.3%) enredadera.

Especies como *Cuscuta salina*, *Distichlis spicata*, *Frankenia grandifolia*, *Jaumea carnosa*, *Limonium californicum* var. *mexicanum* y *Suaeda californica* están distribuidas ampliamente, pero rara vez son abundantes. *Batis maritima*, *Salicornia subterminalis* y *Monanthochloe littoralis* están presentes en la marisma alta.

2.6.2.6. Pastizal

El 13.7% de las especies corresponde a este hábitat, de las cuales 22 (55%) son exclusivas de él y 18 (45%) compartidas con el matorral rosetófilo costero y el chaparral. Las especies nativas son 14 (35.9%) y exóticas 26 (65%). Las formas de vida presentes en este hábitat son 36 (90%) hierbas anuales, 3 (7.5%) hierbas perennes, y 1 (2.5%) subarbusto.

III. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO.

3.1. Actividades económicas.

3.1.1 Agricultura.

El uso de suelo agrícola se encuentra en el Valle de Maneadero. Esta zona agrícola está conformada por el Ejido Nacionalista Sánchez Taboada y en menor proporción por pequeños propietarios ubicados dentro del mismo ejido y en Maneadero. El tipo de suelo presente en esta unidad es regosol eútrico con feozem háplico de textura gruesa.

En este valle se sobreexplota el acuífero de Maneadero, ya que tiene una recarga de 19 millones de metros cúbicos (Mm^3) al año y una extracción de $39 Mm^3$. El consumo agrícola es de $25 Mm^3$. En esta área existen 522 pozos de los cuales 243 pozos profundos y 86 a cielo abierto (noria) permanecen activos y el resto inactivos. Tiene problemas de intrusión salina causada por la sobreexplotación. Las medidas que se han tomado al respecto son la veda rígida del acuífero y técnicas de riego para minimizar el consumo de agua (CNA, 1995).

Los arroyos San Carlos y Las Animas son las principales fuentes de recarga del acuífero de Maneadero. La cuenca del arroyo San Carlos tiene una superficie de $865.2 km^2$ (1.23% de la cuenca en el estado), con un volumen de escurrimiento medio anual

(VEMA) de 10.34 Mm³ y una precipitación media anual (PMA) de 293.60 mm³. La cuenca del arroyo Las Animas tiene una extensión de 1, 020.5 km² (1.46% de la superficie estatal), con un VEMA de 22.96 Mm³ (aporte al acuífero) y una PMA de 279.40 mm³ (CNA, 1995).

En el ciclo 97-98 se sembraron en esta zona agrícola 2,800 ha para cultivos anuales 566 ha (ciclo otoño-invierno), 1,003 ha (primavera-verano) y para perennes 1,223 ha (Tablas 4, 5, y 6). Los sistemas de riego empleados fueron rodado (167 ha), goteo (1259 ha) y aspersión (1376ha) según datos de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Lo que muestra que si se están empleando técnicas para un mejor aprovechamiento del agua.

Tabla 4. Cultivos y su producción para el ciclo otoño-invierno.

CULTIVO	COSECHA (HA)	SISTEMA DE RIEGO (HA)			VALOR DE LA PRODUCCION	MERCADO
		RODADO	GOTEO	ASPERSION		
Apio	34			34	\$2'398,368.10	Inter/nacional
Avena	28			28	\$39,480.00	
Betabel	34	2		32	\$3'968,300.70	Inter/nacional
Calabacita	7		7		\$221,530.65	Inter/nacional
Cebada	40			40	\$58,000.00	
Cebollín	64			64	\$5'132,465.80	Inter/nacional
Cilantro	52	12		40	\$1'522,407.00	Nacional/inter
Col bruselas	6		6		\$1'316,225.20	Internacional
Chicharo	55		55		\$3'130,875.00	Inter/nacional
Chile	5		5		\$252,000.00	Nacional/inter
Espinaca	27			27	\$1'295,007.70	Inter/nacional
Flor	3		3		\$180,000.00	Nacional/inter
Jitomate	5		5		\$360,000.00	Internacional
Kale	4			4	\$280,000.00	Internacional
Kale (flor)	5			5	\$261,214.45	Internacional
Kohl rabi	1		1		\$96,000.00	Internacional
Leek	29			29	\$5'172,973.00	Internacional
Lechuga	34	5	29		\$1'717,873.30	
Perejil	10			10	\$572,880.00	Internacional
Rabano	18	3		15	\$349,469.63	Nacional
Rapini	71			71	\$12'798,776.00	Internacional
Repollo	7	3	4		\$220,500.00	Nacional
Zanahoria	27			27	\$1'807,120.00	Nacional/inter
TOTAL	566	25	115	426	\$25'111,814.08	

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 1995.

En esta zona la producción agrícola se basa en cultivos parcelarios pequeños. Los principales cultivos que se sembraron en el ciclo 97-98 (Tablas 4, 5, y 6), fueron apio, cebada, cebollín, chícharo, cilantro y rapini (ciclo otoño-invierno); apio, betabel, cebollín, chile, leek, jitomate y tomatillo (ciclo primavera-verano), y como cultivos perennes alfalfa y olivo (SAGAR, 1999).

Tabla 5. Cultivos y producción en el ciclo primavera-verano.

CULTIVO	COSECHA (HA)	SISTEMA DE RIEGO (HA)			VALOR DE LA PRODUCCION	MERCADO
		RODADO	GOTEO	ASPERSION		
Acelga	4			4	\$158,400.00	Inter/nacional
Alcachofa	33		28	5	\$3'674,710.48	Inter/nacional
Apio	76		26	50	\$9'672,383.17	Inter/nacional
Betabel	72	12		60	\$9'755,181.76	Inter/nacional
Calabacita	26		26		\$1'707,785.99	Inter/nacional
Cebollín	149			149	\$21'884,491.76	Inter/nacional
Cilantro	19			19	\$1'501,879.60	Inter/nacional
Col bruselas	1		1		\$67,200.00	Inter/nacional
Chícharo	43		43		\$2'867,899.11	Inter/nacional
Chile	25		25		\$2'086,422.98	Nacional/inter
Espinaca	4			4	\$220,000.00	Inter/nacional
Flor	45		45		\$4'650,622.43	Inter/nacional
Jitomate	233		233		\$18'855,377.23	Nacional
Kale	23			23	\$2'448,336.82	Inter/nacional
Kale (flor)	1		1		\$135,000.00	Inter/nacional
Kohl rabi	1		1		\$41,800.00	Inter/nacional
Leek	63			63	\$9'470,030.03	Inter/nacional
Lechuga	5		5		\$212,500.00	Inter/nacional
Maiz	42	10	12	20	\$399,070.63	Nacional
Papa	29	29			\$3'480,000.00	Nacional
Pepino	5		5		\$208,408.33	Nacional/inter
Perejil	5			5	\$272,855.00	Inter/nacional
Quechite	2			2	\$83,099.90	Inter/nacional
Rabano	34	7		27	\$1'938,805.41	Inter/nacional
Rapini	15			15	\$1'200,000.00	Inter/nacional
Zanahoria	48			48	\$5'464,675.25	Inter/nacional
TOTAL	1003	58	451	494	\$79'727,491.33	

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 1995.

Tabla 6. Cultivos perennes y su producción en el ciclo 97-98.

CULTIVO	COSECHA (HA)	SISTEMA DE RIEGO (HA)			VALOR DE LA PRODUCCION
		RODADO	GOTEO	ASPERSION	
Aguacate	9		9		\$161,163.00
Alfalfa	454			454	\$3'699,059.00
Chayote	9		9		\$137,092.50
Flor	26		26		\$1'483,065.63
Jojoba	10				Falta de mercado
Limón	10		10		\$136,440.00
Mandarina	3		3		\$47,655.00
Naranja	5		5		\$26,700.00
Nogal	12		12		\$540,000.00
Nopal	24		24		\$1'015,098.00
Olivo	410	84	326		\$6'973,695.00
Vid	251		251		\$2'158,474.50
TOTAL	1223	84	693	454	\$16'378,442.631

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 1995.

El valor de producción que generó esta zona en el ciclo 97-98 fue \$121'217,748.00 y la producción estuvo dirigida al mercado de los Estados Unidos y nacional (Tablas 4 y 5). Los productos que se sembraron sólo para exportación son kale, leek, perejil y rapini (\$31'637,010.30). La cosecha que entró sólo al mercado nacional fue maíz, papa, rábano y repollo (\$23'304,417.49). El resto de la producción se distribuyó en el mercado nacional e internacional (SAGAR, 1999).

Esta actividad ha generado impactos primarios y secundarios, asociados principalmente al suministro de insumos. El uso de agroquímicos que son llevados por arrastre al cuerpo de agua y la sobrexplotación y contaminación de los mantos freáticos de esta zona por intrusión salina (POEE, 1995).

3.1.2. Turismo.

La Península de Puna Banda esta hecha para el turismo (Arámburo, 1993), en el área se encuentran zonas como las playas (una de las más visitadas es la de La Joya, por la presencia de aguas termales), el Estero de Punta Banda y La Bufadora.

eútrico de textura gruesa. En el resto de los poblados domina el suelo litosol con regosol eútrico y feozem háplico, con una clase textural media.

Maneadero es el poblado más importante de la zona y tiene como vía de acceso la carretera Transpeninsular, presenta tanto asentamientos permanentes como migratorios, con grandes problemas de servicios y de salud pública. Este poblado concentra el 4.2% de la población del municipio de Ensenada, cuenta con una población de 11,060 habitantes, de los cuales 5,601 son hombres y 5,459 mujeres; el total de viviendas habitadas es de 2,389. Punta Banda (Esteban Cantú), tiene un total de 574 habitantes, 318 hombres y 256 mujeres, en 132 viviendas habitadas. La Bufadora, cuenta con 52 habitantes y un total de 20 viviendas (INEGI, 1990). En la barra del estero, los extranjeros con casas habitación son 140, de los cuales el 40% son habitantes permanentes, el resto utiliza sus casas sólo en periodos de vacaciones.

La zona de Maneadero, no cuenta con agua potable, ni drenaje. Las áreas de la península y Estero de Punta Banda, poseen fosas sépticas y obtienen agua potable a través de pipas, cisternas o norias. Existe el servicio de energía eléctrica y teléfono (Leyva *et al*, 1997).

ANEXO II. Matrices de evaluación de los impactos (Tabla 1), del valor global del impacto (Tabla 2) y de jerarquización de impactos y sus fuentes (Tabla 3); así como del puntaje de la contribución del sistema en el macroecosistema (Tabla 4).

Tabla 1. Matriz de evaluación de los impactos en cada una de las unidades ambientales.

IMPACTO	Matorral (N)			Matorral (S)			Chaparral (N)			Chaparral (S)			Ripario			Cañadas			Dunas costeras			Marisma		
	S	A	VI	S	A	VI	S	A	VI	S	A	VI	S	A	VI	S	A	VI	S	A	VI	S	A	VI
Conversión de hábitat	4	4	4	1	1	1	4	4	4	0.5	0.5	0.5	4	4	4				4	4	4	1	2	1.5
Fragmentación del hábitat	4	4	4	0.5	0.5	0.5	4	4	4	0.5	0.5	0.5	4	4	4	0.5	1	0.75	4	4	4	1	2	1.5
Disminución de la cobertura natural	2	4	3	0.5	0.5	0.5	2	4	3	0.5	0.5	0.5	4	4	4	0.5	0.5	0.5	2	4	3	1	2	1.5
Alteración de regímenes nat. de incendios	2	2	2	0.5	0.5	0.5	2	2	2	0.5	0.5	0.5				1	1	1						
Disminución de la calidad visual del paisaje	4	4	4	0.5	0.5	0.5	4	4	4	0.5	0.5	0.5	4	4	4	0.5	0.5	0.5	2	2	2	2	2	2
Erosión	2	4	3	1	1	1	2	4	3	0.5	0.5	0.5				1	1	1						
Disminución de la relación nativas-exóticas	1	4	2.5	0.5	0.5	0.5	2	4	3	0.5	0.5	0.5	4	4	4	0.5	0.5	0.5	2	4	3	1	1	1
Pérdida del banco de semillas													4	4	4									
Perturbación del sustrato																			2	2	2			
Disminución de la presión de herbivoría																			2	2	2			

S= Severidad del impacto, A= Alcance del impacto, VI= Valor del impacto.

Tabla 2. Matriz de evaluación del valor global de las fuentes de impacto (1/2)

Fuentes de impacto	Conversión de hábitat			Fragmentación del hábitat			Disminución de la cobertura natural			Alteración de regímenes de incendios			Disminución de la calidad visual del paisaje			Erosión			Disminución de la relación nativas-exóticas		
	C	I	VGF	C	I	VGF	C	I	VGF	C	I	VGF	C	I	VGF	C	I	VGF	C	I	VGF
Matorral costero (ladera norte)																					
Desarrollo de viviendas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	2	4	3	1	1	1	1	4	2.5
Prácticas agrícolas	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	3	2	2	2
Cambio de uso del suelo	4	2	3	2	2	2	1	4	2.5	4	2	3	2	2	2	4	2	3	2	2	2
Prácticas de pastoreo	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	1	2	1.5	0.5	2	1.25	4	4	4	0.5	2	1.25	1	2	1.5
Camino	0.5	0.5	0.5	4	2	3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4	2	3	4	2	3	4	2	3
Presencia de especies exóticas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.75	4	2	3	4	2	3	0.5	0.5	0.5	4	2	3
Siembra de especies	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	2	1	1.5	1	2	1.5	4	1	2.5
Matorral costero (ladera sur)																					
Prácticas agrícolas	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2	1.25	1	2	1.5
Cambio de uso del suelo	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.75	0.5	1	0.75	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1
Prácticas de pastoreo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.75
Camino	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
Presencia de especies exóticas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
Siembra de especies	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4	1	2.5
Chaparral costero (ladera norte)																					
Desarrollo de viviendas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2.5	1	4	2.5
Prácticas agrícolas	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	2	2	2	4	2	3	2	2	2
Cambio de uso del suelo	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	2	2	2
Prácticas de pastoreo	1	2	1.5	1	2	1.5	4	2	3	0.5	2	1.25	4	2	3	1	2	1.5	0.5	2	1.25
Camino	0.5	0.5	0.5	4	2	3	1	1	1	4	2	3	1	1	1	4	4	4	4	2	3
Presencia de especies exóticas	2	2	2	0.5	0.5	0.5	2	2	2	4	2	3	2	2	2	0.5	0.5	0.5	4	2	3
Siembra de especies	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2.5
Chaparral costero (ladera sur)																					
Prácticas agrícolas	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	0.5	2	1.25	0.5	0.5	0.5	0.5	2	1.25	1	2	1.5
Camino	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1
Presencia de especies exóticas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1

C= Contribución de la fuente, I= Irreversibilidad del impacto, VGF= Valor global de la fuente.

Tabla 2. Matriz de evaluación del valor global de las fuentes de impacto (2/2)

Fuentes de impacto	Conversión de hábitat			Fragmentación del hábitat			Disminución de la cobertura natural			Pérdida del banco de semillas			Disminución de la calidad visual del paisaje			Erosión			Disminución de la relación nativas-exóticas			
	C	I	VGf	C	I	VGf	C	I	VGf	C	I	VGf	C	I	VGf	C	I	VGf	C	I	VGf	
Ripario																						
Prácticas agrícolas	4	2	3	1	2	1.5	4	2	3	2	2	2	4	2	3				4	2	3	
Canalización de arroyos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3				1	2	1.5	
Estabilización de márgenes	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	3	4	2	3				0.5	2	1.25	
Extracción de arena	2	2	2	0.5	0.5	0.5	2	2	2	2	2	2	2	1	1.5				1	1	1	
Presencia de especies exóticas	4	1	2.5	1	2	1.5	1	1	1	1	1	1	4	2	3				4	2	3	
Cambio de uso del suelo	4	4	4	1	1	1	2	2	2	4	4	4	4	4	4				2	2	2	
Cañadas												Alteración de regimenes de incendios										
Prácticas de pastoreo				0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.75	
Camino				1	4	2.5	0.5	4	2.25	1	4	2.5	0.5	4	2.25	1	4	2.5	1	2	1.5	
Presencia de especies exóticas				0.5	1	0.75	0.5	1	0.75	0.5	1	0.75	0.5	1	0.75	0.5	1	0.75	2	1	1.5	
Dunas costeras											Perturbación del sustrato			Aumento de la presión herbívora								
Desarrollo de viviendas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2.5	2	4	3	
Cambio de uso del suelo	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2.5	1	4	2.5	
Camino	0.5	2	1.25	2	4	3	1	4	2.5	4	4	4	0.5	2	1.25	0.5	0.5	0.5	1	4	2.5	
Presencia de especies exóticas	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	2	1	1.5	4	2	3	4	2	3	
Vehículos recreativos	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	0.5	0.75	2	2	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.75	
Pisoteo de caballos	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2	2	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.75	
Aislamiento del hábitat	1	2	1.5	0.5	2	1.25	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1	1	4	4	4	2	2	2	
Disminución de carnívoros	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2	2	2	0.5	0.5	0.5	1	2	1.5	4	4	4	2	2	2	
Marismas																						
Desarrollo de viviendas	2	4	3	1	4	2.5	1	4	2.5				2	2	2				0.5	2	1.25	
Vehículos recreativos	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				0.5	0.5	0.5				0.5	0.5	0.5	
Camino	2	4	3	2	4	3	1	4	2.5				0.5	0.5	0.5				0.5	4	2.25	
Presencia de especies exóticas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				1	1	1				4	2	3	
Cambio de uso del suelo	2	4	3	2	4	3	2	4	3				2	2	2				0.5	4	2.25	
Prácticas agrícolas	2	4	3	0.5	0.5	0.5	1	2	1.5				0.5	0.5	0.5				1	0.5	0.75	

C = Contribución de la fuente, I = Irreversibilidad del impacto, VGf = Valor global de la fuente

Tabla 3. Matriz de jerarquización de impactos y sus fuentes de impacto (1/4)

IMPACTO/FUENTE	MATORRAL (N)			MATORRAL (S)			CHAPARRAL (N)			CHAPARRAL (S)			RIPARIO			CAÑADAS			DUNAS COSTERAS			MARISMAS			TOTAL			
	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	
Conversión de hábitat	4.00			1.00			4.00			0.50			4.00						4.00			1.50			19.75			
Cambio de uso del suelo		3.00	3.50		1.00	1.00		3.00	3.50					4.00	4.00							4.00	4.00		3.00	3.50	34.00	34.50
Desarrollo de vivienda		4.00	4.00					4.00	4.00													4.00	4.00		3.00	3.50	27.00	26.50
Prácticas agrícolas		3.00	3.50		1.25	1.13		3.00	3.50		1.25	0.88		3.00	3.50										3.00	3.50	27.00	27.50
Presencia de especies exóticas		0.50	0.25		0.50	0.75		2.00	3.00		0.50	0.50		2.50	3.25							1.00	2.50		0.50	2.25	17.75	19.50
Camino		0.50	2.25		0.50	0.75		0.50	2.25		0.50	0.50										1.25	2.63		3.00	3.50	14.63	17.63
Prácticas de pastoreo		1.25	2.63		0.50	0.75		1.50	2.75																		9.38	8.13
Canalización de arroyos														4.00	4.00												8.00	8.00
Siembra de especies		0.50	2.50		0.50	0.75		0.50	2.25																		7.00	6.50
Estabilización de márgenes														2.00	3.00												5.00	5.00
Extracción de arena														2.00	3.00												5.00	5.00
Aislamiento del hábitat																						1.50	2.75				4.25	4.25
Vehículos recreativos																						0.50	2.25		0.50	2.25	3.25	5.50
Pisoteo de caballos																						0.50	2.25				2.75	2.75
Disminución de los carnívoros																						0.50	2.25				2.75	2.75
PROMEDIO		1.82	2.66		0.71	0.85		2.07	3.04		0.75	0.63		2.92	3.46							1.66	2.83		2.17	3.08		
Fragmentación del hábitat	4.00			0.50			4.00			0.50			4.00			0.75			4.00			1.50			19.00			
Camino		3.00	3.50		1.00	0.75		3.00	3.50		1.00	0.75					2.50	1.50				3.00	3.50		3.00	1.00	30.00	28.00
Desarrollo de vivienda		4.00	4.00					4.00	4.00													4.00	4.00		2.50	2.00	26.50	24.50
Cambio de uso del suelo		2.00	3.00		1.00	0.75		3.00	3.50					1.00	2.50							3.00	3.50		3.00	2.25	26.25	26.50
Prácticas agrícolas		2.00	3.00		1.25	0.88		3.00	3.50		1.25	0.88		1.50	2.75										0.50	1.00	20.50	19.50
Presencia de especies exóticas		0.50	2.25		0.50	0.50		0.50	2.25		0.50	0.50		1.50	2.75		0.75	0.63				0.50	2.25		0.50	1.00	16.38	16.88
Prácticas de pastoreo		1.25	2.63		0.50	0.50		1.50	2.75								0.50	0.50									10.13	8.88
Canalización de arroyos														4.00	4.00												8.00	8.00
Siembra de especies		0.50	2.25		0.50	0.50		0.50	2.25																		6.50	6.00
Estabilización de márgenes														2.00	3.00												5.00	5.00
Vehículos recreativos																						1.00	2.50		0.50	1.00	4.00	5.00
Aislamiento del hábitat																						1.25	2.63				3.88	3.88
Extracción de arena														0.50	2.25												2.75	2.75
Pisoteo de caballos																						0.50	2.25				2.75	2.75
Disminución de los carnívoros																						0.50	2.25				2.75	2.75
PROMEDIO		1.89	2.95		0.79	0.65		2.21	3.11		0.92	0.71		1.75	2.88		1.25	0.88				1.72	2.86		1.67	1.38		

VI= Valor del impacto, VGf= Valor global de la fuente, VGFI= Valor global fuente-impacto.

Tabla 3. Matriz de jerarquización de impactos y sus fuentes de impacto (2/4)

Disminución calidad visual paisaje	4.00			0.50			4.00			0.50			4.00			0.50			2.00			2.00			17.50		
Desarrollo de vivienda		3.00	3.50				4.00	4.00					3.00	3.50					4.00	3.00		2.00	2.00		30.00	29.00	
Presencia de especies exóticas		3.00	3.50		0.50	0.50	2.00	3.00		0.50	0.50		3.00	3.50		0.75	0.63		1.50	1.75		1.00	1.50		25.63	24.13	
Cambio de uso del suelo		2.00	3.00		0.50	0.50	3.00	3.50											4.00	3.00		2.00	2.00		21.50	21.50	
Prácticas agrícolas		2.00	3.00		0.50	0.50	2.00	3.00		0.50	0.50		4.00	4.00								0.50	1.25		20.50	19.75	
Caminos		3.00	3.50		0.50	0.50	1.00	2.50		0.50	0.50					2.25	1.38		1.25	1.63		0.50	1.25		19.00	17.25	
Prácticas de pastoreo		4.00	4.00		0.50	0.50	3.00	3.50								1.00	0.75								17.25	13.25	
Siembra de especies		1.50	2.75		0.50	0.50	2.00	3.00																	10.25	8.75	
Canalización de arroyos													3.00	3.50											6.50	6.50	
Estabilización de márgenes													3.00	3.50											6.50	6.50	
Extracción de arena													1.50	2.75											4.25	4.25	
Disminución de los carnívoros																			1.50	1.75					3.25	3.25	
Aislamiento del hábitat																			1.00	1.50					2.50	2.50	
Vehículos recreativos																			0.50	1.25		0.50	1.25		2.25	3.50	
Pisoteo de caballos																			0.50	1.25					1.75	1.75	
PROMEDIO		2.64	3.32		0.50	0.50	2.43	3.21		0.50	0.50		2.92	3.46		1.33	0.92		1.78	1.89		1.08	1.54				
Disminución de la cobertura natural	3.00			0.50			3.00			0.50			3.00			0.50			3.00			1.50			15.00		
Cambio de uso del suelo		2.50	2.75		0.75	0.63	3.00	3.00					2.00	2.50					4.00	3.50		3.00	2.25		27.63	27.38	
Desarrollo de vivienda		4.00	3.50				4.00	3.50											4.00	3.50		2.50	2.00		25.00	23.00	
Prácticas agrícolas		2.00	2.50		1.25	0.88	3.00	3.00		1.25	0.88		3.00	3.00								1.50	1.50		22.25	21.75	
Caminos		0.50	1.75		0.50	0.50	1.00	2.00		0.50	0.50					2.25	1.38		2.50	2.75		2.50	2.00		18.63	20.13	
Presencia de especies exóticas		0.75	1.88		0.50	0.50	2.00	2.50		0.50	0.50		1.00	2.00		0.75	0.63		1.00	2.00		0.50	1.00		17.00	17.25	
Prácticas de pastoreo		1.50	2.25		0.50	0.50	3.00	3.00								1.00	0.75								12.50	11.00	
Canalización de arroyos													4.00	3.50											7.50	7.50	
Siembra de especies		0.50	1.75		0.50	0.50	0.50	1.75																	5.50	5.00	
Estabilización de márgenes													2.00	2.50											4.50	4.50	
Extracción de arena													2.00	2.50											4.50	4.50	
Disminución de los carnívoros																			2.00	2.50					4.50	4.50	
Vehículos recreativos																			0.75	1.88		0.50	1.00		3.13	4.13	
Aislamiento del hábitat																			1.00	2.00					3.00	3.00	
Pisoteo de caballos																			0.50	1.75					2.25	2.25	
PROMEDIO		1.68	2.34		0.67	0.58	2.36	2.68		0.75	0.63		2.33	2.67		1.33	0.92		1.97	2.48		1.75	1.63				

VI= Valor del impacto, VGF= Valor global de la fuente, VGFI= Valor global fuente-impacto.

Tabla 3. Matriz de jerarquización de impactos y sus fuentes de impacto (3/4)

	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI	VI	VGf	VGFI				
Disminución relación nativas-exóticas	2.50			0.50			3.00			0.50			4.00			0.50			3.00			1.00			15.00			
Presencia de especies exóticas		3.00	2.75		1.00	0.75		3.00	3.00		1.00	0.75		3.00	3.50		1.50	1.00		3.00	3.00		3.00	2.00		33.25	32.25	
Caminos		3.00	2.75		1.00	0.75		3.00	3.00		1.00	0.75					1.50	1.00		2.50	2.75		2.25	1.63		25.25	23.88	
Cambio de uso del suelo		2.00	2.25		1.00	0.75		2.00	2.50					2.00	3.00					2.50	2.75		2.25	1.63		23.00	22.63	
Prácticas agrícolas		2.00	2.25		1.50	1.00		2.00	2.50		1.50	1.00		3.00	3.50								0.75	0.88		21.00	19.88	
Desarrollo de vivienda		2.50	2.50					2.50	2.75											3.00	3.00		1.25	1.13		17.50	16.13	
Siembra de especies		2.50	2.50		2.50	1.50		2.50	2.75																	14.25	11.75	
Prácticas de pastoreo		1.50	2.00		0.75	0.63		1.25	2.13								0.75	0.63								9.63	8.13	
Aislamiento del hábitat																				2.00	2.50					4.50	4.50	
Disminución de los carnívoros																				2.00	2.50					4.50	4.50	
Canalización de arroyos														1.50	2.75											4.25	4.25	
Estabilización de márgenes														1.25	2.63											3.88	3.88	
Extracción de arena														1.00	2.50											3.50	3.50	
Vehículos recreativos																				0.75	1.88		0.50	0.75		3.13	3.88	
Pisoteo de caballos																				0.75	1.88					2.63	2.63	
PROMEDIO		2.36	2.43		1.29	0.90		2.32	2.66		1.17	0.83		1.96	2.98		1.25	0.88		2.06	2.53		1.67	1.33				
Erosión	3.00			1.00			3.00			0.50						1.00										8.50		
Caminos		3.00	3.00		0.50	0.75		4.00	3.50		0.50	0.50					2.50	1.75								20.00	17.00	
Prácticas agrícolas		3.00	3.00		1.25	1.13		3.00	3.00		1.25	0.88														16.50	13.50	
Cambio de uso del suelo		3.00	3.00		1.00	1.00		3.00	3.00																	14.00	11.00	
Prácticas de pastoreo		1.25	2.13		0.50	0.75		1.50	2.25								0.50	0.75								9.63	8.38	
Presencia de especies exóticas		0.50	1.75		0.50	0.75		0.50	1.75		0.50	0.50					0.75	0.88								8.38	7.88	
Desarrollo de vivienda		1.00	2.00					2.50	2.75																	8.25	7.25	
Siembra de especies		1.50	2.25		0.50	0.75		1.00	2.00																	8.00	6.50	
PROMEDIO		1.89	2.45		0.71	0.85		2.21	2.61		0.75	0.63					1.25	1.13								12.11	10.21	
Alteración de regimenes de incendios	2.00			0.50			2.00			0.50						1.00						0.00				6.00		
Presencia de especies exóticas		3.00	2.50		1.00	0.75		3.00	2.50		1.00	0.75					0.75	0.88								16.13	13.13	
Prácticas agrícolas		2.00	2.00		1.25	0.88		3.00	2.50		1.25	0.88														13.75	11.75	
Caminos		0.50	1.25		0.50	0.50		3.00	2.50		0.50	0.50					2.50	1.75								13.50	13.00	
Desarrollo de vivienda		3.00	2.50					4.00	3.00																	12.50	9.50	
Cambio de uso del suelo		3.00	2.50		0.75	0.63		3.00	2.50																	12.38	9.38	
Prácticas de pastoreo		1.25	1.63		0.50	0.50		1.25	1.63								0.50	0.75								8.00	6.75	
Siembra de especies		1.00	1.50		0.50	0.50		1.00	1.50																	6.00	5.00	
PROMEDIO		1.96	1.98		0.75	0.63		2.61	2.30		0.92	0.71					1.25	1.13										

VI= Valor del impacto, VGf= Valor global de la fuente, VGFI= Valor global fuente-impacto.

Tabla 3. Matriz de jerarquización de impactos y sus fuentes de impacto (4/4)

IMPACTO/FUENTE	MATORRAL (N)			MATORRAL (S)			CHAPARRAL (N)			CHAPARRAL (S)			RIPARIO			CAÑADAS			DUNAS COSTERAS			MARISMAS			VI	VGF	VGF-I
	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I	VI	VGF	VGF-I			
Pérdida del banco de semillas													4.00											4.00			
Cambio de uso del suelo														4.00	4.00										4.00	4.00	
Canalización de arroyos														4.00	4.00										4.00	4.00	
Estabilización de márgenes														3.00	3.50										3.00	3.50	
Prácticas agrícolas														2.00	3.00										2.00	3.00	
Extracción de arena														2.00	3.00										2.00	3.00	
Presencia de especies exóticas														1.00	2.50										1.00	2.50	
PROMEDIO														2.67	3.33												
Perturbación del sustrato																				2.00					2.00		
Desarrollo de vivienda																				4.00	3.00				4.00	3.00	
Cambio de uso del suelo																				4.00	3.00				4.00	3.00	
Caminos																				4.00	3.00				4.00	3.00	
Vehículos recreativos																				2.00	2.00				2.00	2.00	
Pisoteo de caballos																				2.00	2.00				2.00	2.00	
Presencia de especies exóticas																				0.50	1.25				0.50	1.25	
Aislamiento del hábitat																				0.50	1.25				0.50	1.25	
Disminución de los carnívoros																				0.50	1.25				0.50	1.25	
PROMEDIO																				2.19	2.09						
Aumento presión de herbivoría																				2.00					2.00		
Aislamiento del hábitat																				4.00	3.00				4.00	3.00	
Disminución de los carnívoros																				4.00	3.00				4.00	3.00	
Presencia de especies exóticas																				3.00	2.50				3.00	2.50	
Desarrollo de vivienda																				2.50	2.25				2.50	2.25	
Cambio de uso del suelo																				2.50	2.25				2.50	2.25	
Caminos																				0.50	1.25				0.50	1.25	
Vehículos recreativos																				0.50	1.25				0.50	1.25	
Pisoteo de caballos																				0.50	1.25				0.50	1.25	
PROMEDIO																				2.19	2.09						
TOTAL	22.50	14.25	18.13	4.50	5.42	4.96	23.00	16.21	19.61	3.50	5.75	4.63	23.00	14.54	18.77	4.25	7.67	5.83	20.00	13.57	16.79	7.50	8.33	8.96			

VI= Valor del impacto, VGF= Valor global de la fuente, VGF-I= Valor global fuente-impacto.

EL VALOR DEL SISTEMA SE OBTIENE DE LA SIGUIENTE MANERA:

a) Contribución al macroecosistema. Se calificó el impacto que causaría al corredor turístico Tijuana-Ensenada, si todo el sistema desapareciera.

4= Una contribución muy importante

2= Una contribución importante

1= Poco importante

0.5= Contribución despreciable

b) Rareza. Se calificó con base en las comunidades vegetales.

4= En peligro de extinción

2= Amenazado

1= Vulnerable

0.5= Intermedio

b) Calidad. Se calificó con base en el estado de conservación del sistema.

4= Es uno de los mejores a escala macroregional

2= Es un buen ejemplo este sistema en la macroregión

1= Es un ejemplo promedio en la macroregión

0.5= Es un ejemplo no destacado

c) Valor como herramienta o carisma. Se calificó el valor potencial económico, político, ecoturístico y educacional de Punta Banda.

4= Muy importante o parcialmente importante

2= Util o potencialmente útil

1= De valor limitado

0.5= De valor despreciable

Tabla 4. Contribución del sistema.

CRITERIOS	PUNTAJE
Contribución al macroecosistema (66% de la flora y la presencia de todos los hábitats posibles de encontrar en el corredor turístico Tijuana-Ensenada)	4
Rareza (en término de las comunidades presentes)	2
Calidad (estado de conservación del sistema)	4
Carisma (valor ecológico, ecoturístico, económico, político y educacional)	4
PROMEDIO	3.5

Nota: 0.5 bajo; 1 medio; 2 alto; 4 muy alto.

ANEXO III. Abundancia y frecuencia de las especies de los grupos 1, 2, 3 (Tabla 1), 4 (Tabla 2) y 5 (Tabla 3), obtenidos con el análisis exploratorio.

Tabla 1. Abundancia (%) y frecuencia de las especies de los grupos 1 (*Agave-Eriogonum-Euphorbia*), 2 (*Agave-Eriogonum-Viguiera*) y 3 (*Agave-Artemisia-Rhus*), de matorral rosetófilo costero (1/2).

MATORRAL ROSETÓFILO COSTERO						
ESPECIES	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A (%)	F	A (%)	F	A (%)	F
<i>Agave shawii</i> ssp. <i>Shawii</i>	40.47	35	48.35	11	46.45	20
<i>Eriogonum fasciculatum</i> var. <i>fasciculatum</i>	45.03	30	69.27	11	13.44	8
<i>Euphorbia misera</i>	30.87	33	19.11	7	16.54	8
<i>Viguiera laciniata</i>	26.7	22	49.04	12	12	1
<i>Simmondsia chinensis</i>	22.01	33	1.75	3	10.82	17
<i>Artemisia californica</i>	18.98	22	17.42	3	26.94	21
<i>Rhus integrifolia</i>	15	6	0.75	1	38.46	14
<i>Salvia munzii</i>	19.67	3	60.98	8	64.5	6
<i>Bergerocactus emoryi</i>	11.16	24	14	2	14.71	11
<i>Dudleya lanceolata</i>	8.49	39	7.44	12	-	-
<i>Mammillaria dioca</i>	4.02	31	-	-	3.14	11
<i>Dudleya attenuata</i>	5.44	9	1.5	1	14.69	8
<i>Ferocactus viridensis</i>	1.69	12	-	-	0.75	3
<i>Opuntia cholla</i>	9.39	7	-	-	-	-
<i>Haplopappus squarrosus</i> ssp. <i>Grindeliodes</i>	12.86	7	-	-	21.07	14
<i>Lotus scoparius</i> var. <i>scoparius</i>	3.88	6	4.5	2	5.25	3
<i>Echinocereus maritimus</i>	1.61	7	-	-	-	-
<i>Cneoridium dumosum</i>	11.33	6	28.5	6	19.17	3
<i>Mirabilis californica</i>	3	6	-	-	-	-
<i>Phacelia distans</i>	1.65	5	-	-	-	-
<i>Oxalis pes-caprea</i>	7.2	5	-	-	6	1
<i>Lycium brevipes</i>	13.81	4	-	-	2.75	3
<i>Cuscuta subinclusa</i>	2.25	3	3.75	2	-	-
<i>Opuntia littoralis</i>	0.75	3	1.5	1	4.88	2
<i>Ephedra californica</i>	4.75	3	17.42	1	1.5	1
<i>Melica imperfecta</i>	10	3	7.91	8	6	1
<i>Ambrosia chenopodiifolia</i>	50	2	5.55	5	6.75	2
<i>Gnaphalium bicolor</i>	0.75	2	-	-	-	-
<i>Coreopsis maritima</i>	0.75	2	-	-	-	-
<i>Ptelea aptera</i>	3.38	2	-	-	25	1
<i>Ceanothus verrucosus</i>	-	-	-	-	26.5	2
<i>Encelia californica</i>	--	-	-	-	3.75	2
<i>Rhus ovata</i>	-	-	-	-	50	2
<i>Malacothamnus fasciculatum</i>	-	-	-	-	9	2

A= Abundancia, F= Frecuencia

Tabla 1. Abundancia (%) y frecuencia de las especies de los grupos 1 (*Agave-Eriogonum-Euphorbia*), 2 (*Agave-Eriogonum-Viguiera*) y 3 (*Agave-Artemisia-Rhus*), de matorral rosetófilo costero (2/2).

MATORRAL ROSETÓFILO COSTERO						
ESPECIES	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A (%)	F	A (%)	F	A (%)	F
<i>Stipa pulchra</i>	1.5	4	-	-	-	-
<i>Salsola kali</i>	1.88	2	-	-	-	-
<i>Sarcostemma cynanchoides</i> ssp. <i>hartwegii</i>	1.88	2	1.5	1	12	1
<i>Trixis californica</i>	1.5	1	-	-	5.75	6
<i>Atriplex semibaccata</i>	0.75	1	-	-	0.75	2
<i>Dichelostemma pulchella</i>	3	1	1.13	2	8	3
<i>Aesculus parryi</i>	25	1	-	-	91.67	3
<i>Bromus rubens</i>	6	1	17.42	3	25	1
<i>Isomeris arborea</i>	0.75	1	-	-	-	-
<i>Adiantum jordanii</i>	0.75	1	--	-	-	-
<i>Sanicula crassicaulis</i>	0.75	1	-	-	-	-
<i>Galvezia juncea</i> ssp. <i>juncea</i>	6	1	-	-	-	-
<i>Lamarckia aurea</i>	3	1	-	-	-	-
<i>Lupinus bicolor</i>	0.75	1	-	-	-	-
<i>Galium angustifolium</i> ssp. <i>angustifolium</i>	3	1	-	-	-	-
<i>Rhus laurina</i>	100	1	-	-	-	-
<i>Castilleja exserta</i> ssp. <i>exserta</i>	0.75	1	-	-	-	-
<i>Hemizonia paniculata</i>	0.75	1	-	-	-	-
<i>Liquenes</i>	4.25	3	-	-	-	-
SUMA	549.1	398	362.1	102	599.9	192

A= Abundancia, F= Frecuencia

Tabla 2. Abundancia (%) y frecuencia de las especies del grupo 4, pastizal introducido.

<i>Bromus-Lamarckia-Lotus</i>		
ESPECIES	A (%)	F
<i>Bromus rubens</i>	75	4
<i>Lamarckia aurea</i>	9.083	3
<i>Lotus scoparius</i> var. <i>scoparius</i>	6.8	3
<i>Aesculus parryi</i>	62.5	2
<i>Rhus ovata</i>	25.75	2
<i>Artemisia californica</i>	15.5	2
<i>Rhus integrifolia</i>	100	1
<i>Rhus laurina</i>	75	1
<i>Simmondsia chinensis</i>	75	1
<i>Eriogonum fasciculatum</i> var. <i>fasciculatum</i>	50	1
<i>Malva parviflora</i>	50	1
<i>Agave shawii</i> ssp. <i>shawii</i>	12	1
<i>Hemizonia frutescens</i>	12	1
<i>Apiastrum angustifolium</i>	6	1
<i>Avena barbata</i>	1.875	2
<i>Hemizonia paniculata</i>	0.75	1
<i>Crhysanthemum coronatum</i>	6	1
<i>Cuscuta subinclusa</i>	50	1
<i>Dichondria occidentalis</i>	12	1
<i>Dudleya attenuata</i>	12	1
<i>Lepidium nitidum</i>	12	1
<i>Melilotus indicus</i>	4.5	2
<i>Gnaphalium bicolor</i>	3.75	2
<i>Erodium cicutarium</i>	3.375	2
<i>Haplopappus squarrosus</i> ssp. <i>grindeloides</i>	3.375	2
<i>Cryptantha intermedia</i>	6	1
<i>Silene galica</i>	3	1
<i>Galium angustifolium</i>	1.5	1
<i>Brassica nigra</i>	1.5	1
<i>Malacothamnus fasciculatum</i>	0.75	3
<i>Marah macrocarpa</i>	0.75	2
<i>Ferocactus viridensis</i>	0.75	1
<i>Collinsia heterophylla</i>	0.75	1
<i>Phaselis distans</i>	0.75	1
<i>Marrubium vulgare</i>	0.75	1
<i>Salsola kali</i>	0.75	1
SUMA	724	54

A= Abundancia, F= Frecuencia

Tabla 3. Abundancia (%) y frecuencia de las especies del grupo 5, fragmento ecotonal de las comunidades de marismas y dunas costeras.

<i>Monanthochloe-Limonium-Haplopappus</i>		
ESPECIES	A (%)	F
<i>Monanthochloe littoralis</i>	59.54	13
<i>Haplopappus venetus</i>	33.98	9
<i>Limonium californicum</i> var. <i>mexicanum</i>	10.38	13
<i>Batis maritima</i>	17.94	9
<i>Jaumea carnosa</i>	20.76	7
<i>Juncus acutus</i> ssp. <i>leopoldi</i>	40.25	6
<i>Spartina foliosa</i>	83.33	3
<i>Camissonia cheranthifolia</i>	3.5	6
<i>Salicornia subterminalis</i>	19.05	6
<i>Mesembryantemum crystallinum</i>	10.46	7
<i>Nemacaulis denudata</i>	6.5	3
<i>Carpobrotus edulis</i>	15.75	5
<i>Sueda esteroa</i>	5.25	5
<i>Distichlis spicata</i>	2.7	5
<i>Eriogonum fasciculatum</i> var. <i>fasciculatum</i>	2.063	4
<i>Cuscuta salina</i>	25.38	2
<i>Encelia californica</i>	1.5	3
<i>Frankenia salina</i>	5.75	5
<i>Trixis californica</i>	6	1
<i>Atriplex semibaccata</i>	1.125	2
<i>Salicornia bigelovii</i>	3.75	2
<i>Allerofea occidentalis</i>	12.88	2
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	0.75	1
SUMA	388.6	119

A= Abundancia, F= Frecuencia

Tabla 4. Lista de especies de flora, atributos de composición

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
<i>Agavaceae</i>													
	<i>Agave Shawii En</i>	1		1	1		1	1	1	1			
<i>Aizoaceae</i>													
	<i>Carpobrotus eduli</i>		1										
	<i>M. nodiflorum L.</i>		1										
	<i>Mesembryanthem</i>		1					1		1			
<i>Amarilidaceae</i>													
	<i>Dichelostemma p</i>	1											
<i>Amaryllidaceae</i>													
	<i>Allium praecox B</i>	1											
<i>Anacardiaceae</i>													
	<i>R. laurina Nutt. In</i>	1											
	<i>R. ovata S. Wats</i>	1											
	<i>Rhus integrifolia (</i>	1				1	1	1					
<i>Apiaceae</i>													
	<i>Apiastrum angust</i>	1									1		
	<i>Sanicula crassica</i>	1											
<i>Asclepediaceae</i>													
	<i>Sarcostemma cy</i>	1				1							
<i>Aspidiaceae</i>													
	<i>Dryopteris arguta</i>	1											
<i>Asteraceae</i>													
	<i>Adenothamnus v</i>	1		1									

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

<i>FAMILIA</i>	<i>ESPECIE</i>	<i>NAT</i>	<i>EXOT</i>	<i>END</i>	<i>ESTATUS</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>MD</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>AL</i>	<i>V</i>	<i>RS</i>
	<i>Haplopappus ber</i>	1		1									
	<i>Hedynois cretica</i>		1										
	<i>Helianthus niveus</i>	1											
	<i>Hemizonia fascic</i>	1											
	<i>Heterotheca gran</i>		1										
	<i>Hypochoeris glab</i>		1										
	<i>Jaumea carnosa (</i>	1											1
	<i>L. coronaria (Nutt</i>	1											
	<i>Lasthenia californ</i>	1											
	<i>Microseris linearif</i>		1										
	<i>Perezia microcep</i>	1											
	<i>Perityle emoryi T</i>	1					1						
	<i>Porophyllum graci</i>	1											
	<i>Rafinesquia califo</i>	1											
	<i>S. douglasii DC.</i>	1											
	<i>S. oleraceus L.</i>		1					1					
	<i>S. vulgaris L.</i>		1										
	<i>Senecio californic</i>	1											
	<i>Sonchus asper (L</i>		1										
	<i>Stephanomeria di</i>	1											
	<i>Stylocline gnapha</i>	1											
	<i>Trixis californica</i>	1											
	<i>Verbesina dissita</i>	1		1	1								
	<i>Viguiera laciniata</i>	1			1		1	1					

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

<i>FAMILIA</i>	<i>ESPECIE</i>	<i>NAT</i>	<i>EXOT</i>	<i>END</i>	<i>ESTATUS</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>MD</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>AL</i>	<i>V</i>	<i>RS</i>
	<i>Xanthium strumar</i>		1										
<i>Batidaceae</i>													
	<i>Batis maritima</i> L.	1				1							1
<i>Boraginaceae</i>													
	<i>Amsinckia interm</i>	1											
	<i>C. micromeris</i> (A.	1											
	<i>Cryptantha interm</i>	1											
	<i>Pectocarya lineari</i>	1											
	<i>Plagiobothrys cali</i>	1											
<i>Brassicaceae</i>													
	<i>B. turnefortii</i> Gou		1										
	<i>Brassica genicula</i>		1						1		1		
	<i>Brassica nigra</i> (L.		1										
	<i>Cakile maritima</i> S		1										
	<i>Capsella rubella</i>	1											
	<i>Cardamine califor</i>	1											
	<i>Descuraina Pinna</i>	1											
	<i>Draba canefolia</i> N	1				1							
	<i>Lepidium nitidum</i>	1											
	<i>Raphanus sativa</i>		1										
	<i>S. orientale</i> L.		1										
	<i>Sisymbrium irio</i> L.		1										
	<i>Streptanthus hete</i>	1											
	<i>Thelypodium lasi</i>	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
<i>Buxaceae</i>													
	<i>Simmondsia chim</i>	1				1	1	1	1				
<i>Cactaceae</i>													
	<i>Bergerocactus e</i>	1		1	1	1	1			1			
	<i>D. pulverulenta (</i>	1											
	<i>Echinocereus ma</i>	1		1									
	<i>Ferocactus viride</i>	1		1									
	<i>Machaerocereus</i>	1											
	<i>Mammillaria dioc</i>	1				1		1					
	<i>O. litoralis (Engel</i>	1				1							
	<i>O. orticola Philbri</i>	1											
	<i>O. prolifera Engel</i>	1											
	<i>Opuntia cholla</i>	1											
<i>Capparidaceae</i>													
	<i>Isomeris arborea</i>	1											
<i>Caprifoliaceae</i>													
	<i>Sambucus mexic</i>	1					1						
<i>Caryophyllaceae</i>													
	<i>Cardionema ramo</i>	1											
	<i>P. tetraphyllum (L</i>		1										
	<i>Polycarpa depres</i>	1											
	<i>S. gallica L.</i>		1										
	<i>S. laciniata Cav.</i>	1											
	<i>S. villosa (Pers.)</i>		1										

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
	<i>Silene antirrhina</i>	1											
	<i>Spergularia macr</i>	1											
<i>Chenopodiaceae</i>													
	<i>A. canescens (Pu</i>	1					1						1
	<i>A. coulteri (Moq.)</i>	1			1								
	<i>A. julacea S. Wat</i>	1		1									
	<i>A. lentiformis (Tor</i>		1				1						
	<i>A. lindleyi Moq.</i>		1										
	<i>A. pacifica Neis.</i>	1			1								
	<i>A. semibaccata R</i>		1					1	1	1	1		
	<i>A. watsonii Nelso</i>	1				1			1				
	<i>Allenrolfea occide</i>	1				1					1		
	<i>Aphanisma blitoid</i>	1			1								
	<i>Atriplex californic</i>	1				1	1				1		
	<i>C. ambrosioides</i>		1					1					
	<i>C. californicum (S</i>	1											
	<i>Chenopodium alb</i>		1										
	<i>S. subterminalis</i>	1											1
	<i>Salicornia bigelov</i>	1											1
	<i>Salsola iberica S</i>		1										
	<i>Salsola kali</i>		1										
	<i>Sueda californica</i>	1											1
	<i>Sueda esteroa Fe</i>	1			1								

Cistaceae

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
	<i>Helianthemum sc</i>	1											
<i>Convolvulaceae</i>													
	<i>Calystegia macro</i>	1											
	<i>Dichondria occide</i>	1											
<i>Crassulaceae</i>													
	<i>Crassula erecta (</i>	1											
	<i>D. attenuata (S.</i>	1											
	<i>D. brittonii D. A. J</i>	1											
	<i>D. campanulata</i>	1		1									
	<i>D. lanceolata (Nu</i>	1											
	<i>Dudleya anomala</i>	1											
<i>Cucurbitaceae</i>													
	<i>Marah macrocarp</i>	1									1		
<i>Cuscutaceae</i>													
	<i>C. salina Engelm</i>	1											
	<i>C. subinclusa Dur</i>	1											
	<i>Cuscuta californic</i>	1											
<i>Ephedraceae</i>													
	<i>Ephedra californi</i>	1										1	
	<i>Ephedra trifurca</i>	1				1						1	
<i>Euphorbiaceae</i>													
	<i>Acalypha californi</i>	1								1			
	<i>E. polycarpa Ben</i>	1											
	<i>E. spathulata La</i>	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
	<i>Eremocarpus seti</i>	1											
	<i>Euphorbia misera</i>	1			1								
<i>Fabaceae</i>													
	<i>A. sanctorum Bar</i>	1											
	<i>A. trichopodus (N</i>	1											
	<i>Astragalus didym</i>	1											
	<i>L. bicolor Lindl. s</i>	1											
	<i>L. cf. strigosus (N</i>	1											
	<i>L. conccinnus J.</i>	1											
	<i>L. hirsutissimus B</i>	1											
	<i>L. longifolius (S.</i>	1											
	<i>L. nuttallinus E. G</i>	1											
	<i>L. salsuginosus G</i>	1											
	<i>L. scoparius (Nutt</i>	1							1		1	1	
	<i>L. sparsiflorus Be</i>	1					1						
	<i>L. truncatus Nutt.</i>	1											
	<i>L. watsonii (Vase</i>	1			1								
	<i>Lathyrus laetifloru</i>	1			1								
	<i>Lotus hamatus Gr</i>	1											
	<i>Lupinus agardhia</i>	1											
	<i>M. officinalis (L.)</i>		1					1	1				1
	<i>Medicago polymo</i>		1						1				
	<i>Melilotus indica (</i>		1					1	1				
	<i>T. tridentatum Lin</i>	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
	<i>Trifolium gracilent</i>	1											
	<i>Vicia exigua</i> Nutt.	1											
<i>Fagaceae</i>													
	<i>Quercus dumosa</i>	1											
<i>Frankeniaceae</i>													
	<i>Frankenia grandif</i>	1											1
<i>Gentianaceae</i>													
	<i>Centaurium venu</i>	1											
<i>Geraniaceae</i>													
	<i>E. moschatum</i> (L.		1										
	<i>Erodium ciculariu</i>		1										
<i>Grosulariaceae</i>													
	<i>R. tortuosum</i> Ben	1		1									
	<i>R. viburnifolium</i> A	1		1									
	<i>Ribes malvaceum</i>	1											
<i>Hydrophyllaceae</i>													
	<i>Emmenanthe pen</i>	1											
	<i>Eucrypta crhysan</i>	1											
	<i>P. distans</i> Benth.	1					1						
	<i>P. hirtuosa</i> A. Gra	1		1									
	<i>P. ixodes</i> Kell	1		1									
	<i>P. parryi</i> Torr.	1											
	<i>Phacelia cicutaria</i>	1											
	<i>Pholistoma racem</i>	1											
<i>Hyppocastanaceae</i>													

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

<i>FAMILIA</i>	<i>ESPECIE</i>	<i>NAT</i>	<i>EXOT</i>	<i>END</i>	<i>ESTATUS</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>MD</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>AL</i>	<i>V</i>	<i>RS</i>
	<i>Aesculus parryi A</i>	1		1				1		1			
<i>Juncaceae</i>													
	<i>Juncus acutus L.</i>	1				1					1		
<i>Juncaginaceae</i>													
	<i>Triglochin concin</i>	1											
<i>Lamiaceae</i>													
	<i>Hyptis emoryi Tor</i>	1					1						
	<i>Marrubium vulgar</i>		1										
	<i>Salvia apiana Jep</i>	1					1						
	<i>Salvia munzii Epli</i>	1		1	1		1						
<i>Liliaceae</i>													
	<i>Calochortus sple</i>	1											
	<i>Zygadenus fremo</i>	1											
<i>Malvaceae</i>													
	<i>Malacothamus fa</i>	1					1						
	<i>Malva parviflora L</i>		1										
	<i>Sphaeralcea fulv</i>	1		1									
<i>Myrtaceae</i>													
	<i>Eucalyptus camal</i>		1					1					
<i>Nyctaginaceae</i>													
	<i>Abronia maritima</i>	1			1	1	1	1					
	<i>Mirabilis californic</i>	1											
<i>Oleaceae</i>													
	<i>Fraxinus trifoliata</i>	1											
<i>Onagraceae</i>													

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

<i>FAMILIA</i>	<i>ESPECIE</i>	<i>NAT</i>	<i>EXOT</i>	<i>END</i>	<i>ESTATUS</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>MD</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>AL</i>	<i>V</i>	<i>RS</i>
	<i>C. cheiranthifolia</i>	1											
	<i>C. robusta</i> Raven	1											
	<i>Camissonia califo</i>	1											
	<i>Clarkia epilobioid</i>	1											
<i>Oxalidaceae</i>													
	<i>Oxalis californica</i>	1											
<i>Papaveraceae</i>													
	<i>Eschscholzia calif</i>	1											
	<i>Platystemon calif</i>	1											
	<i>Stylomecon heter</i>	1											
<i>Plantaginaceae</i>													
	<i>Plantago erecta</i>	1											
<i>Plumbaginaceae</i>													
	<i>Limonium californ</i>	1											1
<i>Poaceae</i>													
	<i>Avena barbata</i> Br		1										
	<i>B. mollis</i> L.		1										
	<i>B. rubens</i> L.		1										
	<i>B. trinii</i> Desv.	1											
	<i>Bothriochloa barb</i>	1											
	<i>Bromus arenarius</i>		1										
	<i>Cynodon dactylo</i>		1										
	<i>Distichlis spicata</i>	1				1							1
	<i>Elymus condensa</i>	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

<i>FAMILIA</i>	<i>ESPECIE</i>	<i>NAT</i>	<i>EXOT</i>	<i>END</i>	<i>ESTATUS</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>MD</i>	<i>F</i>	<i>C</i>	<i>AL</i>	<i>V</i>	<i>RS</i>
	<i>Hordeum leporinu</i>		1										
	<i>Lamarckia aurea</i>		1										
	<i>M. imperfecta Tri</i>	1											
	<i>Melica frutescens</i>	1											
	<i>Monanthochloe lit</i>	1				1							1
	<i>Muhlenbergia mic</i>	1											
	<i>Poa scabrella (Th</i>	1											
	<i>S. coronata Thur</i>	1											
	<i>S. diegoensis Sw</i>	1											
	<i>S. pulchra Hitchc</i>	1											
	<i>Schismus barbat</i>		1										
	<i>Setaria verticillata</i>		1										
	<i>Spartina foliosa T</i>	1											1
	<i>Stipa cernua Steb</i>	1											
	<i>V. myuros (L.) R.</i>		1										
	<i>V. octoflora (Walt</i>		1										
	<i>Vulpia megalura (</i>		1										
<i>Polemoniaceae</i>													
	<i>Gilia angelensis</i>	1											
	<i>Linanthus dianthif</i>	1											
	<i>Navarretia atracty</i>	1											
	<i>Navarretia hamat</i>	1											
<i>Poligonacea</i>													
	<i>Nemacaulis denu</i>	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
<i>Polygonaceae</i>													
	<i>Chorizanthe pocu</i>	1											
	<i>Pterostegia drym</i>	1											
<i>Polygoniaceae</i>													
	<i>Eriogonum fascic</i>	1											
	<i>Eriogonum grand</i>	1		1			1						
<i>Polypodiaceae</i>													
	<i>Polypodium califo</i>	1											
<i>Portulacaceae</i>													
	<i>C. maritima Nutt.</i>	1			1								
	<i>Calandrinia ciliata</i>	1											
	<i>Claytonia perfolia</i>	1											
<i>Primulaceae</i>													
	<i>Dodecatheon cla</i>	1											
<i>Pteridaceae</i>													
	<i>Adiantum jordanii</i>	1				1							
	<i>Pellaea androme</i>	1											
	<i>Pityrogramma tria</i>	1											
<i>Oxalidaceae</i>													
	<i>Oxalis pes-capra</i>		1										
<i>Ranunculaceae</i>													
	<i>Clematis pauciflor</i>	1					1						
	<i>Delphinium parryi</i>	1											
<i>Resedaceae</i>													
	<i>Oligomeris linifoli</i>	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
<i>Rhamnaceae</i>													
	<i>Ceanothus spino</i>	1					1						
	<i>Ceanothus verruc</i>	1		1	1		1						
	<i>R. insula Kell.</i>	1		1									
	<i>Rhamnus crocea</i>	1											
<i>Rosaceae</i>													
	<i>Adenostoma fasci</i>	1							1				
	<i>Heteromeles arbu</i>	1											
<i>Rubiaceae</i>													
	<i>G. nuttallii A. Gra</i>	1											
	<i>Galium angustifoli</i>	1											
<i>Rutaceae</i>													
	<i>Cneoridium dumo</i>	1		1									
	<i>Ptelea aptera Par</i>	1		1									
<i>Salicaceae</i>													
	<i>Salix lasiandra B</i>	1											
<i>Saxifragaceae</i>													
	<i>Jepsonia parrayi (</i>	1											
	<i>Lithophragma aff</i>	1											
<i>Scrophulariaceae</i>													
	<i>Antirrhinum nuttal</i>	1											
	<i>C. foliolosa H. &</i>	1											
	<i>C. jepsonii Bacig.</i>	1											
	<i>Collinsia heteroph</i>	1											
	<i>Cordylanthus orc</i>	1		1									

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos

FAMILIA	ESPECIE	NAT	EXOT	END	ESTATUS	H	O	MD	F	C	AL	V	RS
	<i>Galvesia juncea</i> (1		1									
	<i>Linaria canadensi</i>	1											
	<i>Mimulus aurantia</i>	1											
	<i>Orthocarpus purp</i>	1											
<i>Selaginellaceae</i>													
	<i>S. cinerascens</i> A.	1											
	<i>Sellaginella bigel</i>	1											
<i>Solanaceae</i>													
	<i>L. californicum</i> N	1											
	<i>Lycium brevipes</i>	1											
	<i>N. glauca</i> Grah		1										
	<i>Nicotiana clevea</i>	1											
	<i>P. greenei</i> Vasey	1											
	<i>Physalis crassifoli</i>	1											
	<i>S. xanti</i> A. Gray v	1											
	<i>Solanum donglasi</i>	1											
<i>Urticaceae</i>													
	<i>Hesperocnide ten</i>	1											
<i>Zosteraceae</i>													
	<i>Phyllospadix sco</i>	1											
	<i>Zostera marina</i> L.	1											

NATIVA, EXOTICA, ENDEMICA, ESTATUS, H Horticultural, O Ornamental, MD Medicinal, F Forrajero, C Comestible, AL Artesanal, V Vivienda, RS Restauración

Ejemplo de consulta a la base de datos