

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias Marinas

Instituto de Investigaciones Oceanológicas



**APROXIMACION CONCEPTUAL Y OPERATIVA PARA EL ANALISIS DE LA
ZONA COSTERA DE MÉXICO: UN ENFOQUE SISTEMICO-PAISAJISTICO DE
MULTIESCALA**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA COSTERA**

PRESENTA

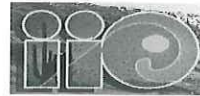
ANAMARÍA ESCOFET

Ensenada, Baja California, Enero del 2004.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias Marinas

Instituto de Investigaciones Oceanológicas



**APROXIMACION CONCEPTUAL Y OPERATIVA PARA EL ANALISIS DE LA ZONA
COSTERA DE MÉXICO: UN ENFOQUE SISTEMICO-PAISAJISTICO DE
MULTIESCALA**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA COSTERA

PRESENTA

ANAMARÍA ESCOFET GIANSONE

Dr. Víctor Miguel Ponce
Director de Tesis

Dr. José Vinicio Macías Zamora
Sinodal

Dra Marta Ileana Espejel Carbajal
Sinodal

Dr. Asdrúbal Martínez Díaz de León
Sinodal

Dr. Roberto A. Sánchez Rodríguez
Sinodal

Ensenada, Baja California, Enero del 2004

RESUMEN. El propósito general de esta tesis fue utilizar un enfoque sistémico-paisajístico para analizar a diferentes escalas los elementos del Espacio de Zona Costera, EZC, y relacionar los resultados con aplicaciones de manejo. Para organizar el EZC en términos compatibles con conceptos y herramientas de los Sistemas Complejos, la Heterogeneidad Espacial y la Ecología del Paisaje, se integraron esquemas de franjas paralelas a la costa en el medio marino y terrestre, y se caracterizaron los límites de las franjas según tipos de interfase y factores de discontinuidad. Se muestra que los límites tienen condiciones de contorno representables como constantes, y que el EZC puede ser coherente con las franjas reconocidas en los espacios marinos y terrestres. El EZC de México se analizó en aproximaciones espaciales jerárquicas. Para la macroescala se empleó el análisis de contorno, el análisis directo de gradientes y de agrupamiento, y la Diversidad β . Se muestra que el perímetro es 70% mayor que el que se mediría si no existieran los mares y bahías marginales, y que esa condición modifica la expresión regional del esquema de franjas paralelas a la línea de costa. Se proponen 11 Unidades Costeras Homogéneas, y 24 entidades costeras en vez de 17 estados costeros, y se muestra que la complejidad estructural del perímetro costero singulariza a México en el continente americano. El análisis de mesoescala se enfocó en las Aguas Marinas Interiores (AMIs) y Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa (APEC). Se propone una red denominación de las AMIs que rescata los lineamientos de la Ley Federal del Mar y sintetiza los rasgos hidrológicos asociados a una comunicación directa o intermediada con las aguas más libres. En la escala local, la problemática ambiental de un complejo

lagunar formado por varios subsistemas se analizó contextualizando la heterogeneidad interna en el entorno funcional que lo contiene y en la evolución temporal de uso del suelo, mostrándose la contribución relativa de causas locales, regionales, naturales y antropogénicas en los diferentes subsistemas. Se concluye que las divisiones naturales identificadas con un enfoque sistémico paisajístico pueden servir de referencia para establecer unidades para la investigación y planeación de uso del suelo; que el mosaico de mares marginales y mares abiertos que rodea a México es una condición de gran jerarquía espacial que automáticamente sugiere una regionalización en esos términos; que la franja de AMIs y APEC pueden servir como base para delimitar una Zona Costera Mínima y que, para trascender las instancia descriptivas, el análisis de la problemática ambiental en ambientes costeros particulares requiere análisis específicos que permitan sistematizar la heterogeneidad interna y desentrañar redes causales.

DEDICATORIA

A Lucrecia, Felipe y Celina, mis compañeros de ruta

A Isaac y Raquel, los pimpollos.

A Mima.

A Quico (*in memoriam*).

A mis hermanos y hermanas, y sus familias.

LA ZONA COSTERA

*“Según nuestros intereses, llevamos con nosotros diferentes elementos
y fragmentos de este complejo todo”*

(George Steiner: En el castillo de Babazul, aproximación a un nuevo concepto de cultura)

*“De un lado, el pasmo ante la variabilidad, ante los detalles; la impotencia explicativa y la
resignación ante la supuesta ininteligibilidad de lo complicado. De otro, una concepción de los
procesos del mundo basada en principios causales, a la vez simples y poderosos, que penetran la
realidad para separar en ella cosas y representarlas, comprenderlas, transformarlas”*

(José Luis Gutiérrez: Teorías, Sistemas y Comprensión del Mundo)

ESTA TESIS

*“Una descripción de Zaira tal como es hoy debería contener todo el pasado de Zaira. Pero las
ciudades no dicen su pasado, lo contienen como las líneas de una mano, escrito en las esquinas de
las calles, en las rejas de las ventanas, en los pasamanos de las escaleras, en las antenas de los
pararrayos, en las astas de las banderas, cada segmento surcado a su vez por arañazos, muescas,
incisiones, comas.”*

(Italo Calvino: Las ciudades invisibles)

AGRADECIMIENTOS

A mi Director y a mis Sinodales, agradezco la actitud de vigilante confianza hacia mi trabajo. Pero sobre todo, la paciencia. Fueron un *mosaico* espacio-temporal a la vez estimulante y desafiante. Esto incluye al Dr. M. Merino Ibarra (UNAM), que habiendo sido parte por demás importante del Comité, no ha podido figurar en la portada por razones técnicas.

A la UABC, agradezco el honor de haberme permitido intentar este esfuerzo en un espacio tan querido, que alberga la irremplazable primera experiencia que tuve con México, y de la cual aún sigo nutriéndome.

A CICESE, mi Institución sede, agradezco el apoyo que brinda a la superación de su personal.

Para M. Mondragón (CICESE) casi faltan palabras para reconocer su incondicional apoyo técnico, paciencia, y calidez. A ella y a J. Serrano, por nuestros *metálogos*.

Un reconocimiento especial para G. Duval (IPN) por su escucha atenta, así como apoyo con referencias sobre sistemas complejos. En la misma línea, para G. Bocco, A. Toledo y G. Enríquez (INE) y para M. A. Ortiz (UNAM) un agradecimiento por el interés y la asombrada simpatía hacia mi método GISP (**G**eometría, **I**ngenio, **P**aciencia, **S**entido común).

G. Torres-Moye (UABC) y A. Monti (entonces alumno de la UABC) fueron sinodales *de facto*, y con ambos siento que la historia no ha terminado. Les agradezco la invariable confianza, la presencia oportuna, y los comentarios finos y atinados. Con el segundo, ahora de regreso en la siempre presente Patagonia, compartí mis primeros devaneos con las UCHs, los principios precautorios, y la ciencia post-normal.

Con S. Jiménez y otros colegas del CIDIPORT (UAT, Tams.) compartí los primeros análisis de curvilinearidad, que entonces llamábamos *sinuosidad*, además de

nutrirme con su profesionalismo en cada ocasión en que interactuamos. Con A. Cruz-Varela (CICTUS, Son.) compartí los análisis de bahía Yavaros, y una enriquecedora experiencia de trabajo grupal.

A S. Guzmán del Prío (IPN) agradezco la confianza hacia mis planteos sobre heterogeneidad espacial y curvilinearidad. Debo a L. Ojeda, entonces en COLEF, mi primer contacto formal con los principios de la Ecología del Paisaje, y a N. Bringas (COLEF) y a A. Fernández-Garrido mi *reconciliación* con el *marco conceptual*.

Agradezco a A. Ortega y colegas de la UG en Melaque, Jal., la oportunidad de contribuir con mis avances en cuatro ocasiones del Diplomado Internacional en Manejo de Zona Costera, y haberme nutrido con su compañía.

Del epígrafe se desprende que hacer esta tesis no sólo estimuló mi intelecto (cosa por demás razonable, porque si no, entonces para qué??) sino que puso a prueba mis reservas emocionales. Para no haber sucumbido en el intento, conté con la ayuda de A. Contreras y de M. Esteban, y con la presencia de la familia Beamonte-Romero en cada Año Nuevo, y de G. Chávez, C. Leyva y M. Santos en cada rosca de Reyes, como epitoma de una constelación de colegas, amigos, amigos-hermanos imposible de enumerar...*seres en tono azul (sensu dueto Mexicano)* que con sólo ser como son, iluminan cada encuentro.

INDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. HIPÓTESIS | 4 |
| 3. OBJETIVOS | 5 |
| 4. ANTECEDENTES | 6 |
| 4.1. Franjas paralelas a la línea de costa | 6 |
| 4.2. Mares Marginales | 16 |
| 4.3. Aguas Marinas Interiores..... | 22 |
| 4.4. Capacidad de purificación de los cuerpos receptores. | 25 |
| 4.5. Regionalización Marina y del Espacio de Zona Costera..... | 27 |
| 5. MARCO CONCEPTUAL | 36 |
| 5.1. Visión Pre-analítica..... | 36 |
| 5.2. Sistemas Complejos..... | 37 |
| 5.2.1. Condiciones esenciales | 37 |
| 5.2.2. Condiciones de Contorno | 37 |
| 5.2.3. Los Sistemas Ambientales como Sistemas Complejos | 38 |
| 5.2.4. Los límites del <i>espacio de interés</i> vs la totalidad. | 38 |
| 5.3. Heterogeneidad Espacial y Ecología del Paisaje..... | 39 |
| 5.3.1. Discontinuidades | 39 |
| 5.3.2. Formas y Arreglos Espaciales de los Elementos Homogéneos..... | 41 |
| 5.3.3. Flujos a través de los elementos de un mosaico. | 42 |
| 5.3.4. Límites Naturales y Límites Antropogénicos..... | 43 |
| 6. MÉTODOS | 45 |
| 6.1. Visión Pre-analítica..... | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 6.2. Marco Conceptual y Operativo | 46 |
| 6.3. Datos geográficos y apoyo cartográfico..... | 47 |
| 6.4. Macroescala (1: 4 000 000 y mayores)..... | 47 |
| 6.5. Mesoescala (1: 1 000 000 y menores)..... | 61 |
| 6.6. Microescala (1: 70 000 y menores)..... | 63 |
| 6.7. Aplicaciones al Manejo | 65 |
| 7. RESULTADOS | 66 |
| 7.1. Propuesta de un marco conceptual y operativo con enfoque sistémico-paisajístico | 66 |
| 7.2. Macroescala (1:4 000 000 a 1: 5 500 000). | 82 |
| 7.2.1. Análisis de Contorno..... | 82 |
| 7.2.2. El esquema de franjas paralelas a la línea de costa a la luz del Análisis de Contorno. | 84 |
| 7.2.3. Correcciones Precautorias para Capacidad de Limpieza. | 88 |
| 7.2.4. El Espacio de Zona Costera (EZC)..... | 93 |
| 7.2.5. Complejidad de Diseño del Perímetro Costero de México | 116 |
| 7.2.6. El EZC de México en el contexto internacional..... | 118 |
| 7.3. Mesoescala (1: 1 000 000 y menores)..... | 130 |
| 7.3.1. La franja de las AMIs en el Pacífico mexicano | 130 |
| 7.3.2. La franja de APEC en el Pacífico mexicano | 154 |
| 7.3.3. Vigencia de las franjas de AMIs y APEC. | 158 |
| 7.4. Microescala (1: 70 000 y menores)..... | 163 |
| 7.4.1. Contextualización espacial del sitio de interés..... | 163 |
| 7.4.2. Heterogeneidad interna | 163 |
| 7.4.3. Identificación de impactos y de sus causas | 167 |
| 7.4.4. Recuento histórico de eventos naturales y usos del suelo en el entorno. . | 169 |

| | |
|--|------------|
| 7.4.5. Distribución espacial de impactos y sus causas..... | 173 |
| 7.4.6. Identificación de arreglos de manejo | 176 |
| 7.5. Aplicaciones al manejo..... | 185 |
| 7.5.1. Resumen operativo orientado al manejo | 185 |
| 7.5.2. El cuerpo de esta Tesis en el marco del esquema de UNESCO (1997).... | 198 |
| 7.5.3. Alcances de la aproximación sistémica en estudios de Zona Costera. | 200 |
| 8. DISCUSIÓN..... | 202 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 226 |
| 10. REFERENCIAS CITADAS..... | 230 |
| Apéndices | 250 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Franjas paralelas a la línea de costa en los dos espacios primarios (territorio emergido; territorio sumergido)..... | 67 |
| Figura 2. Desglose Sistémico-Paisajístico del esquema de franjas paralelas a la línea de costa. | 70 |
| Figura 3. Posibles límites del espacio de zona costera dentro del esquema de franjas paralelas a la línea de costa. | 77 |
| Figura 4. El esquema de franjas funcionales del Espacio de Zona Costera: resumen operativo e implicancias para el manejo. | 79 |
| Figura 5. Análisis de contorno de la interfase tierra-mar de México. | 83 |
| Figura 6. Análisis de Curvilinearidad del perímetro costero de México. | 85 |
| Figura 7. El esquema de franjas paralelas a la costa en el contexto de mares abiertos y semicerrados. | 87 |
| Figura 8. Las planicies costeras (a) los estados costeros (b) y los municipios costeros (c) de México. | 95 |
| Figura 9. Los gradientes latitudinales considerados en este trabajo. | 97 |
| Figura 10. Formación de las Unidades Costeras Homogéneas (UCH's) a partir de GEMs y RHs. | 100 |
| Figura 11. Propuesta de datos básicos de Espacio de Zona Costera de México. | 104 |
| Figura 12. Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de las 24 entidades costeras (a) y de los 17 estados costeros (b) con base en GEMs y RHs. | 110 |
| Figura 13. Heterogeneidad de Macroescala del Perímetro Costero de México (Diversidad Beta). | 117 |
| Figura 14. Los Grandes Ecosistemas Marinos que rodean al continente americano. | 119 |
| Figura 15. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por Longitud de costa, y GEMs. | 123 |
| Figura 16. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por Área, y GEMs. | 124 |
| Figura 17. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por la razón Longitud de costa: área, y GEMs. | 126 |
| Figura 18. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por Porcentaje del territorio en estados costeros, y GEMs. | 128 |

| | |
|---|-----|
| Figura 19. Desglose de las Aguas Marinas Interiores en el Pacífico mexicano. | 132 |
| Figura 20. Ejemplo de rasgos geomórficos de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) en relación directa o subordinada con las aguas costeras libres (B. Manzanillo, Col). 136 | |
| Figura 21. Desglose de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) perimetrales en el Pacífico Mexicano: GEMs Abiertos (GEM 3 y GEM 11). | 138 |
| Figura 22. Desglose de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) perimetrales en el Pacífico mexicano: Gem Semicerrado (GEM 4, Golfo de California)..... | 148 |
| Figura 23. Desglose de las Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa, APEC, en el Pacífico mexicano. | 155 |
| Figura 24. Proyección de la vigencia de AMIs y APEC..... | 161 |
| Figura 25. Ubicación espacial del complejo Yavaros-Moroncarit..... | 164 |
| Figura 26. La Bahía de Yavaros en imágenes de 1965 y de 2000. | 166 |
| Figura 27. Los cinco impactos identificados en el complejo Yavaros-Moroncarit y en cada uno de sus ocho subsistemas: valor de cada impacto, y contribución relativa de causas antropogénicas locales y regionales..... | 175 |
| Figura 28. Complejo Yavaros-Moroncarit: dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de los sitios de acuerdo a los impactos, independientemente de las causas, y resumen de la aplicación de los resultados al manejo. | 178 |
| Figura 29. Complejo Yavaros-Moroncarit: dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de los sitios de acuerdo a las causas, independientemente de su localización espacial, que contribuyen al Azolve por Sedimento Fino, y resumen de la aplicación de los resultados al manejo. | 179 |
| Figura 30. Complejo Yavaros-Moroncarit: dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de los sitios según la contribución relativa de causas locales y regionales al Azolve por Sedimentos Fino, y resumen de la aplicación de los resultados al manejo. | 180 |
| Figura 31. Encuadre de esta Tesis en la Guía Metodológica para Manejo Costero Integrado (UNESCO, 1997)..... | 199 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla I. Los mares de México a la luz del análisis de contorno | 86 |
| Tabla II. Código general para representar en términos relativos la capacidad de limpieza de las franja del medio receptor en función de las condiciones de macroescala dadas por los tipos de mar | 90 |
| Tabla III. Código general para representar en términos relativos la fragilidad de las franja del medio receptor en función de las condiciones de macroescala dadas por los tipos de mar | 91 |
| Tabla IV. Correcciones correspondientes a cada valor de fragilidad del medio receptor, aplicadas en el ejercicio de presión/respuesta..... | 92 |
| Tabla V. Escenario de presión/respuesta con base en la fragilidad del medio receptor ... | 94 |
| Tabla VI. Resumen de los gradientes latitudinales continuos del perímetro costero de México..... | 101 |
| Tabla VII. Gradientes latitudinales continuos, Unidades Costeras Homogéneas y divisiones políticas en el perímetro costero de México. | 105 |
| Tabla VIII. Prueba de homogeneidad estructural de los estados costeros, y correspondencia con las Unidades Costeras Homogéneas (UCH's) definidas por el análisis de gradientes físicos. Código de colores para los GEM's como en fig. 13. En caracteres resaltados, estados heterogéneos; en caracteres normales, estados homogéneos. | 108 |
| Tabla IX. Principales rasgos de los GEM's que rodean a los 11 países costeros del continente americano incluidos en el análisis (basado en Sherman, 1994, 1996; Sherman and Tang, 1999; Konovalov, 1999). | 120 |
| Tabla X. Datos geográficos de los 11 países incluidos en el análisis. | 121 |
| Tabla XI. Resumen de la superficie (km ²) de las Aguas Marinas Interiores en el Pacífico Mexicano..... | 133 |
| Tabla XII. Desglose de las AMIs en los GEMs abiertos del Pacífico Mexicano: GEM 3, UCH 1. Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas). | 139 |
| Tabla XIII. Desglose de las AMIs en los GEMs abiertos del Pacífico Mexicano: GEM 3, UCH 2. Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas). | 140 |
| Tabla XIV. Nominación de los puertos en diferentes esquemas, aplicada a los GEMs abiertos del Pacífico mexicano: GEM 3. | 142 |

| | |
|---|-----|
| Tabla XV. Desglose de las AMIs en los GEM's abiertos del Pacífico mexicano: Margen Costera Franca del GEM 11 (UCH 7, Cabo Corrientes a Puerto Angel). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas). | 143 |
| Tabla XVI. Desglose de las AMIs en los GEMs abiertos del Pacífico mexicano. Bahía Marginal del GEM 11 (UCH 8, Puerto Ángel a Río Suchiate). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas). | 144 |
| Tabla XVII Nominación de los puertos en diferentes esquemas, aplicada a los GEMs abiertos del Pacífico mexicano: GEM 11. | 147 |
| Tabla XVIII. Desglose de las AMIs perimetrales en el GEM 4, Golfo de California: cuerpo, lado peninsular (UCH 3). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas)..... | 149 |
| Tabla XIX. Desglose de las AMIs perimetrales en el Golfo de California: lado continental del cuerpo (UCH 4) Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas)..... | 150 |
| Tabla XX. Desglose de las Aguas Marinas Interiores en el Golfo de California: Boca (UCH 5, y UCH 6). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en itálicas). | 152 |
| Tabla XXI. Nominación de los puertos en diferentes esquemas, aplicada al GEM 4, Golfo de California. | 153 |
| Tabla XXII. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en los GEMs abiertos del Pacífico mexicano. Parte 1: GEM 3..... | 156 |
| Tabla XXIII. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en los GEMs abiertos del Pacífico mexicano. Parte 2: GEM 11 | 157 |
| Tabla XXIV. La franja de APEC subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en el GEM 4 (Golfo de California). Parte 1: lado peninsular del cuerpo. | 159 |
| Tabla XXV. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en el GEM 4 (Golfo de California). Parte 2: lado continental del cuerpo, y boca. | 160 |
| Tabla XXVI. Complejo Yavaros-Moroncarit: resumen de Impactos y Causas..... | 168 |
| Tabla XXVII. Complejo Yavaros-Moroncarit: resumen de los eventos naturales y de uso de suelo del entorno..... | 170 |
| Tabla XXVIII. Evolución histórica del perímetro del complejo Yavaros Moroncarit (en sombreado, los rasgos con mayores cambios)..... | 171 |

| | |
|---|-----|
| Tabla XXIX. Complejo Yavaros-Moroncarit: desglose del puntaje para Impactos y sus Causas en los ocho subsistemas. | 174 |
| Tabla XXX. Cuadro de actores en el complejo Yavaros-Moroncarit | 182 |
| Tabla XXXI. Principales rasgos técnicos del proyecto de dragado, y su incidencia en el mejoramiento hidrodinámico..... | 184 |
| Tabla XXXII. Análisis conceptual de beneficio-costo de las obras de dragado propuestas. | 184 |
| Tabla XXXIII. Análisis sistémico paisajístico: resumen orientado al manejo..... | 186 |
| Tabla XXXIV. Análisis de la interfase tierra-mar: resumen orientado al manejo. | 187 |
| Tabla XXXV. Análisis de la capacidad de limpieza en términos relativos: resumen orientado al manejo..... | 188 |
| Tabla XXXVI. Formación de Unidades Costeras Homogéneas: resumen orientado al manejo. | 189 |
| Tabla XXXVII. Análisis del gradiente administrativo: resumen orientado al manejo..... | 190 |
| Tabla XXXVIII. Prueba de homogeneidad estructural de los estados costeros: resumen orientado al manejo..... | 191 |
| Tabla XXXIX. Análisis de agrupamiento de entidades costeras y estados costeros: resumen orientado al manejo. | 192 |
| Tabla XL. Análisis del EZC de México en el contexto del continente americano: resumen orientado al manejo..... | 193 |
| Tabla XLI. Análisis de las Aguas Marinas Interiores (AMIs): resumen orientado al manejo. | 194 |
| Tabla XLII. Análisis de la franja de aguas de plataforma encarriladas a la costa, APEC: resumen orientado al manejo. | 195 |
| Tabla XLIII. Análisis de las AMIs y de las APEC: resumen orientado al manejo..... | 196 |
| Tabla XLIV. Análisis a escala local: resumen orientado al manejo. | 197 |
| Tabla XLV. Análisis de Campo de Fuerzas aplicado a la alternativa "Enfoque sistémico en estudios de Zona Costera" | 201 |

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de estudios costeros integrados, básicamente enfocado al manejo costero integrado, nació al final de la década 1960-1970. Habiendo sido en principio una práctica restringida a los Estados Unidos de Norte América, a Australia, y a Programas Marinos Regionales de las Naciones Unidas, se fue extendiendo prácticamente a todo el mundo y en la actualidad ha llegado a permear hasta el discurso sobre desarrollo sustentable (Sorensen, 1997).

Aunque dicha aproximación busca operativizar el uso del territorio costero sobre la base del conocimiento de los sistemas, la simple observación de que los impactos acumulativos y los impactos a distancia no solo persisten sino que van en aumento, sugiere que sus logros aún son cuestionables. Más específicamente, muestra que tanto en su estructura como en su aplicación, las herramientas ambientales (estudios de impacto ambiental, sistemas de información geográfica, planes de uso de suelo, permisos de uso de suelo) continúan gobernadas por la "tiranía de las pequeñas decisiones", y aún no reflejan conocimientos más integrales (Sorensen, op. cit).

Esta "tiranía de las pequeñas decisiones", que impide visualizar los efectos en los estadíos tempranos de decisión (Kessler et al., 2001) no hace sino reflejar lo que Naiman y Décamps (1990) describen como carencia de modelos sintéticos para fenómenos complejos y sistemas complejos, con esquemas apropiados de escalas espaciales y temporales. Tal tipo de enfoque permitiría ubicar cada acción, cada espacio, en el contexto que funcionalmente lo contiene (García,

1986, 1994; Duval, 1999) y aplicar cabalmente el principio de precautoriedad (O'Riordan y Vellinga, 1993; Chrisholm y Clarke, 1993; Bothe, 1993).

La aproximación sistémica para el análisis de la zona costera subyace al esquema pionero de Proctor et al (1980), en un esfuerzo que no ha sido profundizado a pesar de poseer los elementos esenciales para enlazarlo con los principios del análisis sistémico (*sensu* Odum, 1983; Wilches-Chau, 1993). Otras aproximaciones explícitamente presentadas como sistémicas tampoco han progresado demasiado, quizás por haberse limitado a enunciar la concepción de la zona costera como un sistema, sin indicar sus límites (Hertz, 1992) o por centrarse preferentemente en el lado marino del sistema costero (Carter, 1988; Mann, 1982). Actualmente, el auge de la geografía y ecología del paisaje, en un contexto funcional que incluye explícitamente la dinámica de flujos, la dinámica de fronteras, y el significado funcional de los ecotonos, recupera enfoques y métodos de la geografía, dinamiza los sólidos conceptos ecológicos sobre heterogeneidad, y abre nuevas perspectivas para la exploración sistémica de grandes espacios, incluyendo la zona costera (Kolasa y Pickett, 1991; Hansen et al., 1992; Forman 1995; Farina, 1998). Específicamente, esta línea de pensamiento permite considerar a la zona costera como un gran ecotono (Ray y Hayden, 1992).

Sobreimpuesto a este panorama se encuentra el desafío que enfrentan países extensos, como México, que por simple resultado de sus dimensiones latitudinales y longitudinales tienen alta probabilidad de cobijar una diversidad de escenarios costeros. Esta condición fue tempranamente plasmada por Merino (1987) y recientemente intentó ser profundizada por Arriaga-Cabrera et al (1998).

En esta tesis se presentan resultados de un trabajo orientado a encuadrar el espacio de zona costera de México en un esquema general de enfoque sistémico-paisajístico, y en aproximaciones espaciales que van progresivamente de la escala de todo el país a la escala local.

El enfoque pone énfasis en la organización jerárquica de los rasgos físicos del territorio, bajo el supuesto de que las unidades fisiográficas constituyen la base primaria de los análisis espaciales (Vos y Storterdal, 1992; Farina, 1998).

En cada caso, se procura relacionar los resultados con fases aplicadas, y varios de ellos pueden ser vistos como aportaciones potenciales a los propósitos del ordenamiento territorial. Específicamente, por el énfasis que se pone en mostrar de diversas formas el mosaico de capacidades de limpieza de los medios receptores que rodean a México, aportarían al objetivo B de la agenda de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (1991) que propone límites máximos de efluentes contaminantes en función de las capacidades de asimilación de la naturaleza.

2. HIPÓTESIS

- i. Es posible concebir un esquema jerárquico generalizado que permita el análisis del Espacio de Zona Costera (EZO) a diferentes escalas cartográficas, reteniendo la naturaleza funcional en las sucesivas aproximaciones.
- ii. Es posible derivar esquemas de aplicación que sean coherentes con los rasgos funcionales de diferentes escalas cartográficas, de tal modo que cada esquema tenga sentido por sí mismo y a la vez sea complementario con los restantes.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL. Con base en un enfoque sistémico y paisajístico, organizar los elementos funcionales del Espacio de la Zona Costera de México en modo que facilite su tratamiento analítico a diferentes escalas, y relacionar los resultados con aplicaciones de Manejo.

OBJETIVOS PARTICULARES

- i. Organizar el Espacio de Zona Costera en términos compatibles con los conceptos y herramientas propios de los Sistemas Complejos, la Heterogeneidad Espacial y la Ecología del Paisaje.
- ii. Analizar el Espacio de Zona Costera a macroescala tomando como caso el perímetro costero de todo el país.
- iii. Analizar el Espacio de Zona Costera a mesoescala tomando como caso de estudio el Pacífico mexicano.
- iv. Analizar la problemática ambiental en un ambiente costero a micro escala.
- v. Derivar aplicaciones de manejo de cada uno de los puntos anteriores.

4. ANTECEDENTES

Los antecedentes relativos a este trabajo provienen de varias vertientes. En primer lugar, deben citarse esfuerzos por delimitar franjas paralelas a la línea de costa, ya sea basadas en rasgos físicos, rasgos políticos, o ambos. Igualmente importantes son los que refieren a los mares marginales, aguas marinas interiores, y capacidad de limpieza de los cuerpos receptores. También, los que atañen a la regionalización marina y del espacio de zona costera, ya sea a nivel mundial, regional, o para México.

4.1. Franjas paralelas a la línea de costa

4.1.1. Proctor et al (1980)

Este esquema constituye un esfuerzo pionero que merece más atención de la que parece haber recibido, ya que es esencial para acceder a una visión espacial y dinámica de la Zona Costera y su entorno.

Presenta simultáneamente cinco rasgos: el perfil topográfico (corte perpendicular a la línea de costa); la circulación paralela a la línea de costa; el gradiente de nivel dado por la marea; las relaciones fondo-columna de agua; la dirección e intensidad de los flujos en todo lo anterior; los principales protagonistas abióticos y bióticos en cada punto del espacio.

Con base en todos estos elementos, organiza una serie de franjas paralelas a la línea de costa, que se agrupan en tres grandes compartimentos: Terrestre; Costero; Océano.

A cada franja se le asocian explícitamente algunas medidas objetivas: los valores de la pendiente (m/km); el diseño hidrográfico típico, y naturaleza del flujo; las

funciones forzantes (gravedad; mareas; oleaje; corrientes) y su vigencia relativa; el tipo de material, y su balance (negativo, con predominancia de erosión/acarreo; positivo, con predominancia de depositación; neutral).

Lo anterior conforma una *visión preanalítica* de la Zona Costera, en el sentido de Shumpeter (1954) y su reciente reformulación (Daly, 1991, ver Marco Conceptual). Muchos otros esquemas gráficos se le parecen, pero tienen menor valor preanalítico al carecer de atributos medibles.

El valor de este esquema como visión preanalítica proviene de dos ingredientes. El primero es la asociación de franjas y límites con unidades de medida de procesos, y/o vigencia relativa de los mismos. El segundo es el explicitar que la dirección del flujo de material es predominantemente perpendicular a la costa en el medio terrestre, pero predominantemente longitudinal a la costa en el oceánico.

El primer ingrediente permite percibir simultáneamente varias franjas ligadas funcionalmente, y los niveles críticos de algún factor que marcan la transición entre ellas. Además, facilita las aproximaciones sistémicas de la ZC, ya que el describir cuantitativamente los límites permite tratarlos como discontinuidades en el sentido formal de la Heterogeneidad Espacial (ver Marco Conceptual).

El segundo ingrediente permite visualizar a la Zona Costera en un corte y en un plano hidrodinámico latitudinal. Esto, unido a la figura de corriente regional, facilita la percepción de dos procesos importantes: el enlace del flujo perpendicular a la costa con el plano hidrodinámico latitudinal, y la posibilidad de que existan discontinuidades relevantes a lo largo del plano hidrodinámico latitudinal (diferentes corrientes).

Esta visión preanalítica sencilla pero completa, con claros apoyos gráficos planteados en gran escala espacial (nivel paisajístico), constituye un marco de referencia en el que pueden inscribirse profundizaciones y refinamientos.

4.1.2. Ray y Hayden (1992).

Basándose en antecedentes mostrando que las provincias definidas a macroescala con base en el medio físico coincidían casi exactamente con las provincias bióticas (Hayden et al., 1984; Pielou, 1979) estos autores defiende el valor operativo de describir inicialmente a la zona costera con base en sus estructuras físicas.

El esquema es muy similar al de Proctor et al. (1980). Las franjas funcionales se reúnen en dos grandes grupos: componentes terrestres, y componentes marinos. Sin embargo, una aportación única es hacer explícita (sólo en el texto, sin apoyo gráfico) la ubicuidad latitudinal de una dupla estructural y funcional básica, integrada por alguna componente terrestre y alguna componente marina, aunque *los protagonistas particulares de dicha dupla sean diferentes en diferentes latitudes*. Este concepto, también presente en el tratamiento del litoral mediterráneo francés hecho por UNESCO (1997), contiene el germen operativo para la regionalización costera, y apoya directamente el tratamiento seguido en esta tesis en cuanto a plantear una regionalización con base en las unidades costeras que resultan del análisis simultáneo de regiones marinas y terrestres.

Otra aportación única de esta aproximación es el superponer el esquema de cuencas hidrográficas con el de las franjas terrestres y marinas paralelas a la línea de costa. Esto da bases operativas para ligar estudios de cuencas y estudios

costeros, en una concepción funcional aceptada hasta en modernos esfuerzos interdisciplinarios de valoración ambiental (ver por ejemplo Gottfried, 1992). Pero sobre todo, permite visualizar la relación funcional que se establece entre las descargas desde tierra y las franjas del medio marino, como último receptor, en una excelente aproximación solo paralelizada por Beer (1996).

La asociación entre cuencas hidrográficas y franjas funcionales es muy clara y operativa, justificándose que propongan su esquema como *divisiones paisajísticas naturales para la investigación y planeación territorial* (de hecho, el esquema ha influenciado grandemente la aproximación que se sigue en esta tesis).

Por un lado está la porción de las cuencas que se desarrolla en las tierras altas, que por su mayor pendiente son esencialmente exportadoras de energía y materiales vía el agua dulce (franja de acarreo, según el esquema de Proctor et al, 1980). Por el otro lado están las porciones de las cuencas que se desarrollan en las planicies costeras, con escasa pendiente (franjas de depositación según Proctor et al., 1980). Dentro de esta porción distinguen una franja aún dulceacuícola (cuencas de planicies costeras) y una franja cuyo límite hacia tierra es el alcance de las aguas salobres en mareas extraordinarias (cuencas de tierras de marea).

Esta división es un acierto porque permite retener la figura de las planicies costeras (generalmente aceptada como la porción terrestre de la zona costera) y al mismo tiempo enlazarla tanto con el medio marino (a través de esta subfranja por él influenciada) como con el medio terrestre (a través de la porción más baja

de las cuencas hidrográficas). A su vez, da las bases para asimilar esta subfranja con la figura de Aguas Marinas Interiores (ver inciso 4.3).

4.1.3. Ray y Hayden (1992) y Beer (1996)

Estos dos trabajos deben ser tratados conjuntamente en lo que hace a la visualización de la relación funcional que se establece entre las descargas desde tierra y las franjas del medio marino. Ambos constituyen de los pocos antecedentes que describen rasgos oceanográficos en términos asimilables a instancias aplicadas (por ejemplo, ordenamiento territorial).

Ambos trabajos distinguen, dentro de las aguas de plataforma, una franja pegada a la costa (*shoreface entrainment volume* para Ray y Hayden; *coastal boundary layer* para Beer) y una franja fuera de la costa (*offshore entrainment volume* para Ray y Hayden; *outer region* para Beer).

Esta subdivisión de las aguas de plataforma obedece a diferencias hidrodinámicas: flujo predominantemente paralelo a la costa en la franja pegada a la costa; flujo con escasa dirección predominante en la franja fuera de la costa. Una vez establecidas estas dos franjas de las aguas de plataforma, en ambos trabajos se delinea su comportamiento en la dispersión de efluentes desde costa. Beer (op.cit.: 176) dice textualmente que "...the dispersal of effluent discharges at the shore can be imagined to take place in two steps: within the coastal boundary layer, then between it and the outer region....once mixed with the large mass of outer shelf waters, most effluents cease to be of concern....the mass exchange process between the coastal boundary layer and the outer region is thus of crucial interest in pollution studies...the mass exchange between these two regions is

governed by what we might think of as a secondary flow in the onshore-offshore direction superimposed on the dominant coastal jet-like flow...this secondary flow is called *cross flow*, and it generally occurs in the transition period after a new wind regime, during which time the ocean is trying to set up its own new geostrophic and Ekman balance.”

Ray y Hayden (op. cit.) describen el comportamiento de efluentes desde tierra en forma similar. No lo relacionan explícitamente con contaminación, pero esto se desprende por si mismo del texto ya que refieren la relación en términos de volúmenes relativos del efluente y del receptor. Dependiendo de ello, el volumen drenado tendrá o no suficiente flujo para traspasar el volumen encarrilado a la costa (es decir, drenará más directamente al volumen fuera de la costa, o quedará prisionero en el volumen encarrilado a la costa).

Ambas aportaciones muestran que es posible identificar porciones del medio receptor con base en sus rasgos físicos, y visualizar la dinámica que razonablemente se desprende de los mismos, aunque dicha dinámica no esté aún específicamente probada.

Lo anterior es importante para el ordenamiento territorial, porque permitiría tomar decisiones basadas en el principio de precautoriedad y/o el principio subsidiario (O’Riordan y Vellinga, 1993; Chrisholm y Clarke, 1993; Bothe, 1993).

4.1.4. Instituto Nacional de Ecología (2000).

Este es el único trabajo que acopla las franjas de la zona costera con una lista de los problemas ambientales identificados en cada una de ellas por un panel de expertos. Las franjas reconocidas son: aguas de plataforma, tierras de marea y

planicies costeras, más una franja extra, la de “dunas y acantilados”, interpuesta entre las dos últimas.

Un punto que resta operatividad a esta aportación es la inconsistencia en el tratamiento del límite terrestre de la ZC. Por un lado, el reconocimiento de las planicies costeras como la franja más terrestre da a entender que dicho límite se está localizando en el pedemonte, que es un rasgo físico permanente del territorio. Pero por otra parte, la definición del texto sitúa el límite en el borde continental de los municipios costeros, que no es un rasgo físico permanente del territorio sino un límite administrativo.

4.1.5. Malone (1999).

Este trabajo se refiere sólo a la parte marina. Se enfoca en la operativización de los sistemas de observación continua del océano, y trata de sistematizar los parámetros que deberían medirse, y el tipo de artefacto apropiado, en diferentes porciones del océano.

Para esto, propone dividir el *Sistema Marino* en dos porciones: el *Subsistema Oceánico u Océano Abierto* (por fuera de la Zona Económica Exclusiva, ZEE) y el *Subsistema Costero* (entre el límite de la ZEE y la línea de costa). El Subsistema Costero, a su vez, debe organizarse en términos de dos porciones: las *Aguas Abiertas de la ZEE, u Océano Costero*, y las *Aguas Marinas Interiores (inland seas)* donde se ubican los estuarios, bahías, estrechos, y grandes lagos.

Un problema que presenta este esquema es que considera a la ZEE como límite oceánico del subsistema costero. Por tratarse de un límite no asociable con rasgos físicos permanentes del territorio, tiene menor valor operativo, pero el esquema no

pierde vigencia aplicando el límite oceánico del subsistema costero en el borde de plataforma (ver Serrano, 2000).

A pesar de esta limitación menor, el concepto de *mares interiores*, o *inland seas* es muy rescatable. Sin embargo, la denominación en inglés provoca confusión, ya que “inland seas” se utiliza también para designar inflexiones perceptibles a gran escala, y es sinónimo de “marginal seas, adjacent seas” (Healy y Harada, 1991) mientras que los rasgos incluidos por Malone bajo ese nombre (bahías, estuarios, estrechos) son perceptibles a menores escalas y de ninguna manera incluyen a los mares marginales. Probablemente el término “Aguas Costeras Confinadas” (Inland coastal ocean) sería más apropiado.

4.1.6. Mittelstaedt (1991).

Se trata de un trabajo esencialmente oceanográfico, centrado en la dinámica de la frontera entre el océano propiamente dicho y las aguas de plataforma, pero arroja indirectamente mucha luz sobre las grandes divisiones funcionales del medio marino. De hecho, es citado en forma destacada por Longhurst (1998).

Esencialmente, se muestra la presencia de tres grandes espacios: un espacio con condiciones oceánicas permanentes (por fuera del borde de talud), un espacio con condiciones costeras permanentes (inshore, mitad interna de la plataforma) y una zona intermedia (boundary zone). En esta zona intermedia, el límite oceánico es el borde de talud, pero el límite hacia tierra es elástico, con variaciones temporales más o menos regulares en las que llega tan solo al borde de plataforma, ó se interna hasta cubrir la mitad externa de la plataforma.

Difícilmente pueda hallarse otro antecedente que ayude tan claramente a visualizar los alcances y limitaciones de fijar el borde de plataforma como límite oceánico estricto de la Zona Costera, así como a percibir el concepto de frontera elástica. En ese sentido, es esencial para apreciar la importancia de estos frentes elásticos de plataforma como procesos físicos agregativos que influyen a su vez en la distribución temporal de alimento para aves marinas (Durazo et al., 1998) larvas de invertebrados (Natunewicz y Epifanio, 2001) y larvas de peces (Sabatés y Olivar, 1996).

Este antecedente también respalda la subdivisión de las aguas de plataforma presentada en el inciso 4.1.3, y apoyaría la idea de que alguna franja de la mitad interna de la plataforma sería la mínima extensión funcional para representar al espacio costero marino a los fines de manejo (ver siguiente inciso).

4.1.7. Sorensen et al. (1992); Clark (1996); Sorensen (1997).

Estos trabajos incorporan explícitamente al sector administrativo, y por lo mismo son relevantes como antecedentes de manejo.

Sorensen et al. (1992) fueron pioneros en distinguir en la ZC una *zona húmeda* (ambiente marino) y una *zona seca* (ambiente terrestre) y en superponer un perfil administrativo al perfil topográfico/funcional.

Sobre esa base, señalan la existencia de una doble realidad: un límite continental natural (el parteaguas) que define los terrenos tierra adentro con posibilidad de ejercer influencia sobre la parte baja de la ZC, y un límite continental antropogénico, impuesto por el alcance administrativo de la entidad federativa con capacidad de decisión sobre dichas tierras.

Esto les permitió definir dos grandes subespacios con fines de manejo: la “*zona de control*”, y la “*zona de planeación*”. En el primer caso, una misma autoridad gobierna las tierras bajas y las porciones del territorio con capacidad funcional de influir en ellas, de modo que *se tiene capacidad de denegar permisos de uso de suelo que afecten negativamente a las tierras bajas*. En el segundo caso, las tierras bajas y las porciones del territorio con capacidad de influir funcionalmente en ellas están bajo autoridades diferentes, de modo que la autoridad de las tierras bajas *no tiene capacidad de otorgar o denegar permisos de uso en las tierras altas*, y deberá necesariamente *planificar la negociación* para minimizar su influencia si esta fuera negativa.

Clark (1996) considera cuatro franjas a las que asocia recursos, temas, y jurisdicciones características. Las cuatro franjas son, en dirección mar-tierra: las aguas costeras y marinas, el área de transición, las tierras costeras (shorelands) y las tierras altas (hinterlands). Las franjas 2 y 3 son el núcleo, o “*Statutory Coastal Zone*”, y podrían equivaler a la *zona de control* del inciso anterior; las 1 y 4 son zonas de influencia, equivalentes a la *zona de planeación* del inciso anterior. Las franjas 2 y 3 equivaldrían a lo que en esta tesis se propone como la franja de las Aguas Marinas Interiores, AMIs, y la franja de las Aguas de Plataforma Encarrilladas a la Costa, APEC.

Sorensen (1997) sistematiza conceptos y términos asociados al gran tema de zona costera. Entre ellos, en modo que atañe a las franjas que nos ocupan en esta sección, analiza críticamente el vocablo “*costero*” y las expresiones “*zona costera*” y “*área costera*”.

Inicia describiendo una familia de expresiones donde el adjetivo “costero” se asocia laxamente con diversos vocablos de connotación espacial (“área” o “zona”) aunque el espacio de referencia sea tan variado como todo un mar, o la franja intermareal. Para zanjar imprecisiones, propone restringir la expresión “zona costera” para cualquier espacio que incluya necesariamente tres componentes: un área de aguas costeras, la línea de costa (franja intermareal) y un área de tierras costeras. En cambio la expresión “área costera” puede usarse libremente para cualquier espacio cercano a la línea de costa, ya sea desde la tierra ó el mar.

4.2. Mares Marginales

Este concepto aplica particularmente a México, que posee tres mares de este tipo (Golfo de California, Golfo de México, Mar Caribe). Es pertinente hacer una revisión de los antecedentes, para desplegar dos tendencias muy conspicuas: la variedad de términos que se usan indistintamente, y la inconsistencia en incluir o no a los tres mares antes mencionados, hecho ligado a tratar separada o conjuntamente al Golfo de México y al Mar Caribe.

4.2.1. Dietrich (1957)

Este autor emplea indistintamente los términos *marginal seas*, *land-locked seas*, *mediterranean seas* and *adjacent seas*. Justifica la investigación separada de estos mares porque la estructura de sus masas de agua y de su circulación muestra características propias, diferentes de las de los mares vecinos. De los casos que atañen a México, sólo trata el Golfo de México y el Mar Caribe, a los que refiere conjuntamente como *American Mediterranean (Caribbean)* haciendo

muy explícito un mecanismo de rejuvenecimiento de las aguas retomado años más tarde por Tomczak y Godfrey (1994).

4.2.2. Burk y Drake (1974)

Estos autores tratan a los mares marginales en el contexto de la batimetría y la distribución de las márgenes continentales (es decir, la transición entre el continente y el piso oceánico, y por ende, de las verdaderas cuencas oceánicas). Los mencionan indistintamente como *inland seas*, *bays*, *interior shelves*, o *small basins*. En alusión explícita a aspectos aplicados, indican que 8.7 millones de Km² del espacio marino son de tipo semicerrado, y que esas áreas *coinciden con el mayor desarrollo de la explotación de recursos marinos*. La cifra anterior coincide casi exactamente con los datos parciales que proporciona Dietrich (1957, 1963) para lo que considera mares marginales (8.08 millones de Km²)

4.2.3. Ketchum (1983)

Este autor indica que los principales océanos (Atlántico, Indico y Pacífico) están bordeados por mares adyacentes, con características intermedias entre las de los estuarios y las del océano abierto. Aclara que de 19 mares adyacentes reconocidos por oceanógrafos clásicos (desde grandes mares mediterráneos a mares marginales, estrechos y golfos) solo considerará ocho mares y dos golfos (mares Mediterráneo, Negro, Rojo, Báltico, de Bering, de Okhostk, de Japón, y del Este de China; Golfo de Saint Lawrence, y Golfo de California). Descarta a los restantes por ser "más similares a aguas costeras que a estuarios, y pueden ser más propiamente tratados en el contexto de *ecosistemas de plataforma continental* (debe entenderse que aquí incluye al Golfo de México y al mar Caribe)

También destaca el largo uso histórico de los mares adyacentes como asiento de civilizaciones en su entorno, y que *los mares adyacentes exhiben más obviamente los signos de la contaminación, por ser las rutas principales de transporte del mundo industrial.*

4.2.4. Hayden et al (1984).

En este trabajo, ligado a la clasificación de los mares con fines de conservación, los *mares marginales* son tratados como *subespacios subordinados a las márgenes costeras*. La *margen costera* es el ecotono que separa a los océanos propiamente dichos de los continentes propiamente dichos. El límite oceánico de la *margen costera* corresponde con la zona del talud continental (similar a lo visto en el inciso 4.1.6).

De acuerdo con estos autores, los *mares marginales* y los *archipiélagos* son espacios particulares que yacen entre la *margen costera* y los continentes. La subordinación de los mares marginales respecto de la *margen costera* se refleja en que se les da el nombre del Reino de *Margen Costera* al cual están más asociados por las corrientes prevalecientes que los penetran. En lo que atañe a México, este esquema reconoce al Golfo de California, y considera unitariamente al Golfo de México y Mar Caribe.

La importancia aplicada de reconocer a los mares marginales en una clasificación de ambientes costeros y marinos se expresa en que *“en una vista de planta, la transición entre el continente y el verdadero océano es simple cuando involucra una margen costera franca (ocean-margin coasts), pero es potencialmente compleja cuando entre el continente y el verdadero océano existen costas de*

mares marginales, y archipiélagos.". Este párrafo es clave para entender contribuciones más modernas señalando menor vigencia de la advección oceánica en los mares marginales, y su incidencia en la capacidad soportante ecológica (Konovalov, 1999, ver inciso 4.4) ó en la concentración de estructuras de mesoescala que afectan poblaciones de pelágicos menores (Lluch-Cota, 2000.

4.2.5. Healy y Harada (1991).

Estos autores revisan la imprecisión del término geomórfico "enclosed sea" y proponen una clasificación basada en una razón morfométrica cuantitativa entre el eje interno mayor y el ancho de la ó las entradas. Si la *razón es igual o mayor de 4*, el cuerpo se define como *enclosed sea* si tiene una sola boca ó como *semi-enclosed sea* si tiene más. Si la *razón es menor de 4*, el cuerpo se define como *enclosed bay* si tiene una sola boca ó como *semi-enclosed bay* si tiene más.

Señalan repetidamente que tanto la condición cerrada como la semi-cerrada son *un descriptor de las "inhibited flushing capabilities" de tales cuerpos de agua*. El énfasis en el *número* de bocas es porque varias entradas permiten el flujo en varias direcciones, mientras que una entrada única lo restringe a un solo sentido.

Explican que la importancia del valor igual o mayor de 4 es porque éste asegura que el mar así definido presenta cuatro características: posee una inhibida capacidad de limpieza; presenta características oceanográfica (oleaje, temperatura, salinidad) diferentes a las del mar adyacente; es una cuenca marginal en términos sedimentarios, y por tanto una potencial trampa de contaminantes; probablemente alberga, por todo lo anterior, ecosistemas

diferentes a los del mar adyacente. Tales singularidades son menos probables en bahías cerradas o semicerradas, con valores menores de 4.

Indican que su clasificación *se restringe a rasgos identificables en mapas mundiales a escalas 1: 15-25 000 000* (esto es porque a menores escalas la condición de “estar rodeados por tierra” también aplica a estuarios, bahías más pequeñas, lagunas, etc.).

Con base en lo anterior, clasifican 42 cuerpos de agua a nivel mundial. Los correspondientes a México quedan como Mar Semicerrado # 8 (Golfo de California,) y como Mar Semicerrado #25 (Golfo de México). Debe entenderse que consideran como unidad al Golfo de México y mar Caribe, y que toman el arco de las Antillas para definir las varias entradas ó bocas. Llama la atención que incluyan en su lista general a la bahía de San Francisco y no a bahía Vizcaíno, Golfo de Ulloa y Golfo de Tehuantepec, los tres de mayor tamaño y por lo tanto perceptibles a la escala en que la primera lo fuera (esto se señala porque en esta tesis se propone considerar a esos tres cuerpos como “bahías marginales”).

4.2.6. Tomczak y Godfrey (1994).

Estos autores tratan los mares marginales como “mares adyacentes” asociados a los tres grandes océanos (Pacífico, Indico y Atlántico).

Destacan que todos los mares adyacentes del Pacífico se desarrollan sobre el borde oeste (es decir, no considera al Golfo de California como tal). Tratan al Golfo de México y al Mar Caribe conjuntamente, como *American Mediterranean*. Lo consideran similar al *Australasian Mediterranean* por poseer varias cuencas y varias conexiones con la cuenca oceánica, pero con un patrón de renovación del

agua profunda típico de cuenca de dilución, aunque los valores de salinidad erróneamente sugerirían que es de concentración.

4.2.7. Longhurst (1998).

En la propuesta de este autor para definir biomas en el medio marino, se indica que la zona costera debe incluir a los mares marginales, porque la circulación y ecología de los mismos debe estar fuertemente influenciada por la topografía y el régimen de vientos costeros. Por lo tanto, los biomas costeros deben comprender costas abiertas y razonablemente lineales, mares marginales, y también a los archipiélagos con islas suficientemente grandes como para modificar la circulación oceánica. Aclara que los mares marginales pueden discutirse colectivamente, o junto con los océanos adyacentes, como mares marginales más o menos abiertos. Es evidente la importancia que se da a los mares marginales en el proceso de regionalización. Sin embargo tales propósitos son inconsistentes al describir biomas y provincias al interior de los tres océanos principales. En lo tocante a México, el Golfo de México y el Mar Caribe no figuran en la lista de los *Atlantic Coastal Biomes*, sino como la Caribbean Province dentro del Atlantic Trade Wind Biome (aunque en el capítulo 5 menciona "land-locked seas, such as the Baltic, Mediterranean, Caribbean..."). El Golfo de California se incluye en la Central America Coastal Province, y se lo indica como *mar epicontinental*.

4.2.8. Sherman (1994, 1996); Konovalov (1999); Sherman y Tang (1999).

En esta serie de contribuciones se habla de Mares *Semicerrados* (semi-enclosed seas, costa por tres lados) como una categoría alternativa a Mares *Abiertas* (open seas, costa por un solo lado). Puede entenderse que los primeros corresponden a

los mares marginales, y los segundos a los de margen costera franca. Konovalov (op cit.) organiza los mares semicerrados según la relación volumen/unidad de área, y resultante capacidad de autopurificación (ver inciso 4.4).

Una ventaja de este esquema es que trata a **todos** los mares marginales, independientemente de la variada denominación de otros autores, lo cual unifica y simplifica su tratamiento. En lo tocante a México, los tres que le atañen son considerados. El Golfo de California se presenta como un GEM Semicerrado con menor capacidad de autolimpieza ; el Golfo de México y el Mar Caribe se presentan independientes, cada uno como GEM Semicerrado con mayor capacidad de autolimpieza.

4.3. Aguas Marinas Interiores.

La figura de Aguas Marinas Interiores es particular, porque teniendo el propósito jurisdiccional de delimitar las aguas territoriales, la zona intermedia, y la Zona Económica Exclusiva, ZEE, descansa sobre una *base física* muy concreta: las inflexiones de la línea de costa, y el trazado de líneas costeras de base uniendo los puntos sobresalientes.

Siendo la línea de costa un rasgo fuertemente dependiente de la escala cartográfica (ver Beer, 1996: 7 para una muy buena ejemplificación) resulta llamativo que las contribuciones aludiendo a esta figura no especifiquen la escala. Esto es llamativo porque se trata de figuras territoriales aludidas por convenciones internacionales (ver Kenchington, 1990: 20-24). Las únicas instrucciones para trazar las líneas costeras de base pueden encontrarse en Kenchington (op. cit)

aunque el texto, además de ser extraordinariamente confuso y no estar apoyado por ninguna figura, tampoco refiere a escalas.

Aunque lo señalado no son detalles menores, la figura de las aguas marinas interiores es muy relevante para la investigación costera, por dos razones. En primer lugar, porque las aguas interiores son "aquellas enteramente rodeadas por tierra (lagos) o aquellas que, bordeando con los océanos (como las bahías) están encerradas por una serie de líneas base que unen las sinuosidades de la costa" (Kenchington, op. cit.). En segundo lugar, porque por lo visto en incisos anteriores, las sinuosidades de la costa, a cualquier escala, definen cuerpos semicerrados con particularidades hidrodinámicas que tienen que ver con la capacidad de limpieza.

4.3.1. Ley Federal del Mar de México (Diario Oficial de la Federación, 8 de enero 1986).

En su artículo 36, esta Ley establece que las Aguas Marinas Interiores son las comprendidas entre la costa y las líneas de base, normales ó rectas, a partir de las cuales se mide el Mar Territorial. Incluyen cinco rasgos del territorio: la parte norte del Golfo de California; las bahías internas; los puertos; las aguas interiores de los arrecifes; las desembocaduras o deltas de los ríos, y las lagunas y estuarios comunicados permanente o intermitentemente con el mar.

Los artículos 37, 38 y 39 se ocupan de los límites de las Aguas Marinas Interiores, indicando que su límite exterior "coincide idénticamente con las líneas de base a partir de las cuales se mide el Mar Territorial", y que su límite interior "coincide con la línea de bajamar", que "para este efecto, es la línea de mayor flujo y reflujo

donde llegan las aguas marinas en un momento dado a lo largo de las costas continentales o insulares" (el subrayado es intencional, porque tal como lo describe la Ley, puede interpretarse que se trata de la *franja intermareal* o, en caso de estuarios y deltas, al alcance de la cuña marina).

4.3.2. Malone (1999).

Este autor no indica cómo delimitar, al interior del subsistema costero, los *inland seas*. Pero como en ellos incluye los mismos elementos que las aguas marinas interiores, puede entenderse que se debe proceder con líneas costeras de base tal como dice la Ley Federal del Mar de México.

4.3.3. Serrano (2000).

En apego a la Ley Federal de Mar y al esquema de Malone (1999) este autor realizó un esfuerzo pionero para organizar el sistema submareal del litoral Pacífico de Baja California, en el segmento Tijuana-Ensenada.

Trazó las líneas costeras de base uniendo los puntos sobresalientes del contorno en las porciones de la costa que exhiben inflexiones perceptibles a escala 1: 1 409 200 y 1: 250 000. Por fuera de las líneas costeras de base, y hasta la isobata de los 200 m, delimitó la franja más dominada por corrientes (Océano Costero). Entre las líneas costeras de base y la línea de costa delimitó la franja hidrodinámicamente más dominada por mareas (Aguas Marinas Interiores). En la costa abierta, sin inflexiones, delimitó las clásicas franjas de las aguas de plataforma ("inshore", "midshore" y "offshore"), que obviamente son menos aplicables a las porciones que presentan inflexiones.

Una aportación de este antecedente es el desglose de las Aguas Marinas Interiores, distinguiendo *bahías abiertas* y *bahías cerradas* dentro del gran compartimiento de "bahías" de otros esquemas. Dicho desglose refina el despliegue de las diferentes franjas de las aguas de plataforma en un gradiente mar-tierra, al que se asocia la vigencia relativa de varias funciones forzantes.

Otra aportación, de tipo aplicado, es *la identificación y sistematización de las diferentes escalas cartográficas que deben emplearse para distinguir y calcular el área de los elementos del territorio que son relevantes para estudios en la porción marina de la ZC* (en su caso, entre 1: 1 409 200 y 1: 250 000). Este procedimiento (aún sin proponérselo ni indicarlo en su discusión) trata empíricamente con la naturaleza fractal de los procesos físicos en el océano, especialmente en la proximidad de los continentes (ver Longhurst, 1998, capítulo 5, para un análisis de las limitaciones que tal naturaleza fractal impone a la división de compartimentos en el océano).

4.4. Capacidad de purificación de los cuerpos receptores.

4.4.1. Healy y Harada (1991) y Hayden et al. (1984).

Estos dos antecedentes contienen elementos relacionables con la capacidad de limpieza. El primero la refiere directamente, como *inhibithed flushing capabilities* de los cuerpos cerrados o semicerrados. El segundo la refiere indirectamente al mencionar la *transición hacia el océano verdadero*, que es *simple en márgenes costeras francas*, y *compleja en mares marginales*.

4.4.2. Konovalov (1999).

Este autor organiza a los mares semicerrados según la relación volumen/área. Dicha relación describe la *capacidad soportante ecológica* (ecological carrying capacity) frente a las descargas que reciben ó puedan recibir desde tierra. Distingue así dos subtipos: los *mares semicerrados con mayor capacidad soportante ecológica* (más de 1 000 000 m³) y los *mares semicerrados con menor capacidad soportante ecológica* (hasta 600 000 m³). En los primeros es esperable que las descargas desde tierra tengan efecto localizado en la desembocadura de grandes ríos, estuarios y puertos. En los segundos es esperable que las descargas desde tierra tengan efecto generalizado sobre todo el sistema.

Este enfoque está conceptualmente ligado a los propósitos de protección del medio marino frente a actividades situadas en tierra. Es muy ilustrativo como analiza casos como el del Golfo de California, porque relaciona la carga del entorno terrestre (densidad de población) con dichas capacidades, y evalúa qué tan cerca se está de sobrepasar la capacidad de asimilación dada por la estructura física. Esta aproximación, distinguiendo un efector y un medio receptor, es muy similar a los conceptos ecológicos del disturbio (Rykiel, 1985) y es el que permite equiparar la capacidad de purificación con la fragilidad del sistema, y la carga del entorno con la presión que se le impone.

4.4.3. Beltrami y Carroll (1978).

Este trabajo se inscribe en la misma línea señalada en el inciso anterior, aunque su enfoque es de mesoescala. Ha sido pionero en proponer la programación del

uso del entorno (tipo de uso de suelo) con base en la capacidad de limpieza de los cuerpos receptores (en su caso, lagunas costeras y bahías).

La capacidad de limpieza de diferentes porciones de los cuerpos receptores se estima mediante el Índice de Susceptibilidad a la Contaminación (Weyl, 1976). Sobre esa base se analiza su estado actual, la carga real que están recibiendo, y se propone una reprogramación de la carga con base en dichos cálculos.

La operatividad de este trabajo es muy alta, pero no ha tenido mayor difusión y aplicación. En el medio local, los cálculos básicos para el Índice de Susceptibilidad a la Contaminación en bahía Todos Santos fueron hechos por Argote-Espinoza et al (1991) y utilizadas para análisis regionales por Escofet y Burgueño (1993).

4.4.4. Banderas-Tarabay (1994).

Aludiendo a la capacidad de los cuerpos receptores, este autor destaca que *“la concepción errónea de que el océano es un dispersor insaturable de desechos ha generado impactos serios en las zonas costeras”*

4.4.5. Daly (1990).

En su propuesta de principios operativos para el desarrollo sustentable, este autor indica que *“la emisión de contaminantes debe igualar la capacidad asimilativa de los sistemas a los cuales son emitidos”* y que *“la capacidad asimilativa debe ser tratada como capital natural; el no conservar tal capacidad debe considerarse como consumo de capital y, por tanto, como no sostenible”*.

4.5. Regionalización Marina y del Espacio de Zona Costera.

En primer término hay que dar lugar a antecedentes que han reflexionado sobre los alcances y limitaciones de los métodos de regionalización en el medio marino

comparado con el terrestre, ya que la regionalización terrestre es más antigua y mejor establecida que la marina y, al mismo tiempo, al incluir la ZC ambos medios, su regionalización de alguna forma deberá conciliarlos.

4.5.1. Dietrich (1957, 1963).

Este autor divide el capítulo de Oceanografía Regional en dos grandes incisos: *océano profundo*, y *capas oceánicas superficiales*. Aclara que esta división obedece no solo a que en la capa superficial los procesos y fenómenos son más numerosos que en el océano profundo sino especialmente a *que es la de importancia primaria para el ser humano*.

En apego a lo anterior, regionaliza con base a la uniformidad de las condiciones características de la *circulación superficial* (dirección, velocidad y persistencia de las corrientes superficiales). Indica entonces, en clara alusión a los alcances y limitaciones del medio fluido en cuanto al establecimiento de límites, que " *No distinct borderlines exist in the oceans, but rather, border zones that, however, are sometimes surprisingly well defined*".

Delimita así siete regiones hidrográficas del océano mundial "*neglecting the local details, especially in the vicinity of coasts, and marginal and adjacent seas*". Esto indica que su regionalización se ocupa de los "verdaderos océanos", y deja fuera a los mares marginales, que considera parte de la zona de transición (margen costera) que separa a los océanos propiamente dichos de los continentes propiamente dichos. Esta idea es retomada años mas tarde por Hayden et al (1984) para su clasificación del Reino de la Margen Costera, justamente en el espacio que Dietrich no incluye (ver inciso 4.5.3.1).

4.5.2. Longhurst (1998).

Este autor es muy explícito en la comparación del medio terrestre y el oceánico. Considera que los ecólogos terrestres tiene poca dificultad para ubicar sus estudios en diferentes compartimentos naturales, porque en el medio terrestre las discontinuidades y las diferencias ecológicas son profundas y fáciles de observar, mientras que en el mar la situación es muy diferente, y aún para un oceanógrafo, una parte del océano resulta parecida a todo lo demás, y pocos han intentado dividirlo.

Para respaldar su propósito de regionalización de todo el océano recuerda que para la mayoría de los oceanógrafos solo ha sido necesario identificar una discontinuidad real entre regiones costeras y oceánicas, pero que puede hacerse algo mejor para establecer biomas pelágicos compatibles con los bien establecidos en el medio terrestre. Ese paralelismo se refleja en usar solo los términos bioma y provincias, ya reconocidos en estudio biogeográficos y de ecosistemas, para denotar jerárquicamente áreas primarias y secundarias del océano superficial para las cuales se sugieren límites definibles y observables dentro de los que pueden predecirse singularidades ecológicas.

4.5.3. Regionalizaciones del espacio costero.

4.5.3.1. Hayden et al (1984).

Estos autores definen la regionalización como “el proceso de delimitación y clasificación de unidades espaciales”. Defienden el uso de los factores abióticos (estructuras geofísicas) como aproximación básica para la regionalización en

cualquier medio, y señalan que ni las aproximaciones puramente oceánicas ni las puramente terrestres son suficientes para la regionalización del espacio costero.

A pesar del planteo inicial sobre la presencia de componentes marinas y terrestres en una posible regionalización de la zona costera, no tratan en absoluto con la componente terrestre sino que refiere únicamente al medio marino, en el cual se definen Reinos Oceánicos (Oceanic Realms) y Reinos de Margen Costera (Coastal-Margin Realms).

Los Reinos Oceánicos los delimitan según Dietrich (ver inciso 4.5.1). En el espacio restante (es decir, el comprendido entre los Reinos Oceánicos y los continentes) delimitan los Reinos de la Margen Costera. Esto lo hacen con base en mapas y cartas existentes de la circulación estacional del océano y la atmósfera, ubicando a lo largo de la costa las discontinuidades que ocurren en las características físicas (por ejemplo, divergencia de las corrientes respecto de la costa; convergencia de dos corrientes; gradientes térmicos superficiales).

A los Reinos de la Margen Costera definidos de ese modo, incluyendo a los mares regionales que se subordinan a algunos de ellos (ver inciso 4.2.4) le asocian secundariamente las Provincias Faunísticas, comprobando la casi total correspondencia entre ambas y por lo tanto, que *la regionalización física es un buen predictor de la regionalización biótica*. Finalmente, asocian cada segmento con los Reinos Oceánicos e integran todo en un sistema que es globalmente simétrico.

La metodología cartográfica seguida en este trabajo es algo difícil de rastrear en dos aspectos: el ancho que se asigna a la margen costera, y el modo en que se la cartografía en la adyacencia con los mares marginales.

Sin embargo, pueden rastrearse dos procedimientos. Primero, que la margen costera cartografiada tiene una anchura de aproximadamente 400 km, en correspondencia con el borde de talud y la ZEE más que con el borde de plataforma, cuyo ancho promedio es de 74 km (Inman y Brush, 1973). Segundo, que en adyacencia con los mares marginales se debe trazar una línea imaginaria uniendo los puntos sobresalientes de la línea de costa (a muy gran escala). Desde esa línea hacia el océano abierto se debe repetir la delimitación de la margen costera. Entre esa línea y la línea de costa de las grandes indentaciones, yacen los mares marginales.

Este antecedente es muy relevante para esta tesis. Por un lado, apoya el trabajar con mapas y cartas *publicadas*, y generar *nuevas cartas* específicas, así como el planteo de que la regionalización existente del medio oceánico y terrestre son *condición necesaria pero no suficiente* para la regionalización de la zona costera, y el trabajar primordialmente con rasgos físicos del territorio. Por otro lado, la diferente comunicación que reconocen entre mares de margen costera y mares marginales respecto del verdadero océano, apoya directamente al procedimiento seguido en esta tesis, considerando a los mares abiertos y marginales como factor de corrección para el esquema de franjas paralelas a la costa.

4.5.3.2. El esquema de los Grandes Ecosistemas Marinos

Este esquema (GEMs, o LMEs, por sus siglas en inglés) es referido en una serie de contribuciones (Sherman, 1994, 1996; Sherman y Tang, 1999). Está siendo permanentemente actualizado y puede consultarse en www.edc.uri.edu/lme).

Los GEMs se declaran como regiones relativamente amplias del espacio costero (200 000 Km.² o mayores) que abarcan desde las cuencas hidrológicas y estuarios hasta el borde de las plataformas continentales y el margen marino de las grandes corrientes oceánicas, y que tienen batimetría, hidrografía, productividad y cadenas tróficas que les son características (Sherman, 1994).

Se han descrito hasta el momento 64 GEMs en el mundo, repartidos casi por partes iguales en dos grandes tipos morfológicos y funcionales: Abiertos, y Semicerrados). Dentro de los primeros, distinguen dos subtipos: los limitados hacia el mar por una gran corriente oceánica, y los limitados hacia el mar por la plataforma continental. Los Semicerrados ya fueron descritos en incisos anteriores.

La revisión de las aplicaciones de los GEMs revela que su cobertura espacial se restringe a los mares, y es bastante menor que la declarada acerca de cuencas hidrológicas y estuarios. A pesar de esta aparente limitación, este esquema aporta tres elementos únicos para la caracterización de la porción marina de la ZC, justificando su adopción en esta tesis: por haber derivado de iniciativas internacionales para la protección del medio marino frente a actividades desarrolladas en tierra, tiene una nomenclatura estandarizada que facilita su empleo con propósitos aplicados, y las aproximaciones interdisciplinarias; tiene

una cobertura espacial que comprende prácticamente todo el globo terráqueo, y añade una caracterización funcional de los mares.

4.5.3.3. Longhurst (1998).

Este autor distingue grandes discontinuidades regionales en los procesos físicos, principalmente los que afectan la estabilidad del kilómetro superior del océano ó la mezcla del agua profunda en la zona fótica.

Las discontinuidades de primer orden se ubican en el gran ecotono asociado con las plataformas continentales, identificándose así los *Biomás Costeros* y los *Biomás Oceánicos*. Dentro de cada uno ocurren a su vez divisiones latitudinales (Provincias Oceánicas y Provincias Costeras) a favor de los ecotonos que se establecen entre diferentes grandes masas de agua, o sistemas de corrientes.

Este autor aclara que las provincias costeras abarcan mayor extensión latitudinal que las oceánicas, por lo que se deduce, aunque no lo indique, que no hay correspondencia entre ellos (a diferencia con el acoplamiento explícito de la aproximación descrita en el inciso 4.5.3.1). Además, reconoce que sus biomas costeros pueden ser ventajosamente subdivididos para estudios orientados a la Zona Costera, y recomienda a esos efectos el examen del esquema de los GEMs.

4.5.3.4. La Zona Costera de México.

Existen pocos antecedentes al respecto. La contribución pionera de Merino (1987) distingue siete Zonas Costeras, poniendo el borde de plataforma como límite oceánico de la Zona Costera, y la isohipsa de los 200 m sobre el nivel medio del mar, snmm (planicies costeras) como límite continental. La contribución de Arriaga-Cabrera et al. (1998, plenamente aplicada por Botello et al., 2000)

reconoce siete Provincias Costeras y cinco Provincias Oceánicas. Las primeras se establecen entre el borde de plataforma y la isohipsa de 15 m snmm; las segundas por fuera del borde de la plataforma continental, y hasta el límite de la ZEE.

Ambas contribuciones contienen el germen de la recomendación de Sorensen y Brandani (1987) acerca de incluir porciones marinas y terrestres para definir zonas costeras. Sin embargo, aunque ambas reconocen los diferentes tipos de mares en torno a México, la componente terrestre es tratada como una sola franja, sin diferencias latitudinales (Arriaga-Cabrera, op. cit.) o en forma descriptiva impecable pero sin denominación formal (Merino, op. cit.). Por todo esto, sus zonas costeras resultan más consistentemente definidas por características exclusivamente marinas. En esta tesis se trató de solventar ese inconveniente tratando a la porción terrestre más formalmente en términos de procesos de regionalización, para lo cual se usó la figura de regiones hipsográficas costeras.

Un punto débil del trabajo de Arriaga-Cabrera et al (1998) es la elección de la isohipsa de los 15 msnmm como límite terrestre de sus Provincias Costeras. Operativamente, esta isolínea es imposible de rastrear en la cartografía estándar, y a la escala en que se proporcionan los mapas, es indiscriminable de la línea de costa. Conceptualmente, los rasgos físicos de este límite (salinidad, indicada por la vegetación halófito) depende de atributos derivados del espacio marino, lo que lo haría en realidad más asimilable al límite interno de las aguas marinas interiores.

Otra dificultad operativa de dicho trabajo es la inconsistencia con que se tratan los límites establecidos en la propia metodología, de modo que los mapas de áreas

prioritarias marcan espacios cuyo ancho difiere de la provincia correspondiente. Esto sucede porque, tomando como ejemplo el Pacífico Centro, se considera el borde de plataforma para cartografiar la Provincia Costera, pero se toma la isobata de los 2000 m (trinchera mesoamericana) para cartografiar las regiones prioritarias costeras. Este último criterio, sin embargo, no se hace explícito, y debe ser rastreado con el auxilio de la cartografía convencional, al advertir sustanciales diferencias entre sus mapas.

Otro antecedente relevante a México es el esquema de US Globec (1994) referente a la Corriente de California. La propuesta es una iniciativa permanente para sistematizar observaciones y mediciones, y aporta una regionalización de la misma en cuatro zonas. Para definir las, se consideran las variaciones espaciales de diez atributos físicos y procesos biológicos, que permiten identificar condiciones promedio diferentes en cada una. Las zonas III y IV atañen a México. La zona III corresponde con la Cuenca del Sur de California, y es de particular importancia por ser una cuenca marina compartida entre México y los Estados Unidos de Norteamérica (Sánchez, 1990; Macías-Zamora, 1996).

5. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual es el bagaje teórico desde cuya perspectiva se identifican, seleccionan y organizan los datos de la realidad que se propone estudiar. El concepto de *visión pre-analítica* (Shumpeter,1954; Daly,1991; Hodge,1996) es equivalente al de marco conceptual.

5.1. Visión Pre-analítica.

Este enfoque reconoce que cualquier análisis debe comenzar en algún punto. Para poder analizar, debe existir algo para analizar. Para poder formular un problema, debe haberse visualizado un conjunto de fenómenos coherentes, como un objeto merecedor de nuestro esfuerzo analítico. Es decir, cualquier esfuerzo analítico está precedido, necesariamente, de un acto cognitivo pre-analítico que provee los materiales crudos para el acto analítico.

Este acto cognitivo previo al análisis se llama visión pre-analítica. Cualquier omisión en la visión pre-analítica no podrá ser recapturada por el análisis subsecuente. El análisis no puede proveer lo que la visión pre-analítica omite. Una visión pre-analítica sencilla, pero funcionalmente completa, provee un marco de referencia permanente para la información profundizada futura.

Para esta Tesis, un marco conceptual, o visión pre-analítica, que permita la ubicación del *espacio de interés* (Espacio de Zona Costera) en el contexto de menor escala que *lo contiene*, es crucial. Los materiales para formar este marco provienen de las disciplinas Sistemas Complejos, Heterogeneidad Espacial, y Ecología del Paisaje.

5.2. Sistemas Complejos.

El apoyo para este punto proviene de García (1986, 1994) y de Duval (1999).

Puede desglosarse en los siguientes incisos:

5.2.1. Condiciones esenciales

Para que un sistema sea considerado complejo debe reunir tres condiciones. Debe ser heterogéneo, es decir, formado por varios elementos diferentes entre si. Además; los elementos son ínter definibles, y existe mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos en el sistema total.

De lo anterior se desprende que la heterogeneidad y la identificación de límites entre elementos son condiciones *necesarias pero no suficientes* para que un sistema sea considerado complejo. El carácter de “complejo” está dado por las *interrelaciones* entre los componentes, cuyas funciones dentro del sistema no son independientes. El conjunto de sus relaciones constituyen la estructura del sistema, que le da la forma de organización que le hace funcionar como una totalidad.

5.2.2. Condiciones de Contorno

Los elementos que forman un sistema complejo deben ser identificables. A esto se le llama “definir las condiciones de contorno”. Las condiciones de contorno indican cambios sustanciales (niveles críticos) en algún factor. Su definición debe necesariamente permitir la justificación de que un elemento sea considerado diferente del elemento adyacente, y la identificación, y posiblemente la cuantificación, de las relaciones entre los elementos a través de sus límites. La

definición de las condiciones de contorno liga el campo de los Sistemas Complejos con el campo de la Heterogeneidad Espacial (ver inciso 5.3).

5.2.3. Los Sistemas Ambientales como Sistemas Complejos

Un sistema ambiental es un sistema complejo. Tiene una localización geográfica y es asiento de un conjunto de fenómenos que pueden agruparse, en principio, en una serie de componentes ó “sub-sistemas”, ligados entre si por conexiones. Cuántos y cuáles son los elementos, así como cuántas y cuáles son las conexiones entre ellos, son variaciones particulares dentro de ese esquema general.

5.2.4. Los límites del *espacio de interés* vs la totalidad.

Todo conocimiento supone abstraer algunas partes de la realidad. El problema no reside en que la realidad se fragmente, sino en el modo de hacerlo. Las preguntas clave son: ¿es posible realizar un recorte sin que el fragmento se desnaturalice?; ¿es posible tomar en cuenta las interacciones que ligan dicho recorte con la totalidad en que está inmerso, sin que ello exija ampliar *ad-infinitum* los límites del estudio?

Este dilema se resuelve bajo el principio de que lo que está “fuera” del espacio de interés no implica que esté fuera de consideración. Cuando algo que está “fuera” interactúa con el espacio de interés, esto se toma en cuenta a través de las condiciones de contorno reseñadas en el inciso 5.2.2.

5.3. Heterogeneidad Espacial y Ecología del Paisaje.

El apoyo para este punto proviene de los siguientes trabajos: Kolasa y Rollo (1991); Farina (1998); Wiens (1992); Hansen et al. (1992); Lavers y Haines-Joung (1993), Addicott et al.(1987), Pielou (1977); Forman (1995); Forman y Moore (1992); Urban et al. (1987). Las expresiones gráficas que lo ilustran se presentan en el Apéndice 1.

5.3.1. Discontinuidades

La heterogeneidad es un fenómeno asociado con discontinuidades o modulaciones, las cuales pueden asumir muchas formas y combinaciones.

Las discontinuidades son cambios abruptos en la tasa ó dimensión de algún proceso. Ocurren cada vez que alguna propiedad estructural o funcional de un sistema ecológico cambia en forma discontinua ó no-monotónica.

La heterogeneidad espacial se ocupa de distinguir, organizar y jerarquizar las señales de discontinuidad que ocurren a través del espacio.

Las discontinuidades son creadas y mantenidas por una *jerarquía* de factores modeladores (por ejemplo: dinámica de masas de aire; dinámica de masas de agua; mega topografía; geomorfología local; disturbios; competencia).

Las discontinuidades ocurren donde sea, en un espectro completo de escalas espaciales y temporales. Se dice que un sistema es jerárquico cuando sus componentes están organizados en *niveles* funcionales. En cada nivel, los eventos tienen una frecuencia natural característica y, típicamente, corresponden con escalas espaciales. En general, los niveles de mayor jerarquía son más grandes y más lentos que los niveles inferiores, a los cuales fuerzan, controlan, o contienen.

La necesaria contraparte de la heterogeneidad es la homogeneidad. Un espacio heterogéneo está formado por n elementos homogéneos cuyos límites están marcados por isopletas de valores críticos en alguna variable de estado (las isopletas son las líneas que en un mapa conectan puntos en los que una variable dada tiene un valor especificado constante). Los elementos homogéneos, sus límites, y la heterogeneidad, están íntimamente ligados: los límites definen elementos, y los diferentes elementos producen la heterogeneidad. Los límites pueden ser abruptos o difusos, lineares ó convolutos, y pueden definir elementos pequeños o grandes (ver 5.3.2).

En ese contexto, los vocablos discontinuidad y ecotono pueden usarse indistintamente. Ambos indican la localización de cambios abruptos en la tasa ó dimensión de alguna transferencia ecológica, comparado con lo que ocurre al interior de cada uno de los elemento, a ambos lados de la discontinuidad.

Las discontinuidades espaciales son de tipo determinístico cuando su ocurrencia es predecible en el tiempo. Las discontinuidades espaciales determinísticas corresponden usualmente con variaciones en algún factor abiótico (geología, aspecto, pendiente topográfica). Las discontinuidades determinísticas que se manifiestan a gran escala espacial imponen forzamientos o modelaciones mayores en la orientación y distribución de los grandes elementos del territorio, y marcan jerárquicamente los estudio en escalas espaciales más finas.

El cartografiado de los elementos definidos por discontinuidades determinísticas se llama *mapa fisonómico* y cubre el primer paso en la regionalización, identificando las unidades enmarcadas por rasgos físicos permanentes del

territorio. En ese contexto, se entiende que se está trabajando con la escala inherente del ámbito de estudio (la exhibida por los fenómenos naturales). También puede hablarse de una heterogeneidad estructural (diferente de la heterogeneidad funcional, que es la exhibida por las respuestas de las entidades biológicas). El *diseño* es el equivalente geométrico de la heterogeneidad espacial determinística.

La Geografía se ha ocupado históricamente de organizar los grandes elementos del territorio, y de las discontinuidades que los definen.

5.3.2. Formas y Arreglos Espaciales de los Elementos Homogéneos.

Las isopletas de los valores críticos definen las diferentes formas, tanto regulares como irregulares, que pueden tener los elementos homogéneos.

El número, tipo y arreglo espacial de los n -elementos homogéneos define un *mosaico*. La identificación de mosaicos a diferentes escalas geográficas es propia de la disciplina del paisaje, donde los conceptos de organización jerárquica reseñados más arriba son esenciales.

Independientemente de su forma, los elementos pueden combinarse en el espacio en tres modos básicos: los elementos son iguales entre sí, y están separados en el espacio; los elementos son diferentes entre sí, y están separados en el espacio; los elementos son diferentes entre sí, y son contiguos en el espacio (Apéndice 1, Fig. 1)

Los elementos son bidireccionales (como opuesto a isodiamétricos) cuando sus límites se marcan consistentemente por solo dos variaciones unidireccionales en algún factor (norte-sur; este-oeste), de tal modo que sus isopletas forman líneas

rectas. Los mosaicos zonificados son un tipo particular de arreglo espacial de *elementos contiguos*, donde los elementos son bidireccionales y sus isopletas forman, al menos groseramente, un conjunto de líneas paralelas (Apéndice 1, Fig. 2).

5.3.3. Flujos a través de los elementos de un mosaico.

Los flujos de materia y energía a través de los límites son los procesos que ligan entre sí a los elementos de un mosaico. La forma de los elementos, y la rectitud o curvilinearidad del límite entre ellos, determinan la dirección e intensidad de la transferencia de información, energía y materiales (Apéndice 1, Fig. 3).

Las discontinuidades ó ecotonos representan membranas semipermeables a través de las cuales ocurren los flujos. Las discontinuidades ó ecotonos pueden ser permeables a algunos flujos e impermeables a otros, o permeables a ciertas condiciones del flujo e impermeables a otras condiciones del mismo flujo (ver punto siguiente). La permeabilidad es la capacidad de una discontinuidad para desviar ó no el movimiento de un vector. Los vectores son agentes que pueden transportar materiales, energía ó información dentro y entre los elementos. Los vectores pueden ser abióticos (viento; flujos de agua) ó bióticos (organismos) (Apéndice 1, Fig. 4).

Los flujos debidos a vectores abióticos están relacionados con la energía cinética del vector en un punto dado del espacio (por ejemplo, la inclinación de la pendiente determina la dirección y velocidad del flujo de agua superficial). La menor energía cinética de los vectores abióticos produce baja tasa de flujo, y tendencia a que los materiales acarreados por el vector permanezcan dentro de

un elemento; en esas condiciones, el límite tiene baja permeabilidad. La alta energía cinética de los vectores abióticos produce alta tasa de flujo, y tendencia a que los materiales acarreados por el vector sean transportados hacia otro elemento; en esas condiciones, el límite tiene alta permeabilidad) (Apéndice 1, Fig. 5).

La topografía es un rasgo mayor del territorio, que afecta la orientación y dimensión de los flujos debidos a energía cinética, y la razón superficie/volumen de las masas de agua.

El motivador u objetivo final para el desarrollo de un marco conceptual integral de los flujos ecológicos en sistemas heterogéneos, *es generar información sobre los modos específicos en que cada elemento toma, retiene y exporta los materiales mediante vectores particulares.*

5.3.4. Límites Naturales y Límites Antropogénicos

Las discontinuidades *formadas y mantenidas* por factores naturales abióticos operan independientemente de la acción humana, y por esa razón se las denomina *funciones forzantes o exterioridades ambientales*. Algunas de esas discontinuidades son físicamente poco aparentes, como los que ocurren en interfases agua-agua, pero aún así es siempre posible demostrar diferencias substanciales a uno y otro lado del límite.

Los límites antropogénicos generalmente no coinciden con los naturales, y en forma deliberada o inadvertida modifican las condiciones de flujo a uno y otro lado, especialmente si son físicamente muy aparentes, como una cerca o un muro. Intervenciones mayores que parcialmente anulan la energía cinética de los flujos

de agua, como diques y represas, controlan una función forzante mediante la construcción de un límite artificial, antropogénico, impermeable, que *simula* condiciones de baja tasa de flujo hacia el interior (ver inciso 5.3.3, y Apéndice 1, Fig. 4e).

Los límites políticos son un caso particular de límite antropogénico. Cuando no es posible reforzarlos físicamente, como ocurre en algunas fronteras terrestres, constituyen en realidad una frontera absolutamente permeable y las funciones forzantes continúan operando normalmente a través de ella (Fig.. 4c). Los mejores ejemplos se dan en medios fluidos (agua; aire) y constituyen el fundamento teórico del problema ambiental conocido como contaminación transfronteriza.

6. MÉTODOS

6.1. Visión Pre-analítica

En apego a Sorensen (1997) se consideró que el Espacio de Zona Costera (EZC) incluye necesariamente tres elementos: un espacio marino, un espacio terrestre, y la línea de costa. Cualquier otro espacio podrá ser un “Espacio Costero Marino, ECM”, un “Espacio Costero Terrestre, ECT”, ó la línea de costa, pero sólo los tres conforman un EZC. Ese contexto implica que el territorio costero es una *franja* emparentada por un lado con el territorio emergido, y por otro con el territorio sumergido.

Así presentado, el EZC puede verse como un recorte altitudinal subordinado, que “toma prestado” alguna franja del espacio terrestre y alguna franja del espacio marino. Consecuentemente, el EZC tendría una *heterogeneidad intrínseca*, por la convergencia obligada y simultánea de dos medios radicalmente diferentes en su constitución física (sólido, en la franja terrestre; fluido, en su franja marina). En esos términos, constituye un *ecosistema de interfase*, o un *ecotono acuático-terrestre* (Farina, 1998; Décamps y Naiman, 1990; Robins, 1999).

A esta heterogeneidad en sentido transversal a la línea de costa debe agregarse la *variación latitudinal* (paralela a la línea de costa) a lo largo de la cual se van definiendo, tanto el mar como la tierra, zonas que son consistentemente diferentes en las condiciones ambientales promedio, y a favor de las cuales se describen las grandes regiones geográficas (Longhurst, 1998; García-Martínez, 1997, 2000). Esta *heterogeneidad latitudinal* de la dupla básica que conforma el EZC (Ray y

Hayden, 1992) puede anticiparse relevante para países cuya longitud de costa es considerable.

La idea de que el territorio costero se sitúa entre la tierra y el mar pero a la vez se relaciona con ambos (Bohem-Shoendube, 2000) sugiere la conveniencia de relacionar el análisis del EZC con el conocimiento y grado de estandarización que exista en el análisis espacial de la tierra y del mar. La aproximación más conservadora a la estandarización del territorio emergido son las franjas altitudinales, ó regiones hipsográficas (Álvarez-Arellano y Gaytán-Morán, 1994) mientras que en el mar lo más conservador y aceptado son las dos grandes franjas de aguas oceánicas, más estratificadas, y aguas costeras, más mezcladas (Cushing, 1989; Longhurst, 1998).

6.2. Marco Conceptual y Operativo

Para cubrir el Objetivo 1 se consideró que, para ser operativos, los términos descriptivos deben indicar exactamente qué es lo que se mide (Nixon, 1996). Se entendió que para cumplir con lo anterior, en cada escenario analítico del EZC es condición indispensable indicar cómo se expresa y se mide la contribución del ECM, y del ECT.

Para esto, se analizaron cinco esquemas de franjas paralelas a la línea de costa, cada uno con diferentes alcances hacia tierra y mar, y se organizaron las equivalencias entre uno y otro esquema.

Sobre esta base, se integró un esquema general por franjas, que abarca desde el parteaguas continental hasta las profundidades oceánicas. Luego, para facilitar la interpretación del esquema en términos de Sistemas Complejos y de Dinámica de

Fronteras, en cada límite establecido por rasgos físicos se identificó el tipo de interfase, y el factor de discontinuidad. Los límites antropogénicos se sobreimpusieron a lo anterior, y se analizó su relación con las interfases y discontinuidades naturales.

6.3. Datos geográficos y apoyo cartográfico.

Los datos del espacio geográfico-administrativo (superficie y longitud de costa, tanto total como individual para cada estado costero) se tomaron de INEGI (1991). Los datos de Baja California y Baja California Sur se ajustaron proporcionalmente con los reportados por Álvarez-Arellano y Gaitán-Morán (1994) a fin de poder dividir las porciones occidental y oriental de sus costas. Se utilizó cartografía existente, cuya lista completa se presenta en el Apéndice 2.

6.4. Macroescala (1: 4 000 000 y mayores)

El EZC se fue conformando en tres pasos jerárquicos.

En el primero, plasmado en el análisis de contorno, los espacios marino y terrestre se tomaron globalmente, sin divisiones, visualizándose solo los dos grandes bloques primarios (territorio emergido, territorio sumergido) y el contacto entre ellos (línea de costa).

En el segundo paso, plasmado en la corrección precautoria para capacidad de limpieza, el territorio emergido continuó tomándose como un solo bloque, pero las franjas de la parte marina se subdividieron latitudinalmente de acuerdo con los resultados del primer paso, de tal modo que pudiera visualizarse cómo la condición del medio receptor varía según que se trate de márgenes costeras francas, de mares marginales, o de bahías marginales.

En el tercer paso, plasmado en la identificación de unidades homogéneas del EZC, los dos bloques primarios se subdividieron tanto en sentido perpendicular como paralelo a la línea de costa. En la parte terrestre, se tomaron las planicies costeras en sentido perpendicular a la línea de costa, y se las singularizó, en sentido paralelo a la línea de costa, con el esquema de las regiones hipsográficas costeras (Álvarez-Arellano y Gaytán-Morán, 1994). En la parte marina, se tomaron las aguas de plataforma en sentido perpendicular a la línea de costa y se las singularizó, en sentido paralelo a la misma, según el esquema de los Grandes Ecosistemas Marinos (Sherman, 1994, 1996; Sherman y Tang, 1999).

El resto de los análisis de este inciso deriva de alguno de estos tres pasos jerárquicos, y se indican oportunamente.

6.4.1. Análisis de Contorno

6.4.1.1. Interfase acuático terrestre

El fundamento de este análisis es que la forma que presenta el contacto entre dos elementos diferentes del paisaje, determina ciertas propiedades mecánicas de los objetos a uno y otro lado. En general, se acepta que el movimiento a lo largo de las fronteras rectilíneas es mayor que el que ocurre cuando las fronteras son curvilíneas (Forman y Moore, 1992; ver también punto 5.3.3 y Fig. 3).

En este caso, el perímetro formado por la línea de costa se tomó como la interfase entre los dos elementos básicos del paisaje costero (tierras emergidas; mar). La identificación del tipo de contacto que se establece entre ambos elementos se hizo de acuerdo a los estándares presentados por Forman y Moore (op. cit.).

6.4.1.2. Curvilinearidad

El propósito fue formalizar la dimensión de las inflexiones de gran escala identificadas en el paso anterior.

Para esto, se adaptó el concepto de los Índices de Rugosidad, usados en Ecología para medir verticalmente la complejidad del sustrato. Se examinaron trabajos que comparan el área de una superficie rugosa respecto a la de un plano completamente liso (Dahl, 1973) y otros que comparan la longitud que recorre todas las inflexiones (Distancia Intersticial) respecto a una longitud medida sobre las crestas (Distancia Lineal) (Luckhurst y Luckhurst, 1978). Se seleccionó este último para realizar los cálculos y, en apego a Forman y Moore (1992) y Forman (1995) se lo llamó Índice de Curvilinearidad para indicar que se desarrolla en el plano horizontal.

Se trabajó sobre cartografía 1: 5 500 000, y con ayuda de un curvímetro se midió el perímetro en el modo estándar (recorriendo todas las inflexiones) y en el modo linearizado (uniendo los puntos sobresalientes con una línea recta). Se consideró que la medición con el curvímetro era razonablemente correcta, ya que el valor de 9 213 km que se obtuvo para el perímetro estándar era cercano a los 10 143 km reportados por INEGI (1989) usando posiblemente una escala 1: 4 000 000 (Chávez-Velazco, com. pers).

Luego, el perímetro estándar fue usado como Distancia Intersticial, DI, y el perímetro linearizado como Distancia Lineal, DL. La fórmula original del Índice de Rugosidad ($IR = DI/DL$, Luckhurst y Luckhurst, 1978), que expresa cuántas veces DL está contenida en DI, se modificó para obtener un Índice de Curvilinearidad, Ic,

que expresa qué tan mayor es DI respecto de DL en la siguiente forma: $Ic = (DI - DL)/DL$.

6.4.2. El esquema de franjas paralelas a la línea de costa a la luz del Análisis de Contorno.

El propósito de este inciso fue explorar el modo en que la condición de mares abiertos y semicerrados podría modificar el esquema de franjas paralelas a la costa definidas en el medio receptor. La hipótesis fue que la condición abierta o semicerrada de los mares puede ser un factor de reducción ó de amplificación de los atributos de las franjas.

6.4.2.1. Insumos teóricos

Para las franjas paralelas a la línea de costa, se consideró que la capacidad de dilución es función de la relación superficie/volumen, y por tanto existe un gradiente directamente proporcional a la batimetría (Beltrami y Carroll, 1978; Proctor et al., 1980; Ray y Hayden, 1992; Serrano; 2000)

Para los mares, se consideró en primer término que la transición desde el continente hacia el verdadero océano, y lo que esto conlleve respecto a la capacidad de limpieza, es función de la condición abierta o marginal de los mismos. En los primeros la transición es simple y directa, mientras que en los segundos es potencialmente compleja y mediatizada por la margen costera adyacente (Hayden et al, 1984; Konovalov, 1999; Healy y Harada, 1991).

En segundo término se consideró que en los mares abiertos sólo las porciones de márgenes costeras francas tendrían esa transición simple y directa, por el contacto recto ó razonablemente lineal (Forman y Moore, 1992; Longhurst, 1998). Como

contraparte, la transición estaría parcialmente mediatizada en las porciones de bahías marginales (Healy y Harada, 1991).

6.4.2.2. Corrección precautoria para capacidad de auto purificación y fragilidad del medio receptor.

La idea subyacente a este inciso deriva de propuestas para programar la carga del entorno (uso del suelo) en términos de la capacidad de limpieza del cuerpo receptor (Beltrami y Carroll, 1978). Se consideró que una corrección temprana de este tipo ayudaría a dimensionar el espacio costero marino en términos de su capacidad de purificación, no tanto por su nombre o área convencional, y a programar la carga del entorno en términos más reales. Por esta razón se le dio el nombre de "correcciones precautorias".

Para esos propósitos, se generó un gradiente de tres posiciones para la capacidad de auto purificación (baja = 1; media = 2; alta = 3) y se lo aplicó tanto a las franjas del medio receptor como a los diferentes tipos de mares.

En el caso de las franjas, se asignó el 1 a las aguas marinas interiores y aguas de plataforma encarriladas a la costa, el 2 a las aguas libre de plataforma, y el 3 al océano abierto.

En el caso de los mares, en apego a Konovalov (1999), se asignó el 1 a los semicerrados con menor capacidad de auto purificación, el 2 a los semicerrados con mayor capacidad de auto purificación y el 3 a los de tipo abierto.

Dentro de ese gran esquema, y para mantener la escala de tres posiciones, los matices dentro de cada categoría se designaron con el signo (-) y (- -). Para los mares abiertos, en apego a Healy y Harada (1991) se asignó un (-) a las porciones

de bahías marginales para indicar una capacidad disminuida respecto de los márgenes costeros francos. Para los mares semicerrados se introdujeron matices sólo en el Golfo de California. En ese caso, en interpretación libre de Lavin et al (1997), se asignó un (-) a la parte central del cuerpo y un (- -) a la parte norte, para indicar creciente disminución de la capacidad de limpieza.

Para el espacio gráfico que representa en términos relativos la capacidad de limpieza del medio receptor ambos gradientes se posicionaron ortogonalmente (Keddy, 1991) conformando un espacio bivariado en cuyas intersecciones se colocó el promedio aritmético de los valores base. Para el espacio gráfico que representa en términos relativos la fragilidad del medio receptor se procedió del mismo modo, pero invirtiendo los valores (fragilidad alta = 3, corresponde con auto purificación baja; fragilidad media = 2, corresponde con auto purificación media; fragilidad baja = 1, corresponde con auto purificación alta).

6.4.2.3. Ejercicio de Presión/Respuesta.

Para visualizar los espacios anteriores en casos concretos, se realizó un ejercicio de presión/respuesta. Para ello, se trabajó con base en datos presentados por Padilla y Sotelo (2000) sobre la población costera de México, tomando sus datos como factor de *presión* y los diferentes valores de fragilidad antes reseñados como *sensibilidad en las condiciones iniciales del receptor*.

6.4.3. Identificación de Unidades Homogéneas en el EZC

6.4.3.1. Aproximación Conceptual

La hipótesis fue que la delimitación de regiones en el océano y en el continente emergido son *condición necesaria pero no suficiente* para la regionalización del EZC.

Se consideró que la definición de unidades homogéneas en el EZC requería de esta aproximación especial, ya que el territorio es intrínsecamente heterogéneo en cualquier corte transversal a la costa (interfase acuático-terrestre) y a su vez las componentes individuales de esa dupla varían latitudinalmente (Ray y Hayden, 1992).

En ese sentido, se consideró que la identificación de unidades homogéneas en el EZC puede buscarse únicamente en la coincidencia espacial de un elemento homogéneo de la parte marina y un elemento homogéneo de la parte terrestre. En otras palabras, *porciones del EZC que sean homogéneas en su heterogeneidad intrínseca*.

6.4.3.2. Selección de descriptores para el Espacio Costero Terrestre, ECT.

Para representar el ECT se examinaron en Álvarez-Arellano y Gaitán-Muñoz (1994) las variables primarias empleadas para la regionalización del territorio costero de México, que son de alguna manera complementarias (la batimetría del margen continental; la geología de la zona costera; las unidades morfotectónicas; la hidrología de las cuencas exorreicas; el clima; las mareas, las regiones hipsográficas de la margen costera).

De esas posibilidades, se escogió a las regiones hipsográficas de la margen costera. Se las denominó RHs, y se tomaron las indicadas por Álvarez-Arellano y Gaitán-Morán (1994) pero distinguiendo en el cartografiado las divisiones de la RH 6 que los autores presentan solo en el texto.

La elección se basó principalmente en que las RHs son *una categoría fisiográfica* que describe el ancho de las planicies costeras (la franja comprendida entre los 0 y los 200 m sobre el nivel medio del mar, snmm). Por ser parte de esquemas de regionalización del territorio emergido según unidades altimétricas homogéneas (cartas hipsográficas), su empleo para una regionalización del EZC cubre el propósito de relacionar el análisis del EZC con el grado de estandarización que exista en el análisis espacial de la tierra y del mar.

Para fines aplicados, las RHs tiene ventajas tanto operativas como conceptuales. Por un lado, indican la distancia a la que ocurre el pedemonte, un *rasgo físico permanente del territorio* consistentemente citado como límite terrestre de la Zona Costera, y rutinariamente cartografiada por marcar la primera gran inflexión de la pendiente superficial y un cambio de la misma magnitud en el nivel piezométrico del manto freático (Merino, 1987; Ray y Gregg, 1991; Proctor et al., 1980). Por otro lado, contienen la parte baja (meandros y deltas) de las cuencas hidrográficas (Ray y Hayden, 1992; Proctor et al, 1980) y por tanto permite enlazar los estudios costeros con los estudios de cuencas. También delimitan la franja en que se asienta principalmente la agricultura en las cuencas exorreicas (Banderas-Taray, 1993) y pueden por lo tanto ser un predictor de la magnitud de dicha

actividad, del riesgo a la intrusión salina, y de la presión de descargas agrícolas sobre cuerpos receptores tales como lagunas y bahías.

6.4.3.3. Selección de descriptores para el Espacio Costero Marino, ECM.

En primer lugar se consideró que una región es *el nivel espacial que influencia nuestro campo de trabajo o espacio de interés* (Nixon, 1996). Este principio, claramente emparentado con los Sistemas Complejos, obliga a ubicar espacialmente el espacio de interés en un contexto más amplio (menor escala); a indagar sobre las divisiones existentes en ese espacio mayor, y a establecer las relaciones entre el espacio mayor y el espacio de interés.

Siendo el espacio de interés el espacio marino de México, y teniendo en cuenta que la mayoría de sus mares son compartidos con otros países, el siguiente paso fue desechar regionalizaciones limitadas al espacio político y rescatar regionalizaciones mundiales del medio marino (entendiendo que, por ese carácter, trascienden límites políticos particulares a favor de los límites físicos).

Se examinaron tres esquemas mundiales de regionalización del medio marino: Hayden et al (1984); Grandes Ecosistemas Marinos (GEMs, o LMEs, por sus siglas en inglés, Sherman, 1994, 1996; Sherman y Tang, 1999); Longhurst (1998). En cada uno, se extrajo lo correspondiente al continente americano, y se le superpusieron los límites del espacio de interés. Las relaciones de influencia entre el espacio mayor y el espacio de interés se dieron como un hecho, por tratarse de un medio fluido cuyas propiedades conectivas son inherentes (Apéndice 3).

Luego, se analizaron las ventajas y desventajas de cada esquema. En principio, los tres reconocen el gran rasgo de heterogeneidad representado por las aguas

oceánicas y las aguas costeras, y también las heterogeneidades latitudinales. Por lo tanto, el empleo de las porciones costeras de cualquiera de ellos cubriría idóneamente el propósito de relacionar el análisis del EZC con el grado de estandarización que exista en los dos medios asociados (en este caso, el mar).

El esquema de Loghurst (1998) se descartó porque no considera explícitamente la figura de los mares marginales. El de Hayden et al. (1984) se descartó por tener una nomenclatura algo complicada, a pesar de ser impecable en sus criterios.

Finalmente, se escogió el esquema de los GEMs. Por derivar de iniciativas internacionales para la protección del medio marino frente a actividades desarrolladas en tierra, este esquema tiene una nomenclatura estandarizada que facilita las aproximaciones interdisciplinarias. Además, dicho esquema caracteriza funcionalmente a los mares según que sean abiertos o semi-cerrados (mares marginales). Otro rasgo que justifica la preferencia es que Longhurst (1998) lo recomienda por sobre el suyo propio cuando el interés se enfoca a estudios de ZC.

Los GEMs relacionados con México se tomaron de Sherman y Tang (1999) y de www.eds.uri.edu/LMEs 2002-2003. Sólo se introdujeron dos modificaciones a la cartografía reportada en dichas fuentes: el límite norte del Pacífico Costero de Centroamérica se fijó en Cabo Corrientes, de acuerdo con los autores originales (Bakun et al., 1999) y no como lo presentan Sherman y Tang (1999); el Golfo de California se subdividió de acuerdo con Lavín et al (1997) fijando en la línea cabo San Lucas-El Dorado (Sinaloa) la separación entre cuerpo y boca.

Complementariamente, se analizó el esquema de regiones de la Corriente de California propuestas por US Globec (1992), como una regionalización más fina que puede acoplarse a cualquiera de los grandes esquemas considerados. Igualmente, se examinó el esquema de Healy y Harada (1991) para reforzar la categoría de mares marginales, y justificar la figura de bahías marginales (Apéndice 3).

6.4.3.4. Formación de Unidades Costeras Homogéneas.

La franja definida por las RHs fue considerada como un gradiente latitudinal continuo que representa el ECT, y la definida por los GEMs como un gradiente latitudinal continuo que representa el ECM. Se consideró que la interfase *línea de costa* está incluida en cualquiera de las anteriores. Ambos gradientes se desplegaron simultáneamente, bajo la hipótesis de que la interacción entre dos gradientes puede resultar en un producto nuevo, diferente de los dos gradientes insumo (Keddy, 1991).

Para vincular explícitamente la base física con la base administrativa, la franja definida por los 17 estados costeros se consideró como un gradiente continuo de tipo administrativo, y se acopló al gradiente físico

Para identificar unidades físico-administrativas coherentes, se inspeccionó en detalle la homogeneidad o heterogeneidad de las entidades federativas, y se realizó un análisis de agrupamiento de las mismas con base en dos rasgos físicos: *nombre y tipo de GEM, nombre de la RH*. Para el primer punto, se ideó una prueba de homogeneidad estructural de los estados costeros, inscribiéndolos en un arreglo matricial de RHs X GEMs. Para el análisis de agrupamiento se utilizó el

programa MVSP (Multivariate Statistical Package) para Windows, expresando los atributos en escala binomial de presencia-ausencia (1, 0) y seleccionando como medida de similitud el Coeficiente General de Similitud de Gower (Gower, 1971; Better y Rubingh, 1978) y como estrategia de encadenamiento el WPGMA (Weighted Pair-Group Method using Arithmetic Average).

Con base en todo lo anterior, se diseñó una propuesta de Regionalización Político-Ecosistémica.

6.4.4. Complejidad de Diseño

El propósito de este inciso fue generar alguna medida gráfica que permitiera percibir la diversidad estructural del EZC de México.

Para esto, se tomaron como base los gradientes latitudinales examinados en el inciso anterior y se los trabajó bajo los principios de la Diversidad β (Whittaker, 1975 y 1977; Purves y Orians, 1993; Naveh, 1994; Farina, 1998). La elección de este procedimiento se justifica en que los datos contenían unidades homogéneas cartografiables por si mismas, independientemente de los usuarios, conformando un mapa fisonómico (Vos y Storterdal, 1992; Farina, 1998).

Se diseñó una tabla que despliega la longitud de costa como una línea recta, a la que se asociaron referencias geográficas clave y la extensión relativa de los diferentes atributos. Tomando como base la tabla antedicha, y recorriendo el perímetro costero de norte a sur, iniciando por el Pacífico, se fueron graficando las diferentes RHs, los diferentes GEMs (número absoluto, y número de tipos) y las

diferentes unidades homogéneas que se iban acumulando cada 1 000 km de recorrido.

Las gráficas obtenida se ajustaron a una función lineal, y se las interpretó en términos del valor de la pendiente (Cody, 1975; Karr, 1976) y en términos del escalonamiento que genera el intercalado de pendientes parciales que tienden a 0 con pendientes parciales que tienden a 1 (Pielou, 1975; Levin y Buttell, 1986; O'Neill et al., 1991).

6.4.5. El EZC de México en el Contexto Internacional

El propósito de esta sección fue visualizar el EZC de México en el contexto de otros países costeros. Para establecer las comparaciones se prefirió el universo del continente americano, más que el de Latinoamérica ó Latinoamérica y Caribe utilizado en otras aproximaciones (e.g. Sorensen y Brandani, 1987; Risjberman, 2000).

La idea central del procedimiento fue incorporar el esquema de GEMs a los métodos que intentan identificar indicadores de la orientación costera.

Los GEMs que rodean al continente americano se tomaron de www.eds.uri.edu/LMEs 2002-2003. Los de tipo Semicerrado se organizaron de acuerdo con Konovalov (1999) excepto la Bahía de Hudson, que fue tomada de Healy y Harada (1991) y asignada al tipo correspondiente de Konovalov (op. cit).

Para cada uno de los 11 países considerados, se organizaron los datos sobre los GEMs que les atañen, incluyendo dos *Índices de GEMs*, diseñados *ad-hoc*. El primero se obtiene multiplicando el número absoluto de GEMs por el número de

tipos de GEMs. El segundo se obtiene multiplicando el anterior índice por la razón *número total de tipos/máximo posible de tipos*.

Luego se organizó una tabla maestra que incluye, para cada país, varios atributos. En primer lugar, los valores de tres Indicadores de Orientación Costera (IOCs) ya existentes: *Longitud de costa*, *Superficie continental*, y razón *Longitud de costa:superficie continental* (Sorensen y Brandani, 1987). En segundo lugar, un nuevo IOC diseñado *ad-hoc* en este trabajo (*Porcentaje del territorio en estados costeros*). Este nuevo IOC expresa en forma directa el porcentaje del territorio que de acuerdo con Clark (1998) estaría más directamente involucrado en temas costeros y jugaría por lo tanto un papel central en arreglos de manejo. Por último, se presentan datos de los GEMs que les atañen

Con base en lo anterior, se crearon una serie de gráficas en las que los elementos bajo estudio (países costeros) se ubicaron en un sistema de coordenadas formado por dos ejes: algún Indicadores de Orientación Costera, como representantes del lado terrestre del EZC, y los GEMs como representantes del lado marino.

En este procedimiento de dos gradientes en intersección ortogonal, una forma de análisis directo de gradiente, emergen nuevos patrones además de los que se obtienen ordenando los elementos a lo largo de los gradientes individuales (Keddy, 1991). El diagrama de puntos resultante es una ordenación en dos dimensiones (Pielou, 1984). Los ejes pueden llamarse ejes de ordenación.

La hipótesis asociado con los ICOs es que a mayor grado de orientación costera, mayor la necesidad o propensión a involucrarse en programas de manejo costero

(Sorensen y Brandani, 1987). Una hipótesis similar puede asociarse con los GEMs.

Las hipótesis específicas para la intersección entre estos dos gradientes fueron (1) el segundo eje de ordenación (GEMs) ejerce influencia sobre el primer eje (ICOs); (2) hay una influencia de descriptores de GEMs con diferente balance de sus componentes cuantitativos y cualitativos; (3) el arreglo de los objetos en el espacio de ordenación es independiente de sus afinidades latinoamericanas.

6.5. Mesoescala (1: 1 000 000 y menores)

Los propósitos fueron examinar en detalle, dentro del EZC, la localización, conformación y extensión de la franja de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) y de las Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa (APEC) en el macizo continental (islas excluidas) y relacionarlas con las unidades identificadas a macroescala.

Se seleccionó el litoral Pacífico de México por reunir la mayor variedad de escenarios, es decir, dos GEMs de tipo Abierto (Pacífico Templado;; Pacífico Tropical) y un GEM Semicerrado con baja capacidad de auto purificación (Golfo de California).

Se trabajó con mapas existentes a escala 1: 1 000 000 y menores de los cuales se extrajo la isohipsa de los 200 m snmm, la línea de costa, y la isobata de los 200 m de profundidad.

Para delimitar las Aguas Marinas Interiores, AMIs (Ley Federal del Mar, DOF 8-01-86; Malone, 1999) se trazaron las Líneas Costera de Base (LCB) uniendo los puntos sobresalientes del contorno de línea de costa según el procedimiento seguido por Serrano (2000). Por fuera de las LCB, y hasta la isobata de los 200 m,

se extienden las Aguas Libres de Plataforma; entre las LCB y la línea de costa se extienden las AMIs. Las áreas se calcularon por aproximación geométrica de áreas parciales, suponiendo una sobreestimación total del 2% sobre cálculos digitalizados (Serrano, 2000). Para verificar que la delimitación de las AMIs realizada en esta tesis coincidiera con la que se hace para delimitar el Mar Territorial, se compararon los resultados con la carta SM 100, escala 1:750 000.

Para refinar la descripción de los elementos geomórficos incluidos en las AMIs se utilizó el principio de inscribir el espacio de interés en el ámbito mayor que lo contiene (Nixon, 1996). Cada elemento geomórfico considerado individualmente como AMI en la Ley Nacional del Mar, se examinó en el contexto del espacio que se define trazando las LCB antes descritas. Con base en esto, se reformuló la descripción de dichos elementos geomórficos y se generaron ejercicios específicos para ilustrar su aplicación.

Para el cálculo de la franja de las aguas de plataforma encarriladas a la costa, APEC, se dividió visualmente la plataforma continental en trozos de anchura similar, y al interior de cada uno se trazaron transectos en número variable según su tamaño. En cada transecto se midió el ancho de la plataforma, y se calculó el ancho de la franja de entrampamiento por regla de tres simple, colocando el borde de plataforma a los 200 m de profundidad y el borde oceánico de la franja de APEC a los 40 m de profundidad, todo bajo el supuesto de pendiente homogénea. Para cada trozo, con base en los transectos, se obtuvo el promedio y la desviación estándar.

Para proyectar la vigencia de las AMIS y las APEC en escenarios reales se superpuso la cartografía de dichas franjas con la hidrodinámica de Bahía Tortugas reportada por Guzmán del Proó et al (2000).

6.6. Microescala (1: 70 000 y menores).

El propósito fue describir la problemática ambiental de un ambiente costero particular (el complejo Yavaros-Moroncarit, ubicado en la parte sur del estado de Sonora) contextualizándolo a escala local y regional.

6.6.1. Contextualización espacial del sitio

A escala nacional y regional, se lo colocó en un contexto que incluye el tipo de mar, las planicies costeras adyacentes hacia el lado terrestre, y las aguas costeras adyacentes hacia el lado marino. A escala local, la heterogeneidad interna fue explícitamente analizada reconociendo los rasgos topográficos originales, y los inducidos por el hombre.

Para medir la heterogeneidad interna se usaron dos aproximaciones: el Índice de Curvilinearidad descrito en el inciso 6.4.1.2, donde DL fue la longitud de la boca y DI fue el perímetro interno, y la razón *longitud de la boca/longitud de eje interno mayor* (Healy y Harada, 1991). Las medidas usadas en los cálculos se generaron sobre cartografía 1:50 000

6.6.2. Identificación y Jerarquización de Impactos y sus Causas

Se utilizó el método *Análisis de Impactos y de sus Causas* (West, 1993; Andrade-Hernández et al., 1993) para identificar los impactos, relacionarlos con sus causas, y otorgar a cada uno un puntaje en escala geométrica de cuatro posiciones (0.5; 1; 2; 4). El procedimiento se aplicó a cada subsistema separadamente. El puntaje fue

asignado por dos observadores en forma individual, y luego fue comparado. Aunque la discrepancia entre ambos fue insignificante, el puntaje final fue asignado hasta haber logrado total concordancia.

6.6.3. Recuento histórico de eventos naturales y usos del suelo en el entorno

La fecha aproximada en que ocurrieron eventos naturales y en que iniciaron diversas actividades se estableció consultando a residentes por largo tiempo, así como a académicos y administradores. La información se verificó con análisis de cartografía e imágenes de satélite de diferentes fechas.

6.6.4. Análisis de datos

Una vez identificados los impactos, enlistadas las causas, y habiéndoles asignado el puntaje a cada uno, las causas se etiquetaron de acuerdo a su localización espacial (local, si se localizaba en el perímetro del sistema; regional, si se localizaba tierra adentro o mar adentro) y de acuerdo a su origen (natural, antropogénica).

Los datos de impactos y causas se usaron para desplegar una serie de gráficas que permitieran percibir su manifestación en los diferentes sub-sistemas. Para comparar los sub-sistemas simultáneamente de acuerdo con diferentes atributos, se aplicó un análisis de agrupamiento con el programa MVSP (Multivariate Statistical Package) para Windows, escogiendo el Coeficiente General de Similitud de Gower (Gower, 1971; Better y Rubingh, 1978) como medida de similitud y el WPGMA (Weighted Pair-Group using Arithmetic Average) como estrategia de encadenamiento.

La clasificación de actores se hizo con base en Sorensen et al (1992) y en Ortiz-Lozano (2000).

6.7. Aplicaciones al Manejo

Para resumir operativamente el modo en que los diferentes pasos presentados en los capítulos anteriores podían aportar a la disciplina del manejo costero, se organizaron 12 tablas en las que se presentan secuencialmente cuatro columnas: el o los elementos utilizados en el paso específico, el análisis realizado, los principales resultados, y las aplicaciones identificadas, con sus correspondientes referencias de respaldo en el caso de haberlas.

Para encuadrar los procedimientos seguidos en esta tesis dentro de esquemas metodológicos existentes, se tomó como referencia la *Guía Metodológica para Manejo Costero Integrado* (Methodological Guide for Integrated Coastal Management) propuesta por UNESCO (1997).

Para visualizar críticamente los alcances de la aproximación sistémica seguida en esta tesis, se aplicó el Análisis de Campo de Fuerzas (Fischer, 1999).

7. RESULTADOS

7.1. Propuesta de un marco conceptual y operativo con enfoque sistémico-paisajístico

El propósito de este capítulo fue dimensionar el EZC para hacerlo tratable en términos de grandes aproximaciones espaciales no excluyentes: los Sistemas Complejos, la Heterogeneidad Espacial, y la Ecología del Paisaje.

7.1.1. Equivalencias en el esquema de franjas paralelas a la línea de costa.

La idea de este inciso es mostrar que, para cumplir con el propósito principal, la definición de un EZC debe ser coherente con las franjas reconocidas en los dos espacios primarios (territorio emergido; territorio sumergido).

La revisión conjunta de nueve esquemas existentes dentro de la modalidad de establecer franjas paralelas a la línea de costa, previamente graficados en forma comparable, mostró una variedad de alternativas (Fig. 1). Cada una de ellas aporta alguna parcialidad rescatable, pero un esquema completo debe integrarse a partir de esas parcialidades, estableciendo equivalencias entre franjas idénticas con diferente nombre en diferentes esquemas, o una misma franja contemplada tanto en uno como otro espacio primario.

Ocho de los esquemas toman como referencia rasgos físicos del territorio para definir sus zonas. Dentro de los tres que contemplan ambos lados de la línea de costa, los más completos son Proctor et al. (1980) y Ray y Hayden (1992), que incluyen las cuencas hidrográficas. Además, el de Ray y Hayden (op. cit) contempla una subdivisión de las aguas de plataforma equivalente a la de Beer (1996) que se verá en el siguiente párrafo.

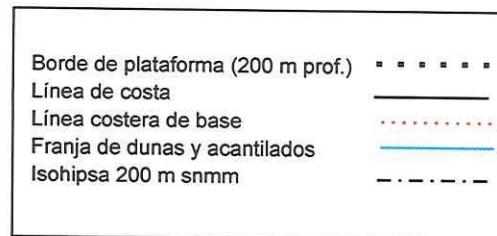
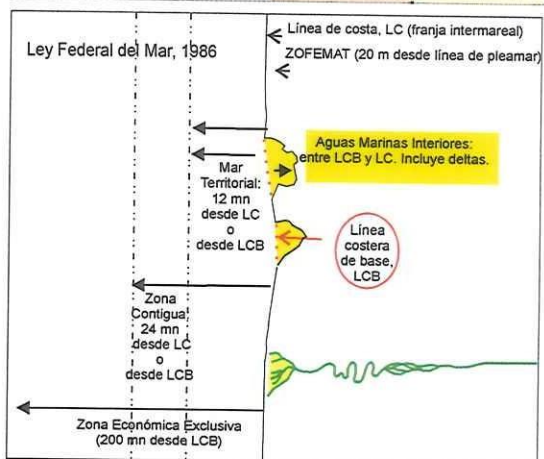
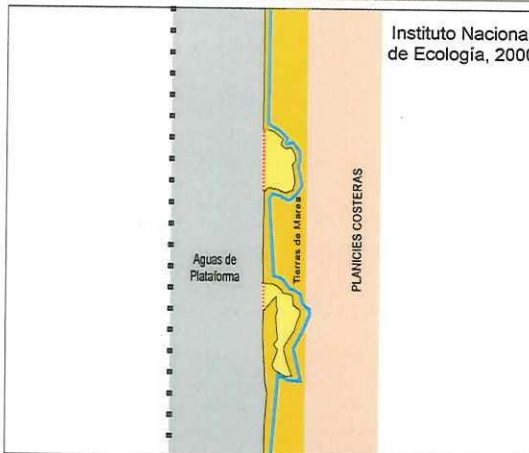
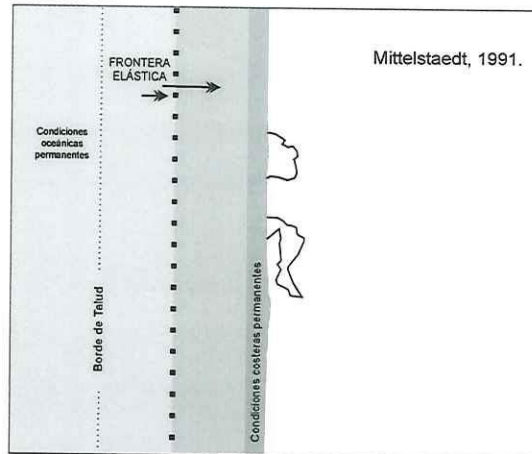
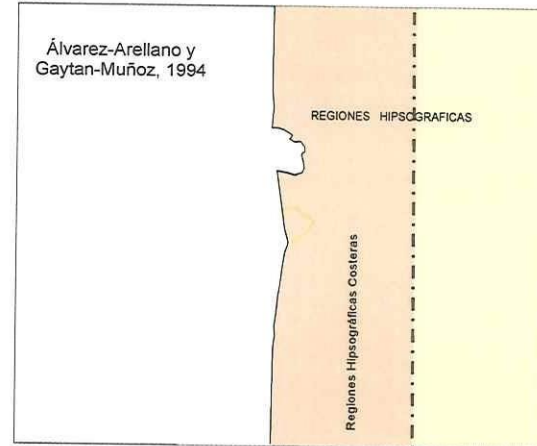
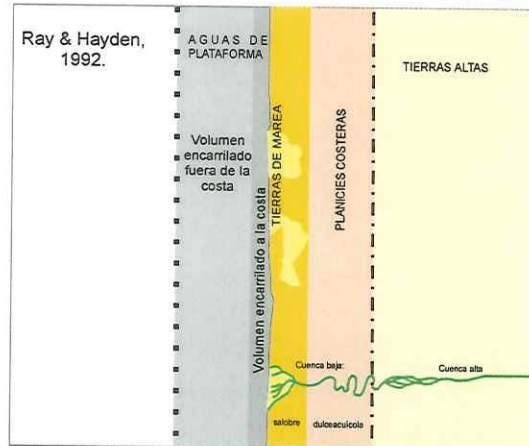
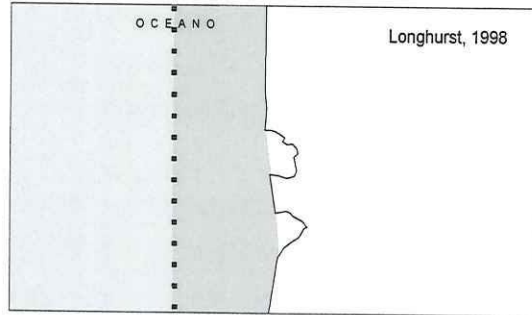
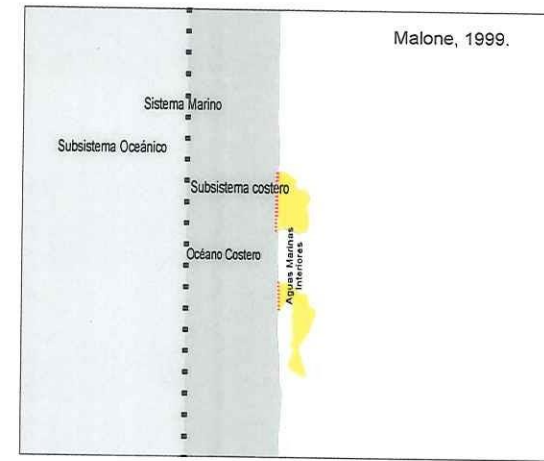
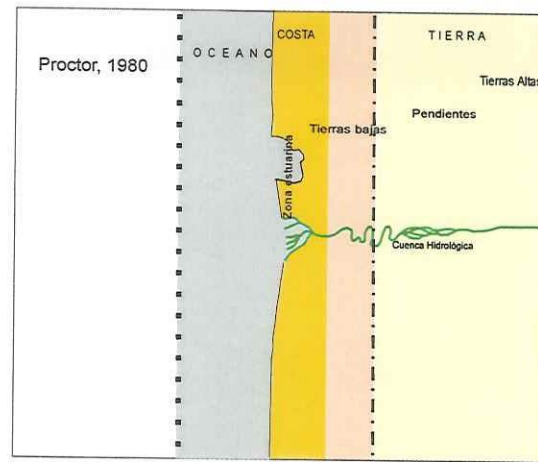
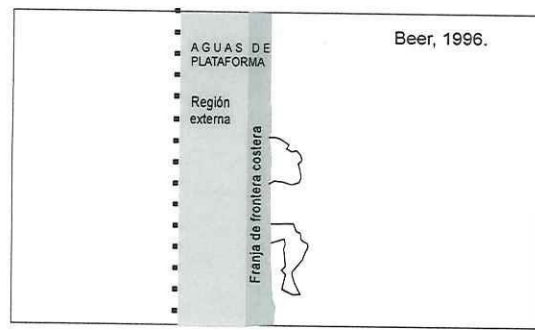


Figura 1. Franjas paralelas a la línea de costa en los dos espacios primarios (territorio emergido; territorio sumergido).

El del Instituto Nacional de Ecología (2000) incorpora la franja de dunas y acantilados entre las tierras de marea y el resto de las planicies costeras.

Cuatro esquemas atienden exclusivamente a la parte marina. El más sencillo y clásico es el de Longhurs (1998). El más completo es el de Mittelstaedt (1991), seguido por Beer (1996). Este último contempla una subdivisión de las aguas de plataforma en todo equivalentes a las de Ray y Hayden (1992). El de Malone (1999) agrega las aguas marinas interiores, incluyendo la figura de las líneas costeras de base necesarias para delimitarlas. Dicha franja es equivalente a la de *tierras de marea* considerada por Ray y Hayden (1992) y parcialmente equivalente a la *costa-zona estuarina* de Proctor et al. (1980), solo que la contempla como parte marina, mientras que los otros dos esquemas citados lo hacen como parte de las planicies costeras.

El esquema de Álvarez-Arellano y Gaytán-Muñoz refiere solamente a la parte terrestre, en la que delimitan las regiones hipsográficas costeras con base a la isohipsa de los 200 m snmm.

El esquema de la Ley Federal del Mar (DOF, 1986) sólo refiere a distancias fijas a partir de puntos de referencia establecidos, sin estar asociado con rasgos físicos. Contempla las aguas marinas interiores, y las líneas costeras de base asociadas necesariamente a ellas, destacando el que incluyan en esta figura a los deltas, en coincidencia con el esquema de Ray y Hayden (op. cit.). Es el único esquema que permite desglosar la expresión *línea de costa*, pudiendo interpretarse que se trata de la franja intermareal.

7.1.2. El esquema de franjas paralelas a la línea de costa en un enfoque sistémico-paisajístico.

7.1.2.1. Los límites basados en rasgos físicos.

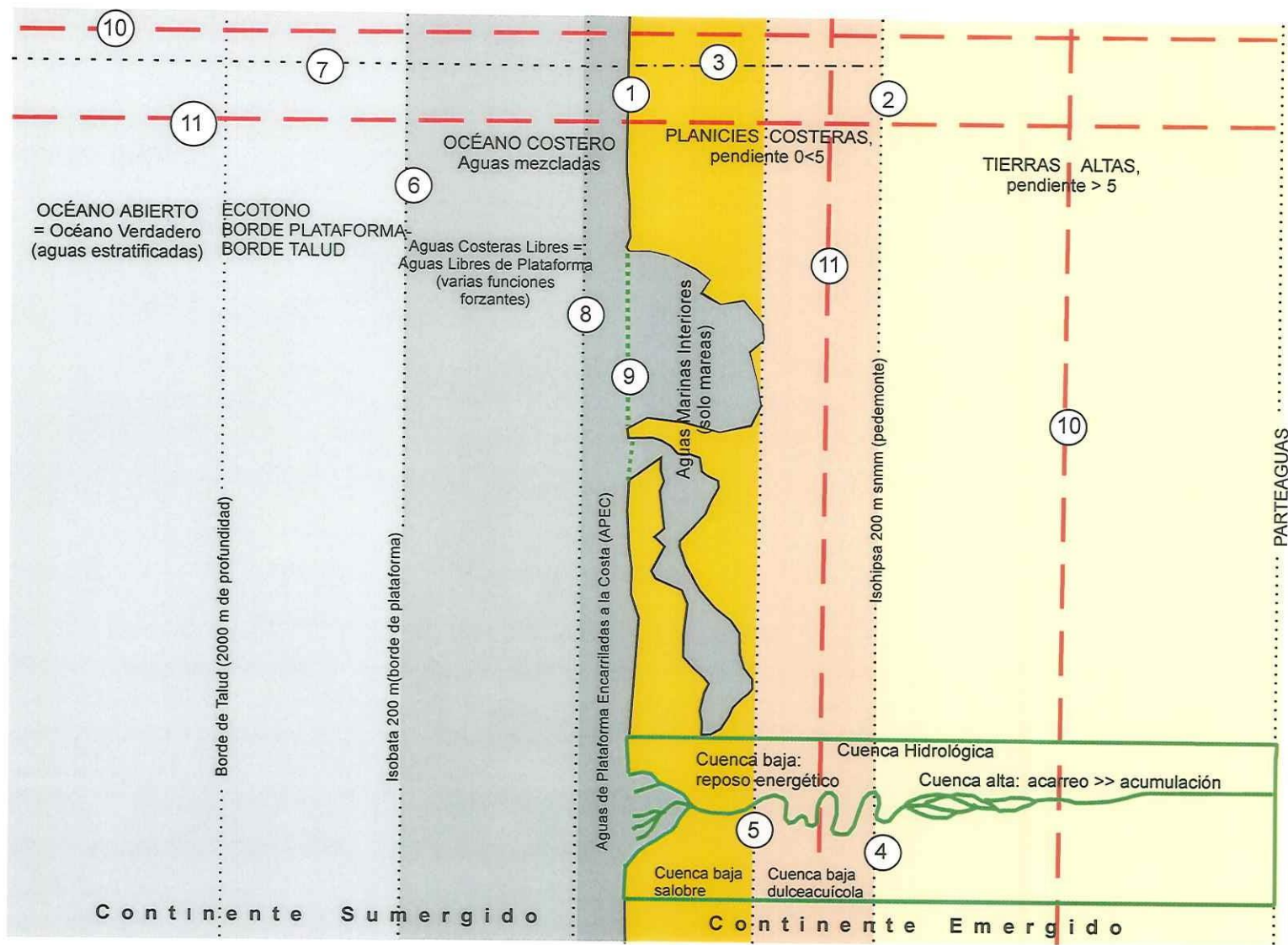
Combinando todo lo anterior es posible proponer un esquema general con base en rasgos físicos, la mayoría de ellos de tipo permanentes, y establecer las interfases y discontinuidades que se le asocian (Fig. 2).

7.1.2.1.1. En la aproximación más general deben visualizarse dos grandes bloques en relación de contigüidad: el territorio emergido, y el territorio cubierto por agua. En esta relación de contigüidad debe verse una *discontinuidad mayor*, por *cambio cualitativo* en el estado de la materia (sólido de un lado, líquido del otro). También puede verse como *interfase sólido-líquido*, ó como *ecotono acuático-terrestre*. Esta gran discontinuidad se percibe cartográficamente como el perímetro ó línea de costa. Si la línea de costa se considera representada por la franja intermareal, es pertinente identificar además las interfases en sentido vertical, y sus cambios durante el ciclo de marea. En ese caso, se tendría una interfase sólido-líquido durante la pleamar, y una interfase sólido-gaseoso durante la bajamar. En ambos casos, la discontinuidad se establece por un cambio cualitativo en el estado de la materia (frontera 1, Fig. 2).

En segundo lugar, debe analizarse al interior de cada gran bloque

A. Dentro del territorio emergido.

A.1. En primer lugar debe visualizarse, en sentido altitudinal, una interfase sólido-sólido, marcada por una gran discontinuidad en el valor de la pendiente,



- | | | | |
|--|--|--|--|
| 1. Interfase sólido-líquido; Discontinuidad: estado de la materia | 4. Interfase líquido-líquido; Discontinuidad: velocidad de flujo | 7. Interfase Líquido-líquido entre masas de agua Discontinuidad: valores promedio T° y S‰ | 10. Límite antropogénico tipo a: los elementos funcionales están contenidos en el espacio administrativo |
| 2. Interfase sólido-sólido; Discontinuidad: pendiente topográfica. | 5. Interfase líquido-líquido; Discontinuidad: composición química | 8. Interfase líquido-líquido. Discontinuidad: dirección predominante paralela a la costa vs no dirección predominante | 11. Límite antropogénico tipo b: los elementos funcionales se extienden por fuera del espacio administrativo |
| 3. Interfase Sólido-sólido entre regiones hipsográficas. Discontinuidad: geología, ancho promedio. | 6. Interfase Líquido-Líquido: Discontinuidad: relación D-L | 9. Interfase Líquido-Líquido: Discontinuidad: vigencia relativa de las funciones forzantes | |

Figura 2. Desglose Sistémico-Paisajístico del esquema de franjas paralelas a la línea de costa

que separa por un lado a la franja de las tierras altas (mayor pendiente, con función predominante de acarreo) y por el otro la franja de las planicies costeras (menor pendiente, con función predominante de depositación). Este paso es esencial para visualizar que las tierras altas constituyen una externalidad permanente de las planicies costeras, que es la franja directamente involucrada en el EZC, como ECT (frontera 2, Fig. 2).

A.2. Luego, en sentido latitudinal, deben visualizarse dentro de una misma franja hipsométrica las interfases sólido-sólido donde ocurren discontinuidades en la geología, ancho promedio, etc, que definen diferentes regiones (específicamente, las Regiones Hipsográficas de la Margen Costera son las que interesan al EZC) (frontera 3, Fig. 2).

A.3. En tercer lugar, a las dos franjas altitudinales (tierras altas; planicies costeras) deben asociarse las cuencas hidrográficas, que se acoplan con las discontinuidades topográficas mencionadas.

Las tierras altas albergan las partes altas de las cuencas, con patrones de flujo predominantemente lineales, propios del acarreo. Las planicies costeras albergan las partes bajas de las cuencas, con patrón de flujo meandroso y deltaico, propio de zonas de depositación. A su vez, la cuenca baja se divide en una parte dulceacuícola y una parte salobre, cercana a la línea de costa, e influenciada por el mar.

Como resultado de lo anterior, dentro de las cuencas hidrográficas, se distinguen dos interfases líquido-líquido. La primera está marcada por una discontinuidad en

la velocidad del flujo, que divide la cuenca alta y la cuenca de planicie (frontera 4, Fig. 2). La segunda está marcada por una discontinuidad en la composición química, que divide dentro de la cuenca de planicie, la parte aún dulceacuícola y la parte salobre (frontera 5, Fig. 2).

En este punto conviene integrar que la parte salobre de las cuencas (bajo el nombre "desembocaduras de ríos") es también parte del sistema marino, como elemento de las Aguas Marinas Interiores, AMIs (Ley Federal del Mar) y que los elementos de las AMIs físicamente ocupan la subfranja de las planicies costeras que varios esquemas denominan "tierras de marea". Esto favorece la identificación de elementos paisajísticos comunes a varios sistemas. También conviene visualizar que esta subfranja es esencialmente acumulativa, pero al mismo tiempo es la que se comunica directamente con el océano.

Además, aunque no se considera en el esquema, conviene señalar que, en conjunto, el territorio emergido presenta en sentido vertical una interfase sólido-gaseoso, con discontinuidad en el estado de la materia.

B. Dentro del territorio cubierto por agua.

B.1. En sentido altitudinal puede distinguirse la interfase líquido-líquido, marcada por una discontinuidad en el grado de estratificación (ó su contraparte, el grado de mezcla). Esto define dos grandes franjas: la de las aguas costeras, más mezcladas, y la de las aguas oceánicas, más estratificadas (frontera 6, Fig. 2). Esta separación se establece tradicionalmente en el borde de plataforma (200 m de profundidad) pero las aproximaciones más modernas (Mittelstaedt, 1991) prefieren asociar la separación no con una línea sino con el ecotono "aguas de

plataforma-aguas de talud” (hasta 2 000 m de profundidad) que define una tercera franja, intermedia entre las dos anteriores.

En este punto conviene señalar, aunque no se muestra en el esquema, que la interfase y discontinuidad entre aguas estratificadas y aguas mezcladas son la expresión sintética de interfases y discontinuidades que ocurren en sentido vertical: la interfase sólido-líquido entre el fondo y la columna de agua, y las discontinuidades en el grado en que ambos interactúan según la profundidad de la columna de agua, que es a su vez función de la batimetría. También debe señalarse que toda la superficie del agua presenta en sentido vertical una interfase líquido-gaseoso, con discontinuidad marcada por cambio en el estado de la materia.

B.3. En siguiente término, deben ubicarse latitudinalmente las interfases líquido-líquido marcadas por discontinuidades en valores promedio de temperatura y salinidad, propias de diferentes masas de agua, y a favor de las cuales se han realizado las regionalizaciones del medio marino (frontera 7, Fig. 2). Estas variaciones latitudinales deben identificarse tanto en la franja costera como en la franja oceánica, ya que no necesariamente coinciden, y es probable que los espacios costeros tengan mayor extensión latitudinal que los oceánicos (Longhurst, 1998).

B.4. A su vez, dentro de las aguas de plataforma debe hacerse una separación fundamental para estudios costeros: la porción más pegada a la línea de costa, ó “aguas de plataforma encarriladas a la costa” y la porción restante, hacia el océano abierto, ó “aguas abiertas de plataforma”. La frontera entre ambas es una

interfase líquido-líquido. La discontinuidad se establece por la dirección predominante del flujo (a lo largo de la costa en la franja encarrilada a la costa; sin dirección predominante en la otra franja) (frontera 8, Fig. 2). La franja encarrilada a la costa es el receptor directo de las descargas desde tierra, y es más retentiva. La franja encarrilada fuera de la costa es el receptor en segunda instancia de las descargas desde tierra, y es más disipador. A su vez, todas las indentaciones y curvilinearidades de las líneas de costa que se introducen en las planicies costeras conforman las aguas marinas interiores. Entre ellas y las aguas adyacentes se presenta una interfase líquido-líquido, donde la discontinuidad se establece por la vigencia relativa de funciones forzantes (solo mareas en las aguas marinas interiores; más vigencia del oleaje por fuera de ellas) (frontera 9, Fig. 2).

La franja de las AMIs equivale esencialmente a la franja de las Tierras de Marea pero es una figura operativamente más completa. Por un lado, permite tratar unitariamente elementos geomórficos que habitualmente se tratan en forma separada (esencialmente, lagunas costera y bahías). Por el otro, incluye a los deltas de los ríos, que también pertenece formalmente a las cuencas hidrográficas, y permite enlazar ambos sistemas a través de un rasgo paisajístico común a ambos. Por último, permite integrar a los puertos (un rasgo paisajístico esencialmente antropogénico) a la dinámica hidrológica del espacio mayor que los contiene, en una aproximación conveniente para el manejo costero.

7.1.2.2. Los límites antropogénicos.

Sobreimpuesto a este esquema funcional, basado en rasgos físicos del territorio, pueden existir espacios definidos con otros criterios. Es pertinente examinarlos,

porque generalmente las instancias administrativas y académicas se ven obligadas a delimitar *escenarios* particulares sin referencia explícita a las relaciones funcionales que los enmarcan, y por ende soslayan inadvertidamente las exterioridades que afectan a su espacio.

En esos casos, la inspección conjunta del *escenario* particular (espacio de interés inmediato) así como del *espacio administrativo* y del *espacio funcional* que lo contienen es imprescindible. Dos grandes resultados pueden emerger:

(a) *Los elementos funcionales están contenidos en los límites del espacio administrativo* (límite antropogénico tipo a, fronteras 10, Fig. 2). En este caso, cualquier efecto debido a una función forzante está bajo el control administrativo, que eventualmente puede denegar permisos para ciertas actividades. Como ejemplos en México pueden citarse los municipios costeros cuyo límite continental se extiende más allá de las planicies costeras, incluyendo al menos una parte de las tierras altas (por ejemplo, en el estado de Baja California). En ese caso, las tierras altas, y por tanto su potencial influencia sobre las tierras bajas (exterioridad fija) están bajo el control del municipio, con cierta capacidad para denegar permisos a actividades que lo afecten negativamente.

(b) *Los elementos funcionales se extienden por fuera de los límites administrativos* (límite antropogénico tipo b, fronteras 11, Fig. 2). En este caso, se impone incluir como externalidad a los elementos que, estando afuera del espacio de interés, ejercen influencia sobre el mismo.

Como casos en México puede citarse la contraparte del ejemplo anterior, es decir, cuando el límite continental de los municipios costeros está contenido en las

planicies costeras, no incluyendo a buena parte de ellas ni a las tierras altas (por ejemplo, en el estado de Tamaulipas). En esos casos, la potencial influencia negativa sobre las tierras más bajas es una exterioridad fija fuera del control del municipio, que solo podría eventualmente negociar esta externalidad con las actividades de las tierras altas y el resto de la planicie costera.

Otro caso, en el gradiente latitudinal, es el de los límites marinos comprendidos dentro de espacios funcionales mucho mayores. Por ejemplo, sobre el Pacífico, el límite internacional está contenido en la Corriente de California, y específicamente dentro de la Zona III de la misma, según la define la US Globec (1992), conformando un caso de cuenca marina cuya unidad funcional es compartida entre dos diferentes países.

Los límites del EZC

La delimitación del EZC constituye un caso particular de establecimiento de límites, ya que por su origen histórico relativamente reciente, y por las motivaciones de manejo que lo impulsan, guarda una relación laxa con los rasgos físicos y/o antropogénicos del territorio.

El propósito de este inciso es mostrar las alternativas que existen para posicionar el EZC dentro del esquema de franjas paralelas a la línea de costa.

El examen de los seis esquemas existentes escogidos para este propósito mostró una variedad de alternativas, con diferente grado de uso de límites físicos, y distancias arbitrarias a partir de puntos de referencia (Fig. 3).

El esquema de Merino (1987) es el más clásico y acoplable con el esquema de franjas. Descansa sobre rasgos físicos bien establecidos, fijando el límite oceánico

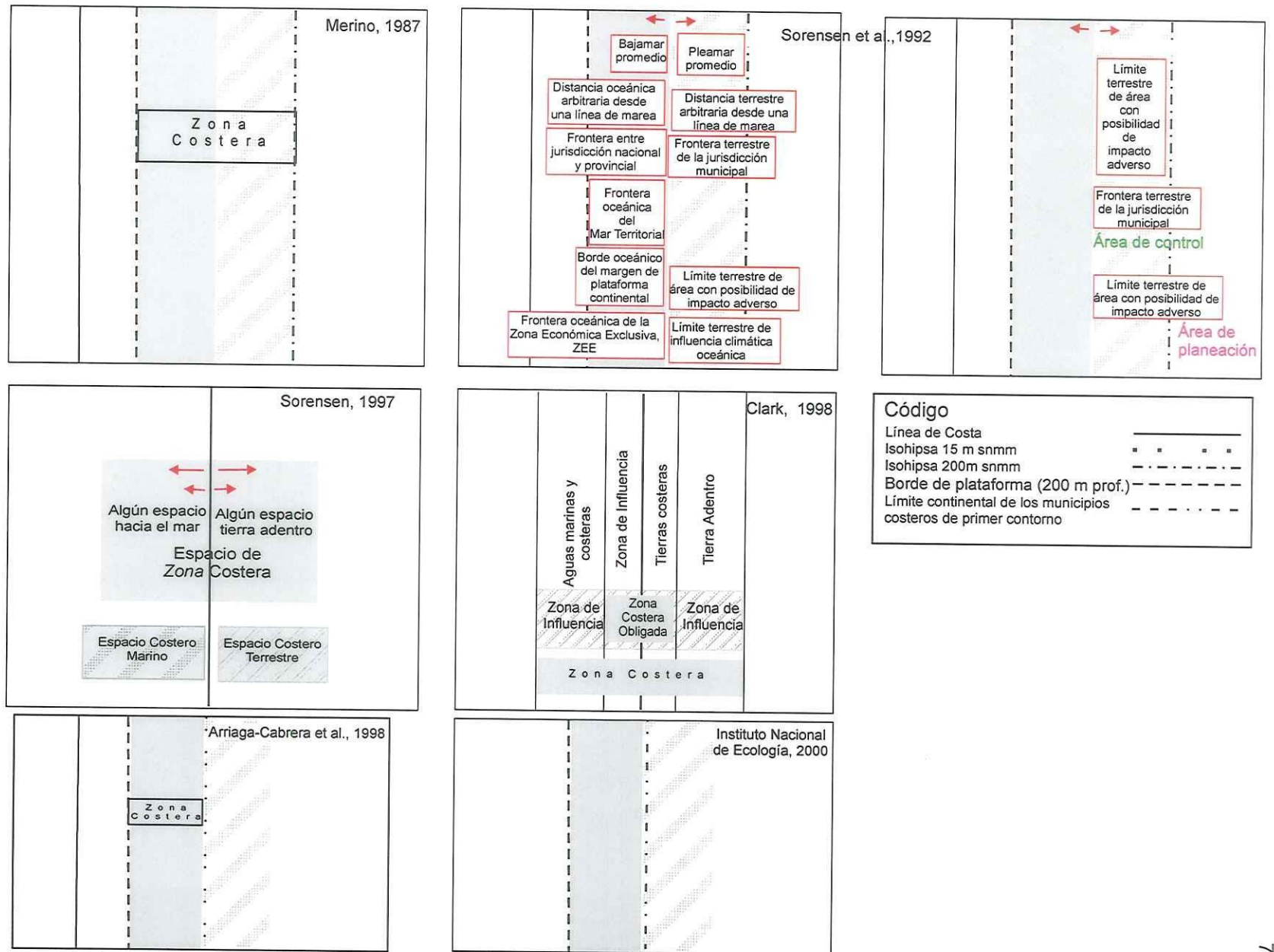


Figura 3. Posibles límites del espacio de zona costera dentro del esquema de franjas paralelas a la línea de costa.

en la isobata de los 200 m de profundidad, o borde de plataforma, y el límite terrestre en la isohipsa de los 200 m.

El esquema de Sorensen et al. (1992) organiza las opciones posibles hasta ese momento, sin ceñirse demasiado a rasgos físicos específicos. El esquema presentado por el mismo autor pocos años más tarde (Sorensen, 1997) representa un cambio cualitativo en la aproximación, al tomar la línea de costa como rasgo exclusivo de la Zona Costera, con límites variables hacia tierra y hacia el mar, pero reteniendo la tríada indispensable, y dando cabida a otros espacios cercanos a la costa ya sea desde tierra o mar.

El esquema de Clark (1998) define cuatro franjas y aunque no establece límites formales ni rasgos físicos específicos, estos pueden deducirse de la definición de cada franja. Este esquema también representa un cambio cualitativo en la aproximación, al distinguir un núcleo formado por las dos franjas centrales, que formarían la *Zona Costera Obligada* (Statutory Coastal Zone) y las dos franjas por fuera de cada una de ellas como *Zona de Influencia* tanto desde el lado oceánico como terrestre.

El esquema de Arriaga-Cabrera et al. (1998) toma rasgos físicos como límites: el oceánico en el borde de plataforma, y el terrestre en la isohipsa de los 15 m snmm.

El esquema del Instituto Nacional de Ecología (2000) combina un rasgo físico con uno administrativo, estableciendo el límite oceánico en el borde de plataforma y el terrestre en el borde interno de los municipios de 1er contorno.

Resumen Operativo (Fig. 4)

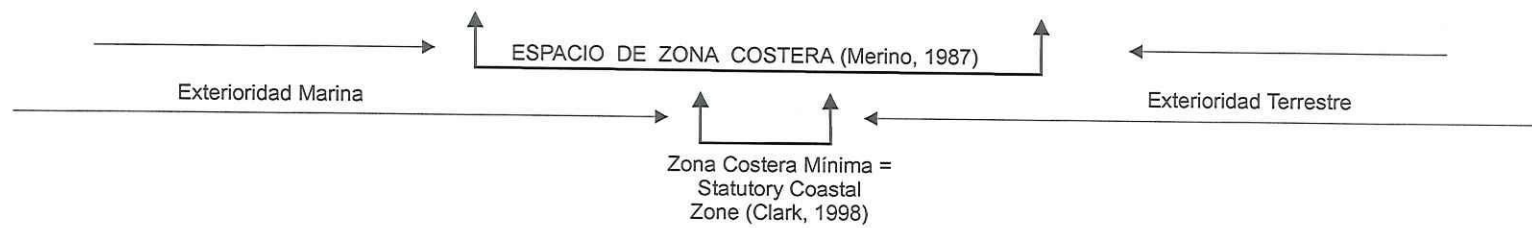
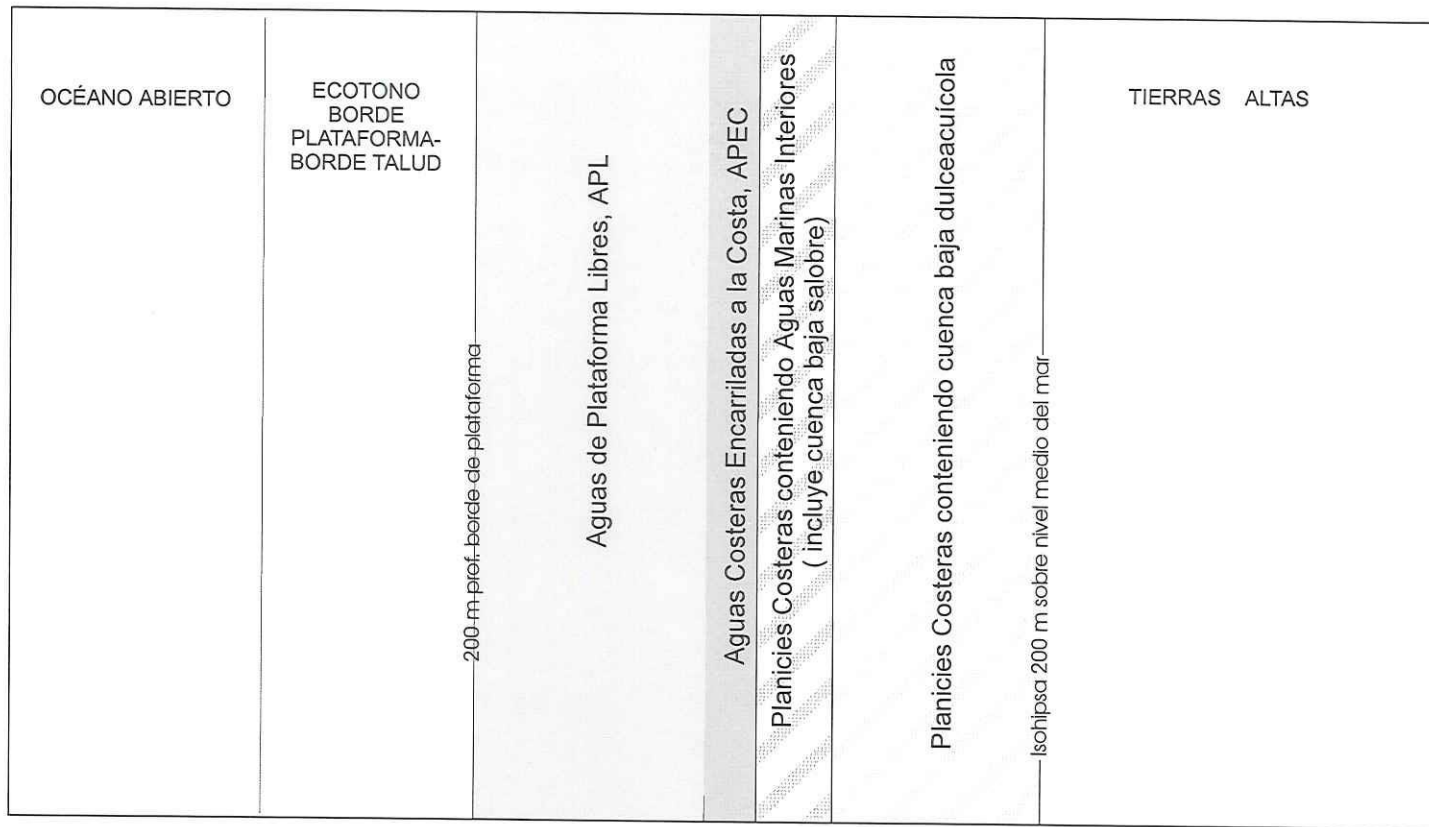


Figura 4. El esquema de franjas funcionales del Espacio de Zona Costera: resumen operativo e implicancias para el manejo.

En un corte tierra-mar tendríamos las siguientes franjas funcionales definibles por rasgos físicos permanentes del territorio: (1) Tierras Altas, conteniendo cuenca alta; (2) Planicies Costeras conteniendo cuenca baja dulceacuícola; (3) Planicies Costeras conteniendo cuenca baja salobre y otras figuras de las Aguas Marinas Interiores (=tierras de marea); (4) Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa (= coastal boundary layer; shoreface entrainment volumen; nearshore); (5) Aguas Costeras Libres (= aguas libres de plataforma; offshore entrainment volume); (6) Transición Plataforma-Talud; (7) Océano Abierto, o verdadero océano.

Dentro de este esquema, el EZC se ubica en el centro, conformado por las franjas 2, 3, 4 y 5, donde las 3 y 4 formalizarían los límites funcionales de la Statutory Coastal Zone (Clark, 1998) bajo el nombre de "Zona Costera Obligada" ó "Zona Costera Mínima" (Fig. 4).

7.1.5. Conceptualización Sistémico-Paisajística

El esquema de franjas paralelas a la línea de costa, y dentro de él, el EZC, puede tratarse en términos de discontinuidades espaciales, y de procesos que en ellas experimentan un cambio abrupto en su tasa o dimensión.

En términos más estáticos de heterogeneidad espacial, todo el esquema de franjas paralelas a la costa puede verse como un *sistema heterogéneo no dividido*, como un *mosaico de n-elementos de n-tipos*, o como un *mosaico de parches con un arreglo zonificado* (ver Apéndice 1). En esos términos, el EZC puede verse como un gran gradiente acuático-terrestre formado por la unión de dos gradientes latitudinales continuos (regiones marinas; regiones terrestres).

En términos más dinámicos, de sistemas complejos y paisaje, el EZC sería un *espacio de interés*, que geográficamente se constituye como un *recorte de dos espacios mayores (el territorio emergido, y el territorio sumergido)* e incluye a la línea de costa como formalización del ecotono acuático terrestre. Las condiciones de contorno jerárquicamente primarias, así como las exterioridades, se establecen en ese marco, que a su vez contiene cualquier otra subdivisión, con sus correspondientes condiciones de contorno.

En este gran marco de referencia, o visión pre-analítica, cualquier escenario particular puede posicionarse y referenciarse funcionalmente, y sus exterioridades pueden visualizarse.

7.2. Macroescala (1:4 000 000 a 1: 5 500 000).

7.2.1. Análisis de Contorno.

El perímetro de México tiene 11 592 Km. de longitud y se desarrolla sobre dos grandes océanos, Pacífico al Oeste, y Atlántico al Este. El territorio emergido tiene 1 192 547 km². El territorio marino tiene 3 149 920 km². El perímetro representa la interfase acuático-terrestre, que es característica del EZC.

Con base solamente en los dos grandes bloques primarios (territorio emergido, territorio sumergido, y el perímetro como zona de contacto entre ambos) es posible hacer un análisis de contorno, con sus dos aproximaciones básicas: forma de la interfase, y formalización de la misma. Este análisis descansa sobre el concepto de que la forma de la superficie de contacto influye sobre el movimiento de objetos a lo largo del límite. Es decir, que a una misma tasa de intercambio *entre* límites (e.g., descargas desde tierra) un cuerpo receptor con contacto rectilíneo dispersará más y retendrá menos, y un cuerpo receptor con contacto cóncavo o sinuoso dispersará menos y retendrá más (ver apéndice I).

7.2.1.1. La Interfase Acuático-Terrestre

Se identificaron tres tipos de contacto: contacto rectilíneo (porciones del Pacífico Templado y del Pacífico Tropical); contacto cóncavo (Golfo de México; Mar Caribe; golfos de Ulloa y Tehuantepec); contacto fuertemente cóncavo (Golfo de California; Bahía Vizcaíno). Debe notarse que el Mar Caribe define contacto cóncavo tomado como un todo, aunque en la porción correspondiente a México el contacto es rectilíneo (Fig. 5).

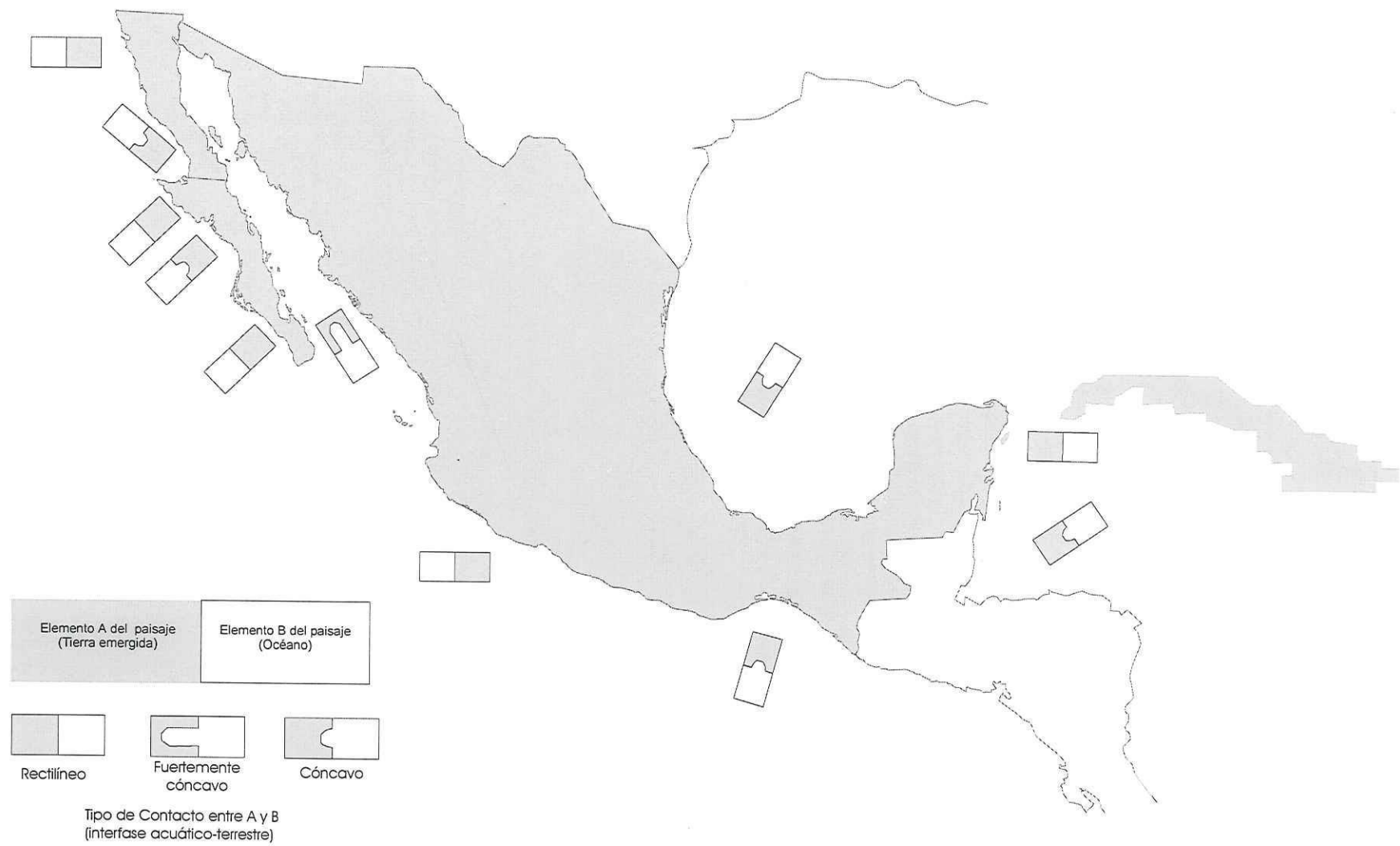


Figura 5. Análisis de contorno de la interfase tierra-mar de México.

En el conjunto de contactos cóncavos y fuertemente cóncavos están incluidos los mares marginales (Golfo de México; Mar Caribe; Golfo de California) y también Bahía Vizcaíno, Golfo de Ulloa, y Golfo de Tehuantepec. Las tres últimas son inflexiones de macroescala que se definen dentro de mares abiertos (Bahía Vizcaíno y Golfo de Ulloa en el Pacífico Templado; el Golfo de Ulloa en el Pacífico Tropical). Para estas inflexiones se propone el nombre de *Bahías Marginales*.

Sobre esos resultados, el conjunto de mares que rodean a México puede verse como un mosaico de mares marginales y de mares abiertos; dentro de estos últimos, a su vez, se definen porciones de márgenes costeras francas y porciones de bahías marginales.

7.2.1.2. Curvilínearidad

El valor del Índice de Curvilínearidad, calculado sobre escala 1: 5 500 000, fue de 1.7 (9 213 km de perímetro real *versus* 5 390 km de perímetro lineal, sin inflexiones). El valor del Índice Ponderado fue de 0.7 (Fig. 6).

Esto indica que el perímetro real de México es 0.7 veces mayor que el que se mediría si no existieran las grandes inflexiones de los mares y bahías marginales. Este resultado refuerza los del inciso anterior, y muestra más analíticamente la presencia del mosaico de mares marginales y mares abiertos, con sus porciones de márgenes costeras francas y de bahías marginales.

7.2.2. El esquema de franjas paralelas a la línea de costa a la luz del Análisis de Contorno.

Los resultados del Análisis de Contorno sugieren la conveniencia de adoptar un esquema de clasificación del medio marino que contemple formalmente dos

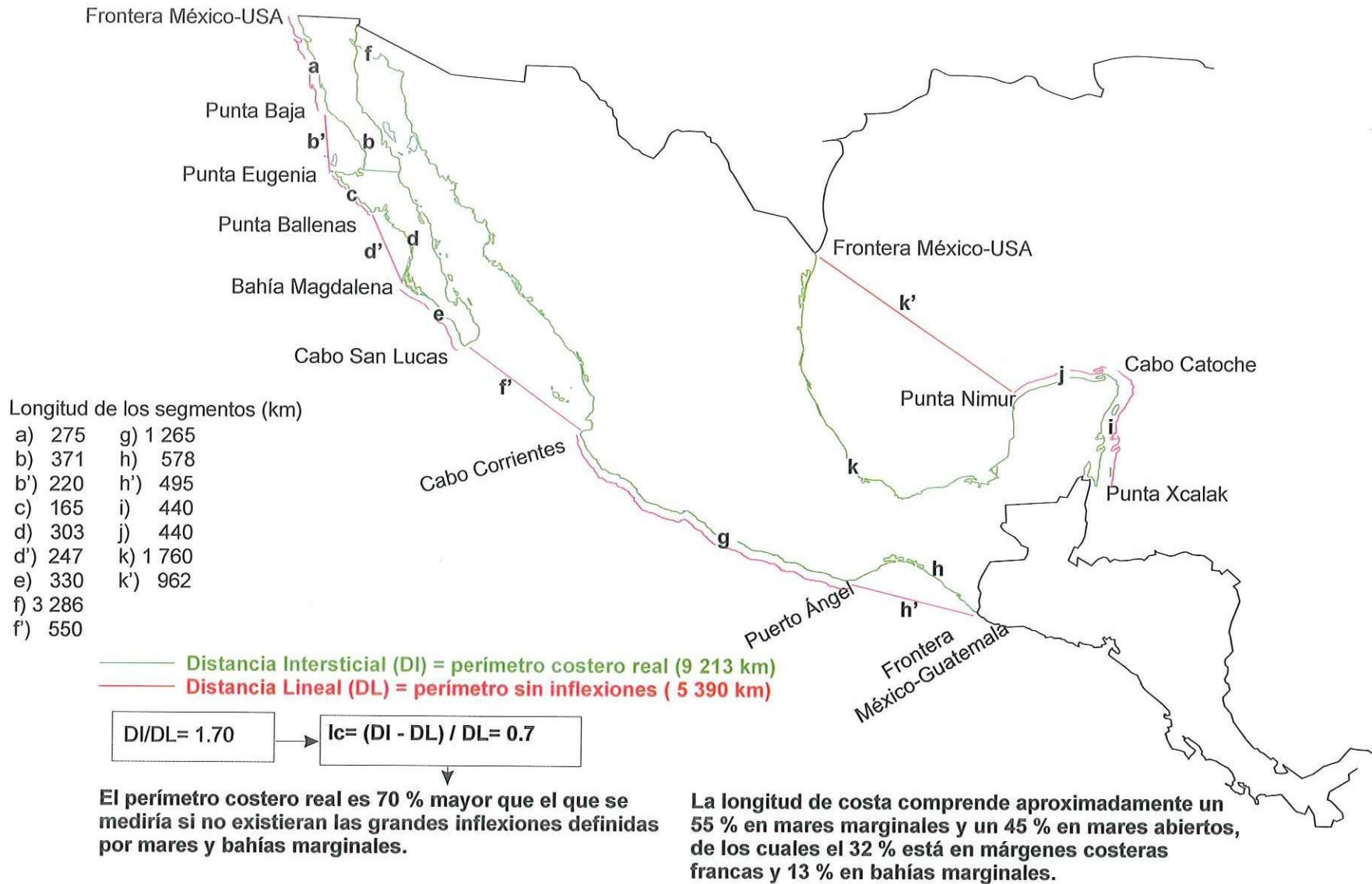


Figura 6. Análisis de Curvilinearidad del perímetro costero de México (sobre cartografía 1: 5 500 000)

grandes jerarquías (Mares Abiertos; Mares Marginales) y que admita además la figura de Bahías Marginales a fin de contextualizar, dentro de los Mares Abiertos, las porciones de márgenes costeras francas y las grandes inflexiones de Bahía Vizcaíno y Golfos de Ulloa y Tehuantepec (Tabla I).

Tabla I. Los mares de México a la luz del análisis de contorno

| Tipo de mar | | Longitud relativa del perímetro | | Representación en | | |
|-------------|------------------------------|------------------------------------|------|-------------------|-----------|-----|
| | | | | Pacífico | Atlántico | |
| Abierto | Márgenes Costeras Francas | 22 % | 35 % | | El 100 % | 0 % |
| | Bahías Marginales | 13 % | | | | |
| | Marginal | Golfo de California | 36 % | 36 % | | |
| | Golfo de México | 24 % | 29 % | | | |
| | Mar Caribe | 5 % | | | | |

El siguiente paso fue explorar el modo en que la condición de mares abiertos y semicerrados podría modificar el esquema de franjas paralelas a la costa, básicamente la comunicación con el océano abierto verdadero. La exploración gráfica se situó en un referente que permite apreciar a los mares marginales, la margen costera y el verdadero océano, y el espacio marino de México (Fig. 7).

Se observa que sólo en los mares abiertos, y dentro de estos, sólo en las porciones de márgenes costera francas, el esquema de franjas se desarrolla en las condiciones ideales presentadas en el capítulo anterior. En las porciones de bahías marginales, toda la franja de las AMIs, y al menos parcialmente las franjas

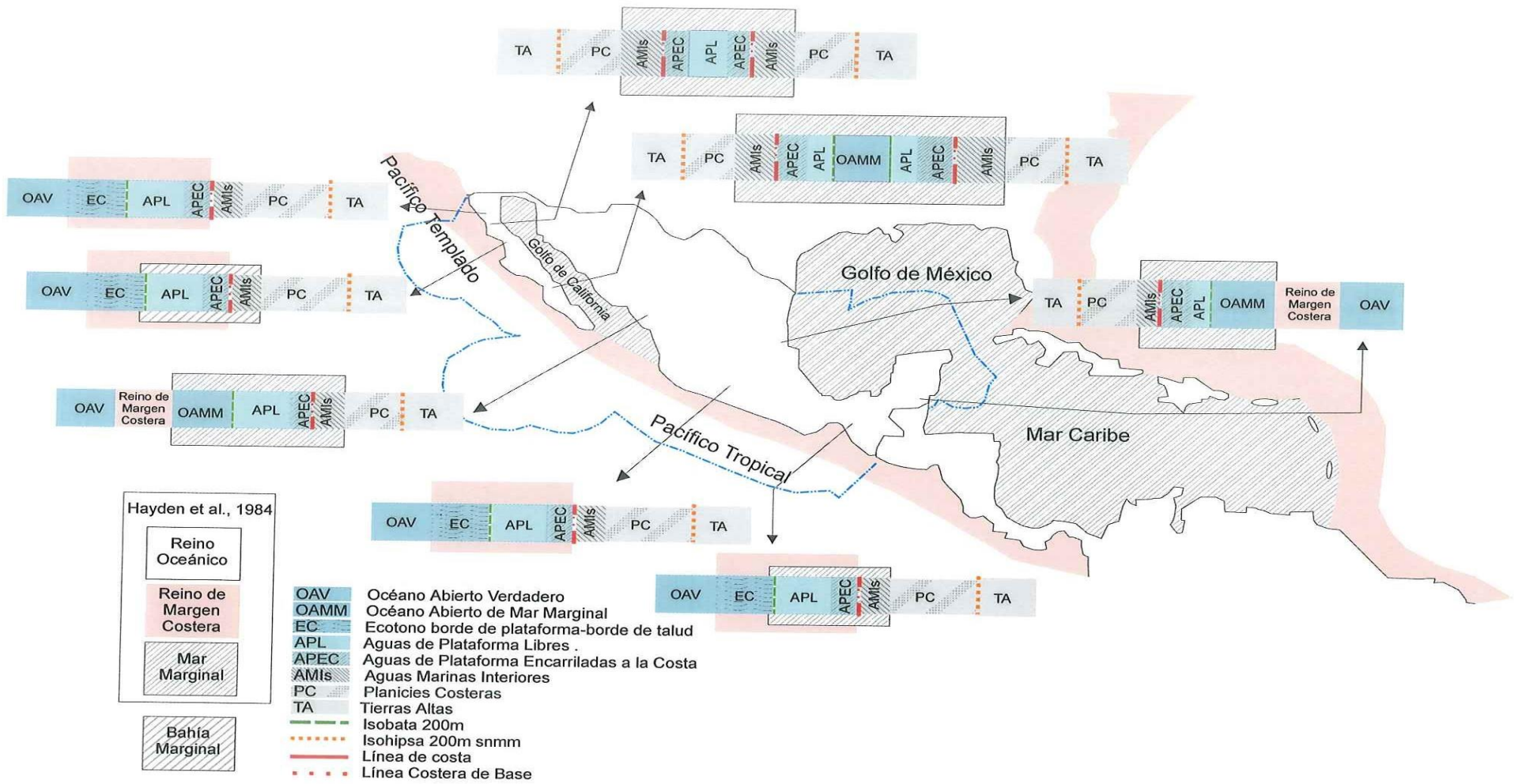


Figura 7. El esquema de franjas paralelas a la costa en el contexto de mares abiertos y semicerrados (marginales)

de las aguas de plataforma, están contenidas en esa inflexión de macroescala, que teóricamente impone restricciones al intercambio de aguas.

En los mares marginales la situación es globalmente más compleja, ya que al estar aislados del verdadero océano, del que los separa la margen costera, todas las franjas están contenidas en esa gran inflexión de macroescala, y pueden anticiparse influenciadas por ella. En este caso, es necesario acuñar el término "Océano Abierto de Mar Marginal" para las aguas por fuera de las de plataforma, y así distinguirlo del Océano Abierto Verdadero que se desarrolla más allá del borde de talud.

La situación descrita en el párrafo anterior se aplica sin restricciones al Golfo de México y Caribe, y en la boca del Golfo de California. En el cuerpo del Golfo de California la situación es mucho más compleja, básicamente porque parte de las franjas se desarrollan espectralmente sobre el lado peninsular y el lado continental y convergen a una franja común, no relacionada en modo obvio con la comunicación hacia el verdadero océano (Aguas de Plataforma Libres en la parte norte; Océano Abierto de Mar Marginal en el centro).

7.2.3. Correcciones Precautorias para Capacidad de Limpieza.

Este inciso se desprende de los resultados del anterior, mostrando que en el medio receptor, el esquema de franjas paralelas a la costa es modificado por condiciones de macroescala tales como bahías marginales y mares marginales. Su propósito fue generar una guía operativa que resumiera en términos relativos, más que absolutos, la capacidad de limpieza del medio receptor, como un paso potencialmente útil en la programación de la carga del entorno (uso del suelo).

7.2.3.1. Código general para representar en términos relativos la capacidad de limpieza.

Ordenando los tipos de mares y las franjas del medio receptor en gradientes de capacidad de autopurificación, y combinando ortogonalmente los dos gradientes se obtiene una matriz que representa en términos relativos la capacidad de limpieza de espacios costeros particulares (Tabla II).

Esta tabla trata de transmitir la idea de que la condición jerárquicamente mayor, impuesta por el tipo de mar, modifica la condición propia de las franjas, que pasa a ser subordinada. De este modo, aún el Océano Abierto, que habitualmente se asocia con alta capacidad de autopurificación, está limitada en las mayores inflexiones de macroescala (mares marginales).

7.2.3.2. Corrección para Fragilidad

Para esto, se debe retrabajar el código anterior en términos de fragilidad del medio receptor. Se obtiene así una tabla similar a la Tabla II, pero con los valores numéricos desplegados en secuencia invertida (Tabla III). Los valores pueden incorporarse sin dificultad como un descriptor más de la fragilidad estructural de los medios receptores.

7.2.3.3. Ejercicio de presión/respuesta

Los datos de Padilla y Sotelo (2000) permiten calcular que entre 1950 y 1965 ocurrió un incremento de 6.4 % en la población costera de Baja California.

Sin embargo, el expresar este incremento en forma global para todo el estado no permite apreciar los matices en los diferentes medios receptores que rodean al estado.

Tabla II. Código general para representar en términos relativos la capacidad de limpieza de las franja del medio receptor en función de las condiciones de macroescala dadas por los tipos de mar.

| Franjas del medio receptor | | OCEANO ABIERTO (por fuera de aguas de plataforma) | OCEANO COSTERO (Aguas de Plataforma) | | PLANICIES COSTERAS | | |
|---|--|--|---|--|--------------------------------|--------------------|--|
| | | | Aguas de Plataforma Libres, APL | Aguas Plat. Encarriladas a la Costa, APEC | Aguas Marinas Interiores, AMIs | Planicies Costeras | |
| Tipo de Mar | | OCEANO ABIERTO Capacidad de Limpieza Alta (3) | APL, Capacidad de Limpieza Media (2) | APEC + AMIS Capacidad de Limpieza Baja (1) | | | |
| ABIERTO Capacidad de Limpieza Alta (3) | Margenes Costeras Francas (3) | 3 | 2.5 | 2 | | | |
| | | California Bahías Marginales (3) | 3 | 2.5 | 2 | | |
| | Margenes Costeras Francas (3) | 3 | 2.5 | 2 | | | |
| | | Pacífico Tropical Bahías Marginales (3) | 3 | 2.5 | 2 | | |
| | SEMICERRADO con mayor capacidad de autopurificación. Capacidad de Limpieza Media (2) | Golfo de México | 2.5 | 2 | 1.5 | | |
| | | Mar Caribe | | | | | |
| SEMICERRADO con menor capacidad de autopurificación. Capacidad de Limpieza Baja (1) | Golfo de California | Boca (1) | 2 | 1.5 | 1 | | |
| | | Cuerpo Centro (1) | 2 | 1.5 | 1 | | |
| | | Cuerpo Norte (1) | 2 | 1.5 | 1 | | |

Tabla III. Código general para representar en términos relativos la fragilidad de las franjas del medio receptor en función de las condiciones de macroescala dadas por los tipos de mar.

| Franjas del medio receptor | | OCEANO ABIERTO (por fuera de aguas de plataforma) | OCEANO COSTERO (Aguas de Plataforma) | | PLANICIES COSTERAS | |
|--|--|--|---|---|--------------------------------|--------------------|
| | | | Aguas de Plataforma Libres, APL | Aguas Plat. Encarriladas a la Costa, APEC | Aguas Marinas Interiores, AMIs | Planicies Costeras |
| Tipo de Mar | | OCEANO ABIERTO Fragilidad Baja (1) | APL Fragilidad Media (2) | APEC + AMIS Fragilidad Alta (3) | | |
| ABIERTO Fragilidad Baja (1) | Margenes Costeras Corriente de California | Francas (1) | 1 | 1.5 | 2 | |
| | | Bahías Marginales (1⁺) | 1 ⁺ | 1.5 ⁺ | 2 ⁺ | |
| | Margenes Costeras Pacífico Tropical | Francas (1) | 1 | 1.5 | 2 | |
| | | Bahías Marginales (1⁺) | 1 ⁺ | 1.5 ⁺ | 2 ⁺ | |
| SEMICERRADO con mayor capacidad de autopurificación. Fragilidad Media (2) | Golfo de México | | 1.5 | 2 | 2.5 | |
| | Mar Caribe | | | | | |
| SEMICERRADO con menor capacidad de autopurificación. Fragilidad Alta (3) | Golfo de California | Boca (3) | 2 | 2.5 | 3 | |
| | | Cuerpo Centro (3⁺) | 2 ⁺ | 2.5 ⁺ | 3 ⁺ | |
| | | Cuerpo Norte (3⁺⁺) | 2 ⁺⁺ | 2.5 ⁺⁺ | 3 ⁺⁺ | |

Para visualizarlo, se le aplicó una corrección acorde con los valores de fragilidad propuestos en el inciso 7.2.3.2 (Tabla IV).

Tabla IV. Correcciones correspondientes a cada valor de fragilidad del medio receptor, aplicadas en el ejercicio de presión/respuesta.

| FRAGILIDAD | CORRECCION |
|------------|------------|
| 1 | 1 |
| 1+ | 1.1 |
| 1.5 | 1.5 |
| 1.5 + | 1.6 |
| 2 | 2 |
| 2 + | 2.1 |
| 2 ++ | 2.3 |
| 2.5 | 2.5 |
| 2.5 + | 2.6 |
| 2.5 ++ | 2.8 |
| 3 | 3 |
| 3 + | 3.1 |
| 3 ++ | 3.3 |

La corrección pretende mostrar numéricamente la conveniencia de relativizar valores absolutos de carga del entorno según la capacidad asimilativa del receptor. Los resultados muestran una dramática diferencia tanto en sentido longitudinal (franjas) como en sentido latitudinal (tipos de mar) (Tabla V).

Se observa por ejemplo, que el aumento del 6.40 % aplicaría sólo si los efluentes de dicha carga poblacional fueran emitidos al océano abierto en una margen costera franca del Pacífico Templado (Corriente de California) pero equivaldría a un aumento del 21.12 % si fueran emitidos a la porción norte del Golfo de California.

7.2.4. El Espacio de Zona Costera (EZC)

7.2.4.1. El Espacio Geográfico-Administrativo.

Las planicies costeras (espacio del territorio emergido comprendido entre los 0 y los 200 m snmm) forman un cinturón de 486 591 km² (25% de la superficie total del país) (Fig. 8 a). En términos de sistemas, representan el enlace que el territorio emergido ofrece al EZC (ver Figs. 2 y 4).

En términos políticos, existen 17 estados costeros, sobre un total de 32 estados. Los estados costeros forman un cinturón de 1 109 183 Km² (56% de la superficie del país). Once de ellos están en la costa Oeste, sobre el Pacífico y Golfo de California. De ellos, tres tienen frontera internacional (Baja California, Sonora, y Chiapas). Los seis estados restantes se ubican en la costa Este, sobre el Golfo de México y el Mar Caribe, y dos de ellos tienen frontera internacional (Tamaulipas y Quintana Roó) (Fig. 8 b).

Tabla V. Escenario de presión/respuesta con base en la fragilidad del medio receptor (casilleros con barra diagonal):
 aumento del 6.4 % de la población costera de Baja California ocurrido entre 1950 y 1995 (Padilla y Sotelo, 2000).

| Franjas del medio receptor | | OCEANO ABIERTO (por fuera de aguas de plataforma) | OCEANO COSTERO (Aguas de Plataforma) | | PLANICIES COSTERAS | | |
|---|-------------------------|--|---|---|--------------------------------|--------------------|--|
| | | | Aguas de Plataforma Libres, APL | Aguas Plat. Encarriladas a la Costa, APEC | Aguas Marinas Interiores, AMIs | Planicies Costeras | |
| Tipo de Mar | | OCEANO ABIERTO Fragilidad Baja (1) | APL Fragilidad Media (2) | APEC + AMIS Fragilidad Alta (3) | | | |
| ABIERTO Fragilidad Baja (1) | Corriente de California | Margenes Costeras Francas (1) | 1 / 6.40 | 1.5 / 9.60 | 2 / 12.80 | | |
| | | Bahías Marginales (1 ⁺) | 1 ⁺ / 7.04 | 1.5 ⁺ / 10.24 | 2 ⁺ / 13.44 | | |
| | | Margenes Costeras Francas (1) | 1 | 1.5 | 2 | | |
| | Pacífico Tropical | Bahías Marginales (1 ⁺) | 1 ⁺ | 1.5 ⁺ | 2 ⁺ | | |
| | | Golfo de México | | 1.5 | 2 | 2.5 | |
| | | Mar Caribe | | | | | |
| SEMICERRADO con mayor capacidad de autopurificación. Fragilidad Media (2) | Golfo de California | Boca (3) | 2 | 2.5 | 3 | | |
| | | Cuerpo Centro (3 ⁺) | 2 ⁺ / 13.44 | 2.5 ⁺ / 16.64 | 3 ⁺ / 19.84 | | |
| | | Cuerpo Norte (3 ⁺⁺) | 2 ⁺⁺ / 14.72 | 2.5 ⁺⁺ / 17.92 | 3 ⁺⁺ / 21.12 | | |
| | | | | | | | |

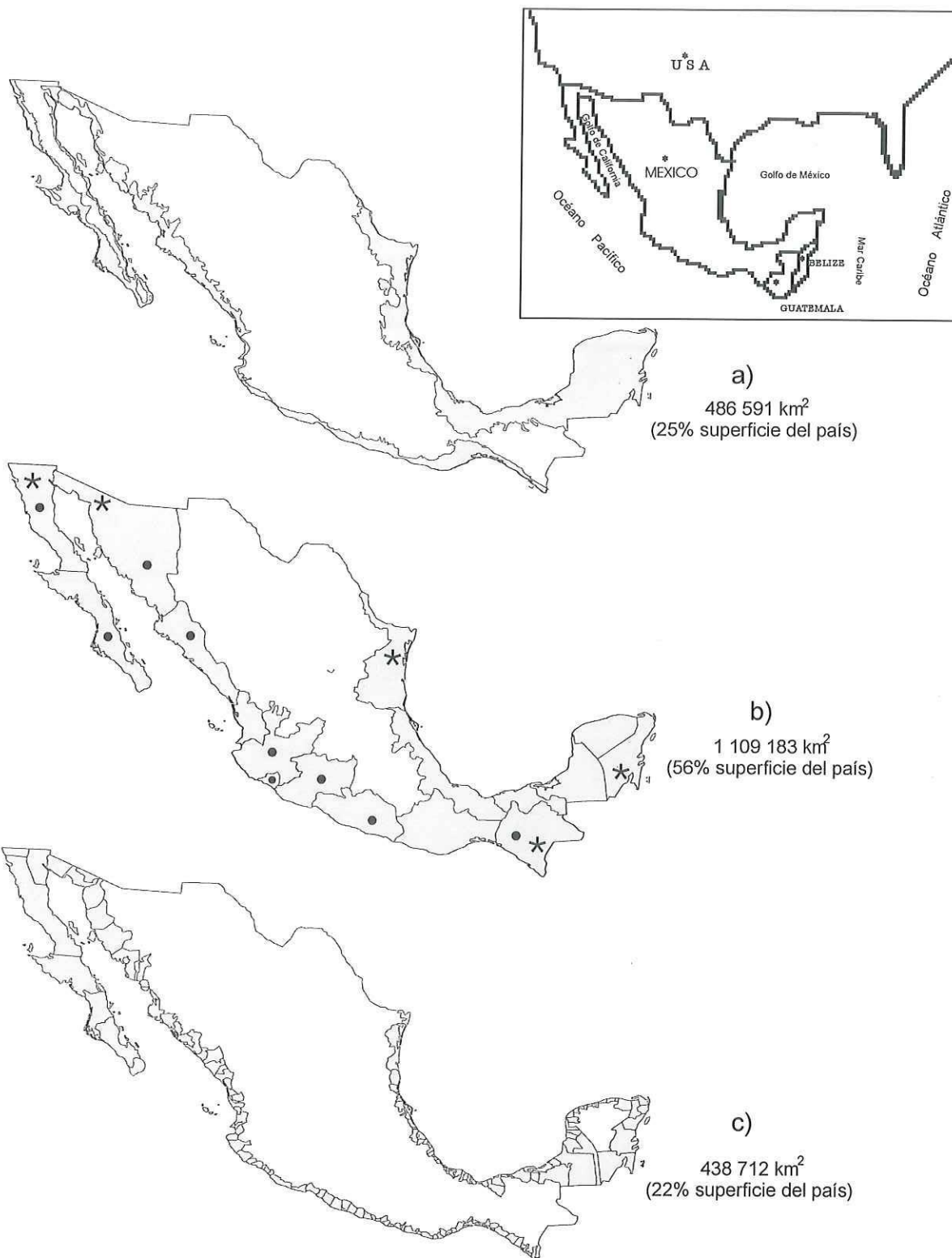


Figura 8. Las planicies costeras (a) los estados costeros (b) y los municipios costeros (c) de México. El asterisco (*) indica estados con frontera internacional y el punto (●) los estados costeros donde el límite continental de los municipios de primer contorno excede a las planicies costeras.

Dentro de los estados costeros, los llamados “municipios de primer contorno”, que son los colindantes con el mar, forman un cinturón de 438 712 km² (22% de la superficie total del país). En nueve estados el límite continental de los municipios de primer contorno está localizado tierra adentro respecto de la isohipsa de los 200 m snmm (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Guerrero, Jalisco, Chiapas, Michoacán, y Colima). En esos casos, el límite municipal de primer contorno conforma una frontera tipo a según se vio en capítulo 1. En los ocho restantes el límite continental de los municipios de primer contorno está localizado tierra adentro respecto de la isohipsa de los 200 m snmm (Quintana Roó, Veracruz, Oaxaca, Campeche, Tamaulipas, Yucatán, Nayarit, y Tabasco). En esos casos, el límite municipal conforma una frontera tipo b según se vio en el capítulo 1 (Fig. 8 c).

7.2.4.2. El Espacio Costero Terrestre

Son seis las Regiones Hipsográficas de la margen costera (RHs) que se definen en el espacio costero terrestre de México, aunque subdividiendo la RH 6 según que tenga o no drenaje superficial, resultan en la práctica siete RHs (Fig. 9).

RH 1, Sierras Peninsulares de Baja California. Comprende el norte de la costa occidental de la Península de California y toda la costa oriental de la misma. Es angosta (aproximadamente 16-20 k.)

RH 2, Llanura Costera de Vizcaíno-Magdalena. Abarca la parte sur de la costa occidental de la Península de California y, en contraste con la anterior RH, es más amplia (16-120 k)

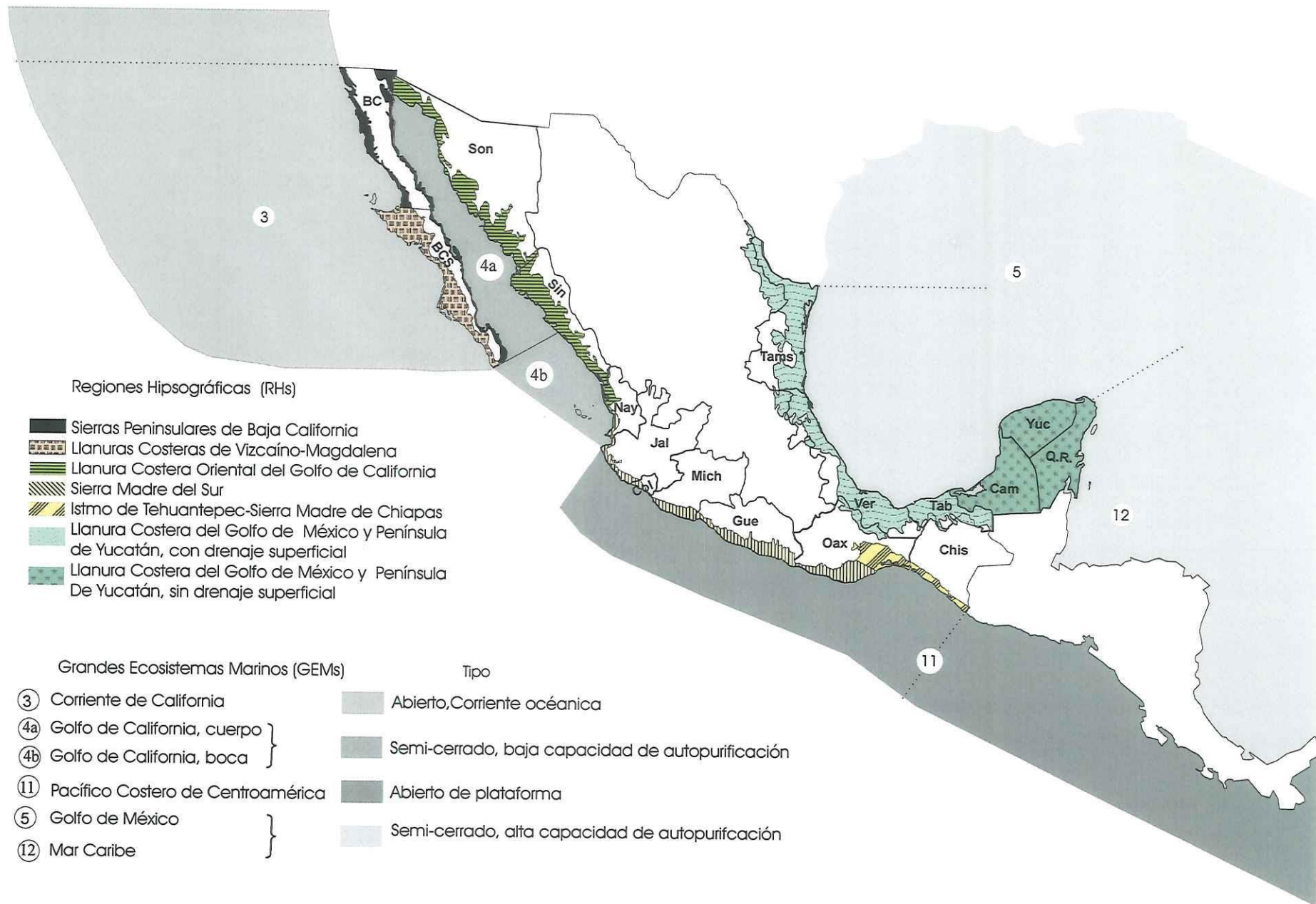


Figura 9. Los gradientes latitudinales considerados en este trabajo.

RH 3, Llanura Costera Oriental del Golfo de California. Abarca la costa oriental del Golfo de California, hasta San Blas, Nayarit. Es de tipo fluvio-delta lca, y relativamente amplia (16-60 k)

RH 4, Sierra Madre del Sur. Abarca desde San Blas, Nayarit, hasta Salina Cruz (Oaxaca), en las estribaciones de la Sierra de Miahuatlán. Es angosta (8-30 k).

RH 5, Istmo de Tehuantepec-Sierra Madre de Chiapas Abarca desde Salina Cruz (Oaxaca) hasta el límite con Guatemala. Está influenciada por el río Tehuantepec, y es relativamente amplia (24-40 k).

RH 6, Llanura Costera del Golfo de México y Península de Yucatán. Abarca la costa del Golfo de México y se extiende hacia el sureste en los estados de Yucatán y Quintana Roó. Es la más amplia de todas las llanuras costeras (60-90 k) distinguiéndose (a) una porción fluvio-deltaica con profuso drenaje superficial (Golfo de México) y (b) una porción con drenaje cárstico que impide el escurrimiento superficial (Península de Yucatán).

7.2.4.3. El Espacio Costero Marino

En términos de Grandes Ecosistemas Marinos (GEMs) que es el esquema que se escogió para representar el ECM, los que rodean a México son los siguientes (Fig. 9):

GEM 3, Corriente de California. Es de tipo Abierto. Se extiende desde el límite entre Canadá y USA hasta el extremo de la península de California. Abarca dos países (USA, México). Su límite oceánico se sitúa aproximadamente a 1 000 km desde la línea de costa, lo que significa que la discontinuidad de borde de plataforma queda *contenida* en la gran corriente oceánica que le da nombre.

GEM 4, Golfo de California. Es de tipo Semicerrado con Menor Capacidad de Autopurificación. Es el único totalmente comprendido en el espacio político de México.

GEM 11, Pacífico Costero de Centroamérica. Es de tipo Abierto. Se extiende desde Cabo Corrientes hacia el sur, y abarca 10 países. (México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, y el norte de Ecuador). Su límite oceánico no excede los 100 Km mar adentro, que es el alcance promedio de la Corriente Costera de Costa Rica.

GEM 5, Golfo de México. Es de tipo Semicerrado con Mayor Capacidad de Autopurificación. Abarca dos países (USA y México).

GEM 12, Mar Caribe. Es de tipo Semicerrado con Mayor Capacidad de Autopurificación. Abarca ocho países del arco de las Antillas (México, Belize, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Venezuela).

7.2.4.4. Identificación de Unidades Homogéneas en el EZC

7.2.4.4.1. Unidades Físicas

El despliegue simultáneo de los gradientes latitudinales físicos (marino, GEMs, y terrestre, RHs) definió un *tercer* gradiente latitudinal formado por *11 porciones del territorio costero que tienen el mismo GEM y la misma RH* (Fig. 10).

Esas porciones fueron denominadas Unidades Costeras Homogéneas (UCHs). Las UCHs forman un *gradiente latitudinal cuantitativamente diferente de cualquiera de los dos gradientes de los que deriva* (Tabla VI, columnas 1-3).

Estos resultados son coherentes con la hipótesis de que la contribución de dos gradientes diferentes resulta en un producto nuevo, distinto de los gradientes

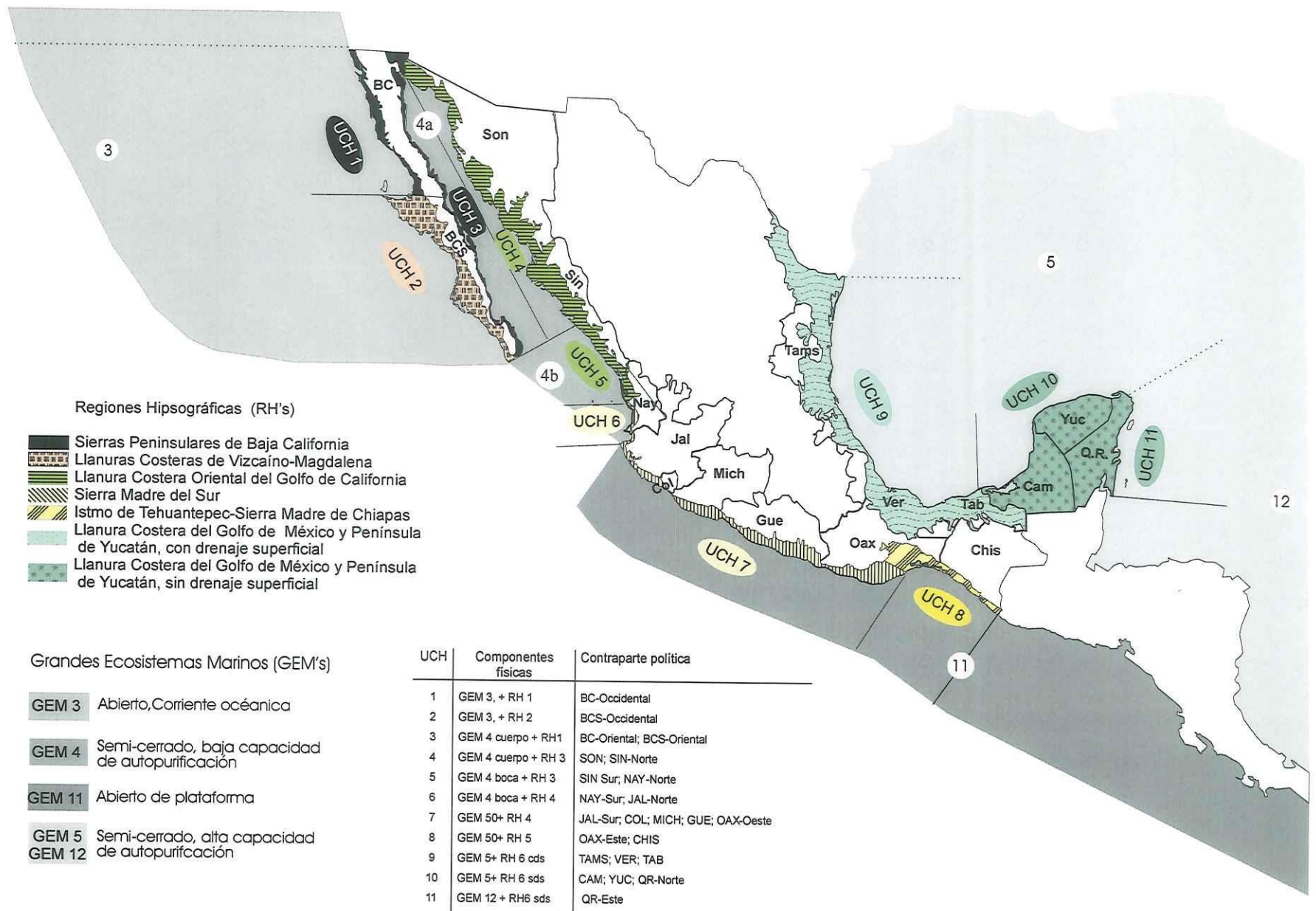


Figura 10. Formación de las Unidades Costeras Homogéneas (UCHs) a partir de GEM's y RH's.

Tabla VI. Resumen de los gradientes latitudinales continuos del perímetro costero de México.

| Gradiente Latitudinal Marino: GEMs | | Gradiente Latitudinal Terrestre: RHs | Unidades Costeras Homogéneas: (UCHs) | Contraparte Política |
|---|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Tipo | Nombre | | | |
| Abierto, de Corriente Oceánica | GEM 3 | RH 1 | 1 | BC-Occidente |
| | | RH 2 | 2 | BCS-Occidente |
| Semicerrado, Baja Capacidad Auto-purificación | GEM 4, cuerpo | RH 1 | 3 | BC-Oriente BCS-Oriente |
| | | RH 3 | 4 | Sonora Sinaloa-Norte |
| | GEM 4, boca | RH 3 | 5 | Sinaloa-Sur Nayarit-Norte |
| | | RH 4 | 6 | Nayarit-Sur Jalisco-Norte |
| Abierto, de Plataforma | GEM 50 | RH 4 | 7 | Jalisco-Sur Colima Michoacán Guerrero Oaxaca-Oeste |
| | | RH 5 | 8 | Oaxaca-Este Chiapas |
| Semicerrado, Alta Capacidad Auto-purificación | GEM 5 | RH 6, con drenaje superficial | 9 | Tamaulipas Veracruz Tabasco |
| | | RH 6, sin drenaje superficial | 10 | Campeche Yucatán Quintana Roó-Norte |
| | GEM 12 | RH 6, sin drenaje superficial | 11 | Quintana Roó-Este |

insumo. También confirman la idea original de que el análisis del EZC requería un esfuerzo analítico adicional, bajo la hipótesis de que las heterogeneidades reconocidas en el territorio emergido y en el ámbito marino son condición necesaria pero no suficiente para ese propósito.

7.2.4.4.2. Las Unidades Físicas y el Espacio Administrativo

La asociación de la franja de UCHs con la franja formada por los estados costeros mostró poca correspondencia entre los límites físicos y los límites políticos (Tabla VI, columnas 3 y 4). Por el contrario, se mostró una variedad de contrapartes políticas:

- Dos UCHs corresponden con sólo una parte de un estado. Es el caso de la UCH 1, que abarca sólo la costa occidental de BC, y de la UCH 2, que abarca la costa occidental de BCS.
- Tres UCHs corresponden con partes de dos estados. Es el caso de la UCH 3 (costa oriental de BC y costa oriental de BCS); de la UCH 5 (parte sur de Sinaloa y parte norte de Nayarit), y de la UCH 6 (parte sur de Nayarit y parte norte de Jalisco).
- Dos UCHs corresponden con un estado completo, y parte de otro. Es el caso de la UCH 4, que comprende todo Sonora y la parte norte de Sinaloa, y de la UCH 8, que abarca la parte este de Oaxaca y todo Chiapas.
- Dos UCHs comprenden varios estados completos y partes de otros. Es el caso de la UCH 7 (parte sur de Jalisco, parte oeste de Oaxaca, y la totalidad de Colima, Michoacán y Guerrero) y de la UCH 10 (Campeche, Yucatán, y parte norte de Quintana Roó).

-Una UCHs comprenden sólo estados completos. Es el caso de la UCH 9, que abarca Tamaulipas, Veracruz, y Tabasco.

- Una UCH comprende solamente parte de un sólo estado. Es el caso de la UCH 11, que abarca sólo la parte este de Quintana Roó.

Con base en los anteriores resultados, puede proponerse el siguiente esquema para organizar los datos básicos del EZC de México (Fig. 11; Tabla VII):

UCH 1, en la conjunción GEM 3 + RH 1. Se extiende desde los 32 50 N medidos sobre el Pacífico, hasta el paralelo 28 N (880 km aprox.). Políticamente, abarca solamente la costa occidental de Baja California. Corresponde con la porción mexicana de la Zona III de la CC. Su condición binacional en la parte marina es obvia.

UCH 2, en la conjunción GEM 3 + RH 2. Se extiende desde el paralelo 28 N hasta Cabo San Lucas (1 698 km). Políticamente, abarca sólo la costa occidental de Baja California Sur. Corresponde con la Zona IV de la CC.

UCH 3, en la conjunción GEM 4 + RH 1. Se extiende desde Cabo San Lucas hasta los 32 N medidos sobre el Golfo de California (1 681 km). Políticamente, abarca la costa oriental de Baja California y de Baja California Sur.

UCH 4, en la conjunción cuerpo del GEM 4 + RH 3. Desde el paralelo 32 N medido sobre el Golfo de California hasta El Dorado, Sin (1 500 km). Políticamente, abarca todo el estado de Sonora, y la parte norte de Sinaloa.

UCH 5, en la conjunción boca del GEM 4 + RH 3. Desde El Dorado, Sin. hasta San Blas, Nay (470 km) Políticamente, abarca parte de dos estados (sur de Sinaloa, y norte de Nayarit).

| UCH | Componentes físicas | Contraparte política |
|-----|---------------------|------------------------------------|
| 1 | GEM 3, + RH 1 | BC-Occidental |
| 2 | GEM 3, + RH 2 | BCS-Occidental |
| 3 | GEM 4 cuerpo + RH1 | BC-Oriental; BCS-Oriental |
| 4 | GEM 4 cuerpo + RH 3 | SON; SIN-Norte |
| 5 | GEM 4 boca + RH 3 | SIN Sur; NAY-Norte |
| 6 | GEM 4 boca + RH 4 | NAY-Sur; JAL-Norte |
| 7 | GEM 50+ RH 4 | JAL-Sur; COL; MICH; GUE; OAX-Oeste |
| 8 | GEM 50+ RH 5 | OAX-Este; CHIS |
| 9 | GEM 5+ RH 6 cds | TAMS; VER; TAB |
| 10 | GEM 5+ RH 6 sds | CAM; YUC; QR-Norte |
| 11 | GEM 12 + RH6 sds | QR-Este |

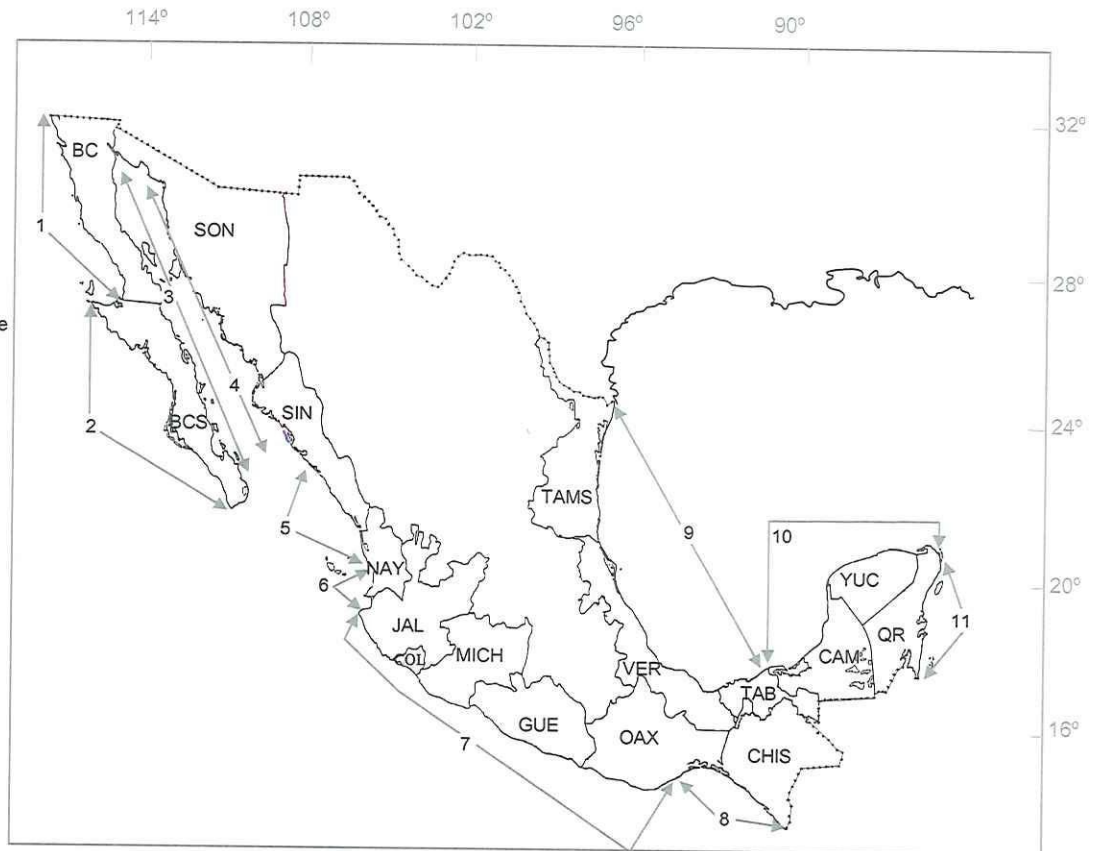


Figura 11. Propuesta de datos básicos de Espacio de Zona Costera de México.

Tabla VII. Gradientes latitudinales continuos, Unidades Costeras Homogéneas y divisiones políticas en el perímetro costero de México (secuencia norte-sur, iniciando en el Pacífico).

| Km (miles) | Referencia Geográfica | Grandes Ecosistemas Marinos (G E M s) | Regiones Hipsográficas Costeras (R H s) | Unidades Costeras Homogéneas (U C H s) | Contraparte Política |
|------------|------------------------------|--|---|--|--|
| 0.0 | Limite México-USA (Pacífico) | G E M - 3, Corriente de California | R H 1, Sierras Peninsulares de Baja California | U C H - 1 | BAJA CALIFORNIA (Occidente) 880 Km |
| 0.1 | | | | | |
| 0.2 | | | | | |
| 0.3 | | | | | |
| 0.4 | | | | | |
| 0.5 | | | | | |
| 0.6 | | | | | |
| 0.7 | | | | | |
| 0.8 | Paralelo 28 | | | | |
| 0.9 | | | | | |
| 1.0 | | | | | |
| 1.1 | | | | | |
| 1.2 | | | | | |
| 1.3 | | | | | |
| 1.4 | | | | | |
| 1.5 | | | | | |
| 1.6 | | | | | |
| C | Cabo San Lucas | G E M - 4, Golfo de California (cuerpo) | R H 2, Llanura Costera de Vizcaíno-Magdalena | U C H - 2 | BAJA CALIFORNIA SUR (Occidente) 1 698 km |
| 1.7 | | | | | |
| 1.8 | | | | | |
| 1.9 | | | | | |
| 2.0 | | | | | |
| 2.1 | | | | | |
| 2.2 | | | | | |
| 2.3 | | | | | |
| 2.4 | | | | | |
| 2.5 | | | | | |
| O | Cabo San Lucas | G E M - 4, Golfo de California (cuerpo) | R H 1, Sierras Peninsulares de Baja California | U C H - 3 | BAJA CALIFORNIA SUR (Oriente) 1 007 km |
| 2.6 | | | | | |
| 2.7 | | | | | |
| 2.8 | | | | | |
| 2.9 | | | | | |
| 3.0 | | | | | |
| 3.1 | | | | | |
| 3.2 | | | | | |
| 3.3 | | | | | |
| 3.4 | | | | | |
| S | Cabo San Lucas | G E M - 4, Golfo de California (cuerpo) | R H 1, Sierras Peninsulares de Baja California | U C H - 3 | BAJA CALIFORNIA (Oriente) 675 km |
| 3.5 | | | | | |
| 3.6 | | | | | |
| 3.7 | | | | | |
| 3.8 | | | | | |
| 3.9 | | | | | |
| 4.0 | | | | | |
| 4.1 | | | | | |
| 4.2 | | | | | |
| 4.3 | | | | | |
| A | Cabo San Lucas | G E M - 4, Golfo de California (cuerpo) | R H 3, Llanura Costera Oriental del Golfo de California | U C H - 4 | SONORA 1 208 km |
| 4.4 | | | | | |
| 4.5 | | | | | |
| 4.6 | | | | | |
| 4.7 | | | | | |
| 4.8 | | | | | |
| 4.9 | | | | | |
| 5.0 | | | | | |
| 5.1 | | | | | |
| 5.2 | | | | | |
| O | Cabo San Lucas | G E M - 4, Golfo de California (boca) | R H 4, Sierra Madre del Sur | U C H - 5 | SINALOA 640 km |
| 5.3 | | | | | |
| 5.4 | | | | | |
| 5.5 | | | | | |
| 5.6 | | | | | |
| 5.7 | | | | | |
| 5.8 | | | | | |
| 5.9 | | | | | |
| 6.0 | | | | | |
| 6.1 | | | | | |
| E | Cabo San Lucas | G E M - 4, Golfo de California (boca) | R H 4, Sierra Madre del Sur | U C H - 6 | NAYARIT 300 km |
| 6.2 | | | | | |
| 6.3 | | | | | |
| 6.4 | | | | | |
| 6.5 | | | | | |
| 6.6 | | | | | |
| 6.7 | | | | | |
| 6.8 | | | | | |
| 6.9 | | | | | |
| 7.0 | | | | | |
| S | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 5, Istmo de Tehuantepec-Sierra Madre de Chiapas | U C H - 7 | JALISCO 342 km |
| 7.1 | | | | | |
| 7.2 | | | | | |
| 7.3 | | | | | |
| 7.4 | | | | | |
| 7.5 | | | | | |
| 7.6 | | | | | |
| 7.7 | | | | | |
| 7.8 | | | | | |
| 7.9 | | | | | |
| T | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 5, Istmo de Tehuantepec-Sierra Madre de Chiapas | U C H - 7 | COLIMA 139 km |
| 8.0 | | | | | |
| 8.1 | | | | | |
| 8.2 | | | | | |
| 8.3 | | | | | |
| 8.4 | | | | | |
| 8.5 | | | | | |
| 8.6 | | | | | |
| 8.7 | | | | | |
| 8.8 | | | | | |
| O | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 6 cds, Llanura Costera del Golfo de | U C H - 8 | MICHOCAN 247 km |
| 8.9 | | | | | |
| 9.0 | | | | | |
| 9.1 | | | | | |
| 9.2 | | | | | |
| 9.3 | | | | | |
| 9.4 | | | | | |
| 9.5 | | | | | |
| 9.6 | | | | | |
| 9.7 | | | | | |
| 9.8 | | | | | |
| C | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 6 cds, Llanura Costera del Golfo de | U C H - 8 | GUERRERO 485 km |
| 9.9 | | | | | |
| 10.0 | | | | | |
| 10.1 | | | | | |
| 10.2 | | | | | |
| 10.3 | | | | | |
| 10.4 | | | | | |
| 10.5 | | | | | |
| 10.6 | | | | | |
| 10.7 | | | | | |
| O | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 6 cds, Llanura Costera del Golfo de | U C H - 8 | OAXACA 598 km |
| 10.8 | | | | | |
| 10.9 | | | | | |
| 11.0 | | | | | |
| 11.1 | | | | | |
| 11.2 | | | | | |
| 11.3 | | | | | |
| 11.4 | | | | | |
| 11.5 | | | | | |
| 11.6 | | | | | |
| C | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 6 cds, Llanura Costera del Golfo de | U C H - 8 | CHIAPAS 256 km |
| 11.7 | | | | | |
| 11.8 | | | | | |
| 11.9 | | | | | |
| 12.0 | | | | | |
| 12.1 | | | | | |
| 12.2 | | | | | |
| 12.3 | | | | | |
| 12.4 | | | | | |
| 12.5 | | | | | |
| O | Cabo San Lucas | G E M - 11, Pacífico Costero de Centroamérica | R H 6 cds, Llanura Costera del Golfo de | U C H - 9 | TAMAULIPAS 458 km |
| 12.6 | | | | | |
| 12.7 | | | | | |
| 12.8 | | | | | |
| 12.9 | | | | | |
| 13.0 | | | | | |
| 13.1 | | | | | |
| 13.2 | | | | | |
| 13.3 | | | | | |
| 13.4 | | | | | |

UCH 6, en la conjunción boca del GEM 4 + RH 4. Desde San Blas, Nay. hasta Cabo Corrientes (235 km). Políticamente, abarca parte de dos estados (sur de Nayarit, y norte de Jalisco)

UCH 7, en la conjunción GEM 11 + RH 4. Se extiende desde Cabo Corrientes hasta Salina Cruz, Oax (1 415 km). Políticamente abarca el sur de Jalisco, la totalidad de Colima, Michoacán y Guerrero, y la parte oeste de Oaxaca

UCH 8, en la conjunción GEM 11 + RH 5. Desde Salina Cruz, Oax. hasta la frontera con Guatemala (553 km). Políticamente, abarca la costa este de Oaxaca, y todo Chiapas.

UCH 9, en la conjunción GEM 5 + RH 6 con drenaje superficial. Desde los 26 N medidos sobre el Golfo de México hasta el límite entre Tabasco y Campeche (1900 km). Políticamente, abarca Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.

UCH 10, en la conjunción GEM 5 + RH 6 sin drenaje superficial. Desde el límite entre Tabasco y Campeche hasta Cabo Catoche (865 km). Políticamente, abarca Campeche y Yucatán, y parte norte de Quintana Roó.

UCH 11, en la conjunción GEM 12 + RH 6 sin drenaje superficial. Desde Cabo Catoche hasta el límite con Belize (865 km). Políticamente, abarca solamente la parte este del estado de Quintana Roó.

Parte de los resultados de este inciso muestran con procedimientos gráficos que algunos estados albergan más de una unidad física homogénea dentro de sus límites políticos. En el siguiente inciso se explora semi-analíticamente este hecho.

7.2.4.5. Prueba de homogeneidad estructural de los estados costeros

En la matriz de GEMs X RHs, fueron ocupados 11 casilleros. Siete estados se ubicaron simultáneamente en dos casilleros (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Oaxaca, y Quintana Roó.). Los 10 estados restantes se ubicaron en un sólo casillero (Tabla VIII).

El caso de los siete estados que se ubicaron simultáneamente en dos casilleros admite tres lecturas: 1) en términos de RHs (eje horizontal); 2) en términos de número de GEMs (eje vertical); 3) en términos de tipos de GEMs (diferentes grisados sobre el eje vertical). Con base en esto, pueden distinguirse tres casos: dos estados (Nayarit y Oaxaca) que tienen un sólo GEM pero dos diferentes RHs; cuatro estados (Baja California, Sinaloa, Jalisco y Quintana Roó) que tienen una sola RH pero dos GEMs de diferente tipo; un estado (Baja California Sur) con dos RHs y dos GEMs de diferente tipo.

Los 10 estados restantes, que se ciñen a una sola entrada de la matriz por tener costa sobre un sólo GEM y una sola RH, lo hacen en tres modalidades: con parte de otro estado (Chiapas y Sonora); con otros estados completos y parte de otros estados (Colima, Michoacán, Guerrero, Campeche y Yucatán); con otros estados completos (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco).

7.2.4.6. Entidades costeras *versus* estados costeros

Los resultados de la prueba anterior sugieren *la existencia de 24 entidades costeras reales, en vez de los 17 estados definidos políticamente*. Esto proviene del desdoblamiento de los siete estados que se ubicaron simultáneamente en dos casilleros de la matriz:

Tabla VIII. Prueba de homogeneidad estructural de los estados costeros, y correspondencia con las Unidades Costeras Homogéneas (UCH's) definidas por el análisis de gradientes físicos. Código de colores para los GEM's como en fig. 13. En caracteres resaltados, estados heterogéneos; en caracteres normales, estados homogéneos.

| GRANDES ECOSISTEMAS MARINOS (GEM's) | REGIÓN HIPSOGRÁFICA COSTERA | Sierras Peninsulares de Baja California 1 | Llanura Costera Vizcaino-Magdalena 2 | Llanura Costera Oriental del Golfo de California 3 | Sierra Madre del Sur 4 | Ístmo de Tehuantepec - Sierra Madre de Chiapas 5 | Llanura Costera del Golfo de México y Península de Yucatán 6 | |
|--|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Con drenaje superficial | Sin drenaje superficial |
| (3) Corriente de California | | Baja California (oeste) (UCH 1) | Baja California Sur (oeste) (UCH 2) | | | | | |
| (4) Golfo de California | cuerpo | Baja California (este) Baja California Sur (este) (UCH 3) | | SONORA Sinaloa (norte) (UCH 4) | | | | |
| | boca | | | Sinaloa (sur) Nayarit (norte) (UCH 5) | Nayarit (norte) Jalisco (norte) (UCH 6) | | | |
| (50) Pacífico Costero de Centroamérica | | | | | Jalisco (sur) COLIMA MICHOACÁN GUERRERO Oaxaca (oeste) (UCH 7) | Oaxaca (este) CHIAPAS (UCH 8) | | |
| (5) Golfo de México | | | | | | | TAMAULIPAS VERACRUZ TABASCO (UCH 9) | CAMPECHE YUCATÁN QUINTANA ROO (norte) (UCH 10) |
| (12) Mar Caribe | | | | | | | | QUINTANA ROO (este) (UCH 11) |

Las 24 entidades costeras, en un recorrido perimetral iniciando por el Pacífico desde el norte son: 1) BC, lado Pacífico; 2) BCS, lado Pacífico; 3) BCS, lado Golfo de California; 4) BC, lado Golfo de California; 5) Sonora; 6) Sin, parte Norte; 7) Sin, parte Sur; 8) Nay, parte Norte; 9) Nay, parte Sur; 10) Jal, parte Norte; 11) Jal, parte Sur; 12) Colima; 13) Michoacán; 14) Guerrero; 15) Oax, parte Oeste; 16) Oax, parte Este; 17) Chiapas; 18) Tamaulipas; 19) Veracruz; 20) Tabasco; 21) Campeche; 22) Yucatán; 23) Quintana Roó. Norte; 24) Quintana Roó este.

Como validación de lo anterior, puede observarse que los 11 casilleros de la matriz que fueron ocupados en la prueba de homogeneidad estructural individual forman bloques que coinciden exactamente con las 11 UCHs identificadas por el análisis de gradientes latitudinales. Además, los estados y parte de estados costeros contenidos en cada casillero coinciden con las contrapartes políticas de las UCHs demostrada gráficamente en el inciso anterior.

7.2.4.7. Análisis de agrupamiento de entidades costeras y estados costeros

El análisis de agrupamiento de las 24 entidades costeras con base en el número y tipo de GEMs que bañan sus costas, y de las RHs de la margen costera produjo un dendograma que define seis grandes grupos a un nivel de similitud entre 75 y 85 % (Fig. 12 a).

Los seis grupos se estructuran primeramente en torno a los GEMs, y se subdividen según las RHs. En el extremo inferior del dendograma, como cluster terminales (es decir, que no se ramifican más allá de ese punto) se identifican las 11 UCHs definidas por el análisis de gradientes y corroboradas por la prueba de homogeneidad.

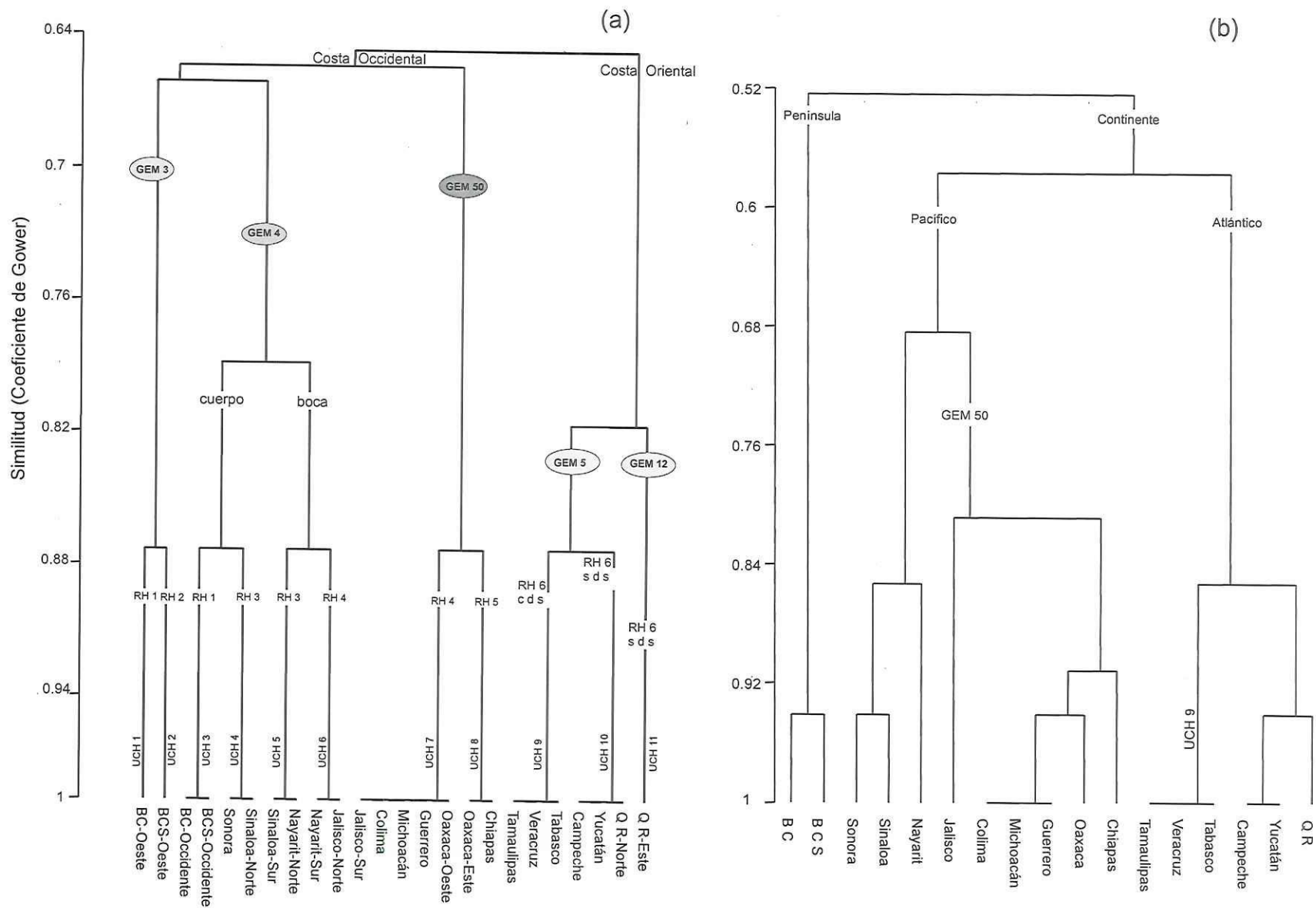


Figura 12. Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de las 24 entidades costeras (a) y de los 17 estados costeros (b) con base en GEM's y RH's. En la modalidad (a) los 11 clusters terminales corresponden con las UCH's definidas por el análisis de gradientes físicos; en la modalidad (b) solo se distingue la UCH 9.

Para corroborar la pertinencia de las 24 entidades costeras, contrastan los resultados del análisis de agrupamiento con idénticos atributos, pero asignados a los 17 estados administrativos. En ese caso, el dendograma fue menos nítido y espacialmente coherente, y no se identifica más que una sola UCH (Fig. 12 b)

7.2.4.8. Regionalización político-ecosistémica

Con base en el gradiente de UCHs y su contraparte política, así como en el análisis de homogeneidad estructural de los estados costeros y en el análisis de agrupamiento como gran sintetizador, podría proponerse una regionalización político-ecosistémica que podría ser base para un programa regionalizado de manejo costero. Tomando a los GEMs como entrada primaria, pueden distinguirse seis grandes regiones, con correspondientes subdivisiones que se definen por las UCHs.

Región I. Corriente de California (GEM 3). Abarca toda la costa occidental de la península de California. El rasgo más relevante es ser un GEM Abierto con límite oceánico definido por el alcance de una Gran Corriente Oceánica (Corriente de California). En esos casos, la separación entre el espacio costero y el espacio oceánico (*sensu* Malone, 1999) es menos nítida que en los Abiertos de Plataforma (ver GEM 11) ya que los frentes de borde de plataforma están contenidos en una gran corriente oceánica. Admite dos subregiones, claramente justificadas latitudinalmente por las diferentes RHs, y que se refuerzan por los rasgos hidrológicos de las zonas III y IV de la Corriente de California.

- *Subregión I.1, costa occidental de Baja California.* Corresponde con la UCH 1. Se extiende desde los 32 50 N medidos sobre el Pacífico, hasta el paralelo 28 N (880

km aprox.). Políticamente, abarca solamente la costa occidental de Baja California. Su rasgo más relevante para el manejo está conferido por ser la Región III de la Corriente de California, también conocida como Cuenca del Sur de California (US Globec, 1994). Por ser esta la porción de la Corriente de California con mayor tiempo de residencia de las aguas (US Globec, 1994), impone fuertes consideraciones sobre el efecto de los vertimientos que arriben desde tierra. Además, por ser la única porción de la Corriente de California que es compartida entre México y USA, los orígenes, rutas y destino de los vertimientos revisten interés binacional (Macías-Zamora, 1996; Sánchez, 1990).

- *Subregión I.2, costa occidental de Baja California Sur.* Corresponde con la UCH 2. Se extiende desde el paralelo 28 N hasta Cabo San Lucas (1 698 km). Políticamente, abarca sólo la costa occidental de Baja California Sur. Hidrológicamente, corresponde con la región IV de la Corriente de California (US Globec, 1994).

Región II, Cuerpo del Golfo de California (GEM 4). Abarca todo el Golfo de California. El rasgo más relevante está conferido por su carácter de GEM Semicerrado con Menor Capacidad de Autopurificación. En este tipo de sistema, es esperable que las descargas provenientes desde tierra tengan efecto generalizado ya que la advección oceánica está fuertemente disminuida por su carácter de mar marginal (Konovalov, 1999; Healy y Harada, 1991). Esta condición sugeriría la necesidad de un arreglo de manejo inspirado en la figura de Mares Regionales, en el que todos los usuarios perimetrales acuerdan que el cuerpo receptor es un patrimonio común cuya capacidad de purificación no debe

rebasarse (Sorensen et al., 1992). Este esfuerzo integrado en el control de vertimientos involucraría a cuatro diferentes estados, aunque el tipo de esfuerzo sería diferente en las dos subregiones en que podría formalmente subdividirse:

Subregión II.1, costa occidental del Golfo de California. Comprende la UCH 3. Se extiende desde Cabo San Lucas hasta los 32 N medidos sobre el Golfo de California (1 681 km). Políticamente, abarca la costa oriental de Baja California y de Baja California Sur. Los asentamientos humanos son escasos, y asociados principalmente con el turismo y la explotación minera (Merino, 1987).

Subregión II.2, costa oriental del Golfo de California. Comprende la UCH 4. Se extiende desde el paralelo 32 N medido sobre el Golfo de California hasta El Dorado, Sin (1 500 km). Políticamente, abarca todo el estado de Sonora, y la parte norte de Sinaloa. A favor de su amplia planicie costera fluvio-deltaica influenciada por varios ríos, existe importante desarrollo agrícola y urbano, y consecuentes reportes de contaminación (Merino, 1987).

Región III, Boca del Golfo de California (GEM 4). El rasgo más relevante de esta región es su carácter transicional, por ser un área de contacto de varias masas de agua que generan consistentes frentes termohalinos que además oscilan espacialmente según las estaciones (Lavin et al., 1997). Es susceptible de ser subdividida según la amplitud de las planicies costeras:

Subregión III.1, con planicies costeras amplias. Comprende la UCH 5. Se extiende desde El Dorado, Sin. hasta San Blas, Nay (470 km). Políticamente, abarca parte de dos estados (sur de Sinaloa, y norte de Nayarit).

Subregión III.2, con planicies costeras estrechas. Comprende la UCH 6. Se extiende desde San Blas, Nay. hasta Cabo Corrientes (235 km). Políticamente, abarca parte de dos estados (sur de Nayarit, y norte de Jalisco).

Región IV, Pacífico Costero de Centro América (GEM 11). Corresponde con las UCHs 7 y 8 definidas en este trabajo. El rasgo más relevante para el manejo costero es regional, y deriva de su carácter de GEM Abierto con límite oceánico definido por borde de plataforma, donde la separación entre el espacio costero y el espacio oceánico (*sensu* Malone, 1999) es nítida, ya que los frentes de borde de plataforma son muy relevantes. Es susceptible de subdividirse según las RHs:

Subregión IV.1, con planicies costeras muy angostas (UCH 7). Abarca el sur de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, y la parte oeste de Oaxaca..

Subregión IV.2, con planicies costeras más amplias (UCH 8). Abarca la parte este de Oaxaca, y Chiapas, siendo esta la porción directamente involucrada en una frontera internacional dentro de una cuenca marina común.

Región V, Golfo de México (GEM 5). Corresponde con las UCHs 9 y 10 definidas en este trabajo. El rasgo más relevante está conferido por su carácter de GEM Semicerrado con Mayor Capacidad de Autopurificación, además compartido en partes más o menos iguales con Estados Unidos de Norteamérica. En este tipo de sistema es esperable que las descargas provenientes desde tierra tengan efecto localizado en las desembocaduras de ríos y descargas antropogénicas, y en los puertos, con menor posibilidad de extenderse a todo el sistema dado que la advección oceánica está menos disminuida que en los semicerrados con menor

capacidad de autopurificación (Konovalov, 1999, Healy y Harada, 1991). Es susceptible de ser dividida según modalidades de su región hipsográfica.

Subregión V 1, en la conjunción del GEM 5 con la porción de la RH 6 con drenaje superficial (UCH 9). Comprende los estados de Tamaulipas, Veracruz, y Tabasco.

Subregión V 2, en la conjunción del GEM 5 con la porción de la RH 6 sin drenaje superficial (UCH 10). Comprende los estados de Campeche y Yucatán, y parte norte de Quintana Roó.

Región VI, Mar Caribe (GEM 12). Corresponde con la UCH 11 definida en este trabajo (GEM 12+ RH 6 sin drenaje superficial). El rasgo más relevante está conferido por su carácter de GEM Semicerrado con Mayor Capacidad de Autopurificación, compartido con países limítrofes. Le caben todas las consideraciones hechas en el párrafo anterior para el Golfo de México. Comprende únicamente la parte este del estado de Qintana Roó

7.2.4.9. Implicancias de la regionalización para los estados costeros.

Los estados heterogéneos deberían eventualmente considerar dos diferentes programas de manejo costero. Sin embargo, la necesidad para hacerlo varía:

Baja California y Baja California Sur enfrentan una condición extrema, con diferentes GEMs sobre el lado este y oeste y, en el caso de BCS, también diferentes UCHs en uno y otro lado. La concepción de programas separados para el Pacífico y Golfo de California parecería realista y perentorio para esos dos estados.

El resto de los estados heterogéneos enfrentan una condición menos extrema, y existe cierta gradación que podría indicar el grado de perentoriedad para concebir

diferentes programas: Jalisco tiene diferentes GEMs en sus lados norte y suroeste, aunque una sola RH; Sinaloa tiene dos diferentes sub-sistemas del mismo GEM en sus costas norte y sur, y una sola RH; Nayarit y Oaxaca tienen un mismo GEM pero dos diferentes RHs; Quintana Roó tiene una sola RH pero dos diferentes GEMs.

Todos los demás estados costeros, que albergan una sola combinación de GEM y RH dentro de sus límites, son homogéneos a los fines del manejo, y podrían concebir un único programa.

A nivel federal, algunos de los seis programas regionales delineados en el inciso anterior conllevarían una variedad administrativa que debería tomarse como un ruido necesario para mantener la coherencia física del territorio bajo manejo.

7.2.5. Complejidad de Diseño del Perímetro Costero de México

Para este punto, el concepto ecológico de Diversidad Beta se aplicó a información contenida en la tabla VII. Dicha tabla muestra que a lo largo de los 11 592 Km de costa de México se presenta una sucesión de unidades homogéneas de varios gradientes latitudinales: seis diferentes GEMs (número absoluto), cuatro tipos de GEMs, siete diferentes RHs, y 11 diferentes Unidades Costeras Homogéneas, UCHs.

El registro del número de diferentes elementos homogéneos que se acumulan a medida que se recorre la longitud de la costa mostró en los cuatro casos una trayectoria escalonada, con una pendiente general pronunciada ($R^2 > 0.90$) donde alternan segmentos cuya pendiente es cercana a esos valores y segmentos con pendiente nula (Fig. 13).

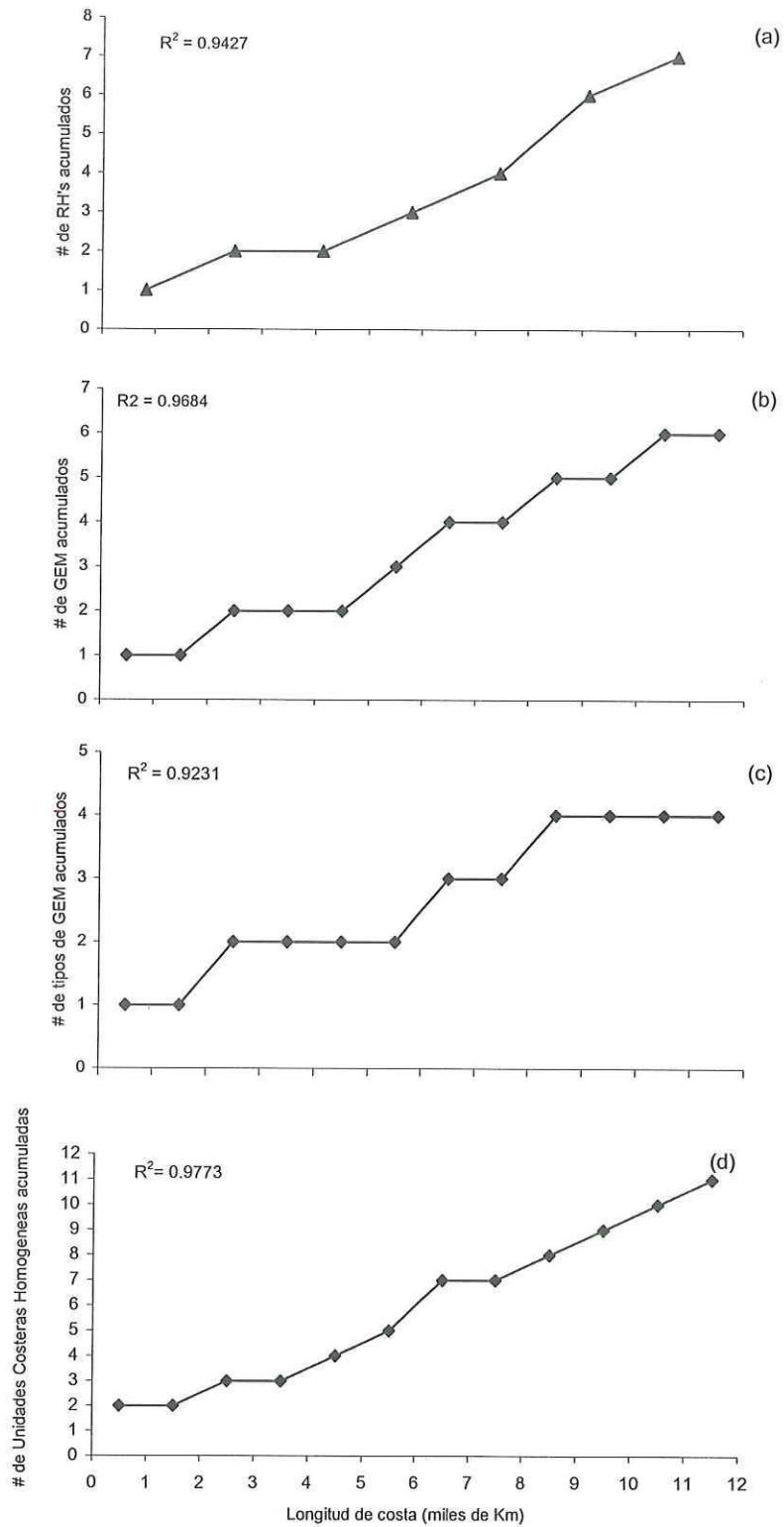


Figura 13. Heterogeneidad de Macroescala del Perímetro Costero de México (Diversidad Beta): número de RH's (a), de GEM's (b), de tipos de GEM (c) y de UCH's (d) acumulados cada 1 000 km de costa.

Esto indica una alta diversidad de diseño del perímetro costero, en términos de (a) RHs ($R^2 = 0.94$, tres cambios de pendiente), (b) número absoluto de GEMs ($R^2 = 0.9684$, ocho cambios de pendiente), (c) número de tipos de GEM ($R^2 = 0.9231$, seis cambios de pendiente) y (d) número de UCHs ($R^2 = 0.9773$, seis cambios de pendiente).

Los resultados de este ejercicio, mostrando analíticamente la diversidad estructural del perímetro costero, refuerzan los resultados del inciso 7.2.4.8, particularmente la propuesta de un programa regionalizado de manejo costero.

7.2.6. El EZC de México en el contexto internacional.

La idea central de este inciso fue incorporar el esquema de GEMs a los métodos que intentan identificar indicadores de la orientación costera de los países, y aportar a la comparación simultánea de varios países. Tal procedimiento comparativo es requerido generalmente en instancias internacionales que evalúan necesidades de apoyo y/o logros en países costeros en desarrollo.

Las figura 14 muestra los GEMs que rodean al continente americano, y los países considerados en la comparación. La Tabla IX muestra los principales rasgos de los GEMs correspondientes a cada país. La Tabla X resume los datos considerados para establecer las comparaciones.

Los resultados mostraron que países cercanos en el eje de los ICOs se separaron a lo largo del eje de los GEMs, que el ordenamiento a lo largo del eje de los GEMs varió según el descriptor utilizado, que el arreglos de los países en el espacio de ordenación fue diferente según el ICO considerado, y que el universo en el que se

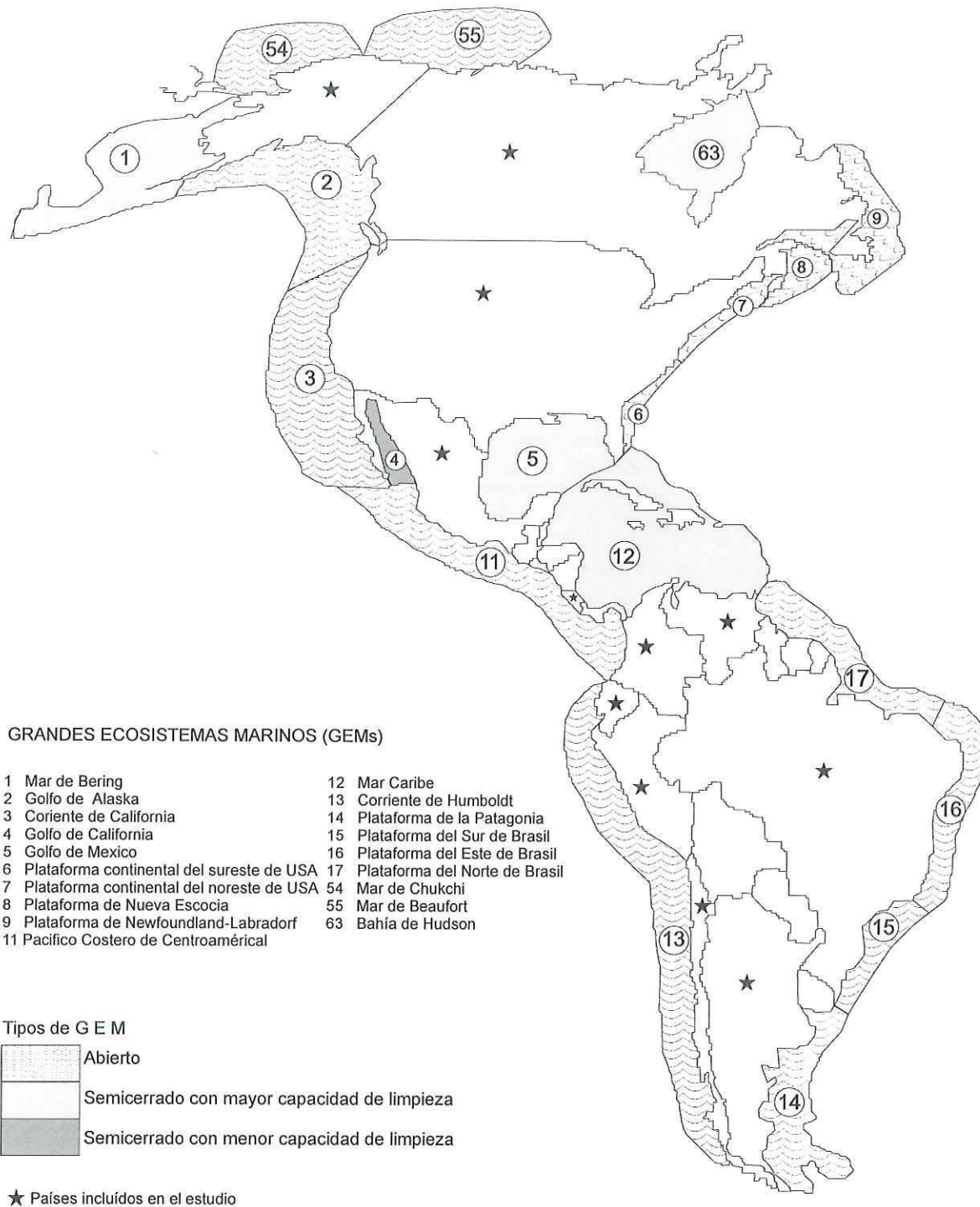


Figura 14. Los Grandes Ecosistemas Marinos que rodean al continente americano.

Tabla IX. Principales rasgos de los GEM's que rodean a los 11 países costeros del continente americano incluidos en el análisis (basado en Sherman, 1994, 1996; Sherman and Tang, 1999; Konovalov, 1999).

| Tipo de GEM País | ABIERTO Bordeado de tierra en un lado | | SEMI-CERRADO Bordeado por tierra en tres lados | | Resumen GEMs | | |
|--------------------------------|---|---|---|--|--------------|------------|------------|
| | Limite marino definido por área afectada por corrientes oceánicas | Limite marino definido por plataforma continental. | Mayor capacidad de limpieza (más de 1,000,000 km ³) | Menor capacidad de limpieza (hasta 600,000 km ³) | # absoluto | # de tipos | Indice GEM |
| ARGENTINA (AR) | | 14 Patagonian Shelf | | | 1 | 1 | 1 |
| BRASIL (BRA) | 15 Brazil Current | 16 Northeast Brazil Shelf | | | 2 | 2 | 4 |
| CANADA (CA) | | 2 Gulf of Alaska 8 Scotian Shelf 9 Newfoundland Shelf | | | 3 | 1 | 3 |
| COLOMBIA (COL) | | 50 Pacific Central American Coastal | 12 Caribbean Sea | | 2 | 2 | 4 |
| COSTA RICA (CR) | | 50 Pacific Central American Coastal | 12 Caribbean Sea | | 2 | 2 | 4 |
| CHILE (CHI) | 13 Humboldt Current | | | | 1 | 1 | 1 |
| ECUADOR (EC) | 13 Humboldt Current | | | | 1 | 1 | 1 |
| MEXICO (MEX) | 3 California Current | 50 Pacific Central American Coastal | 5 Gulf of Mexico 12 Caribbean Sea | 4 Gulf of California | 5 | 4 | 20 |
| PERU (PER) | 13 Humboldt Current | | | | 1 | 1 | 1 |
| UNITED STATES OF AMERICA (USA) | 3 California Current | 2 Gulf of Alaska 6 Southeast U.S. Continental Shelf 7 Northeast U.S. Continental Shelf 8 Scotian Shelf | 1 Eastern Bering Sea | | 6 | 3 | 18 |
| VENEZUELA (VEN) | | 16 Northeast Brazil Shelf | 12 Caribbean Sea | | 2 | 2 | 4 |

Tabla X. Datos geográficos de los 11 países incluidos en el análisis.

| PAIS | Longitud de línea de costa (km) | Superficie (km ²) | Razón <i>Longitud de costa:Area</i> | Superficie de los estados costeros (km ²) | Porcentaje del territorio en estados costeros | # absoluto de GEM's | # de tipos de GEM's | Índice GEM |
|------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------|---------------------|------------|
| ARGENTINA | 4,989 | 2,780,092 | 0.0018 | 1,000,676 | 35.9 | 1 | 1 | 1 |
| BRASIL | 7,491 | 8,511,965 | 0.0009 | 3,855,156 | 45.2 | 2 | 2 | 4 |
| CANADA | 28,900 | 9,970,610 | 0.0028 | 8,657,390 | 86.8 | 3 | 1 | 3 |
| COLOMBIA | 2,414 | 1,141,748 | 0.0021 | 304,241 | 26.6 | 2 | 2 | 4 |
| COSTA RICA | 1,290 | 51,100 | 0.0253 | 30,606 | 59.8 | 2 | 2 | 4 |
| CHILE | 6,452 | 756,626 | 0.0087 | 741,077 | 97.9 | 1 | 1 | 1 |
| ECUADOR | 2,237 | 269,178 | 0.0081 | 68,551 | 25.4 | 1 | 1 | 1 |
| MEXICO | 11,122 | 1,978,800 | 0.0056 | 1,109,183 | 56.6 | 5 | 4 | 20 |
| PERU | 2,414 | 1,285,216 | 0.0019 | 264,471 | 20.5 | 1 | 1 | 1 |
| USA | 23,000 | 9,363,124 | 0.0024 | 2,869,684 | 30.6 | 6 | 3 | 18 |
| VENEZUELA | 2,800 | 912,050 | 0.0031 | 257,514 | 28.2 | 2 | 2 | 4 |

situaron las comparaciones mostró relaciones que no hubieran sido evidentes en un universo más restringido (e.g. Latinoamérica).

7.2.6.1. El espacio formado por *Longitud de costa* y *GEMs*. (Fig. 15)

La influencia del segundo eje sobre el primero se muestra en la separación de Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú a lo largo del eje de los GEMs, independientemente de lo cercanos que dichos países están en el primer eje.

La influencia de los componentes cuantitativos y cualitativos de los GEMs: Brasil y Chile se separaron sobre el eje de los GEMs considerando el número absoluto o el Índice 1, pero no considerando el tipo de GEMs o el Índice 2. Igualmente, USA se situó muy por arriba de Canadá cuando se usó el número absoluto y el Índice 1, pero estuvo a su mismo nivel según los tipos de GEM, y sólo ligeramente arriba con el Índice 2.

La influencia del universo en el que hicieron las comparaciones se ilustra con el caso de México, que se separó tanto de otros países latinoamericanos como de USA y Canadá.

7.2.6.2. El espacio formado por *Área* y *GEMs* (Fig. 16).

La influencia del segundo eje sobre el primero es ilustrado por dos casos. Dentro de los países con menos de 4 000 000 km², México se situó muy por encima de todos los demás con cualquiera de los descriptores utilizados. Dentro de los países con 8 000 000 a 10 000 000 km², Canadá y USA se situaron por encima de Brasil con todos los descriptores utilizados.

La influencia de los componentes cuantitativos y cualitativos de los GEMs es ilustrado por dos casos: Canadá estuvo por debajo de USA con tres descriptores,

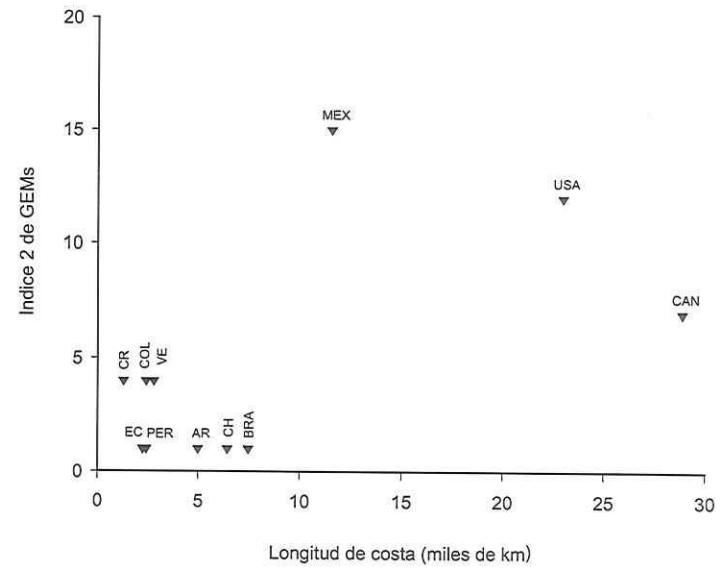
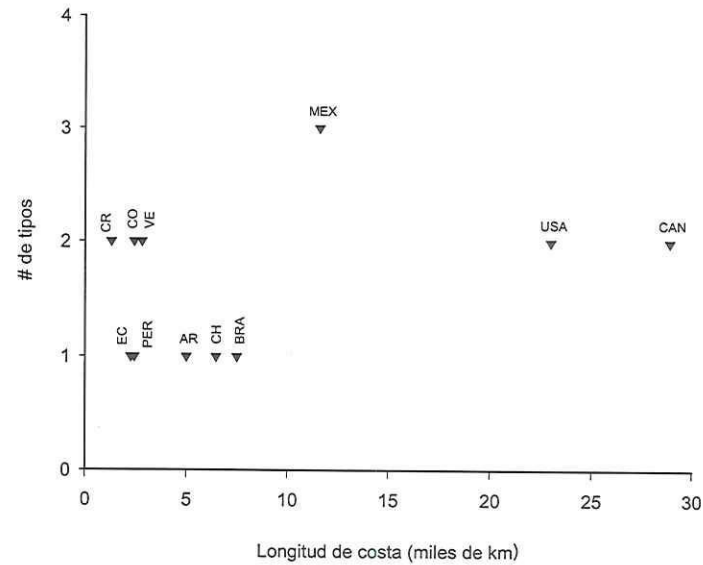
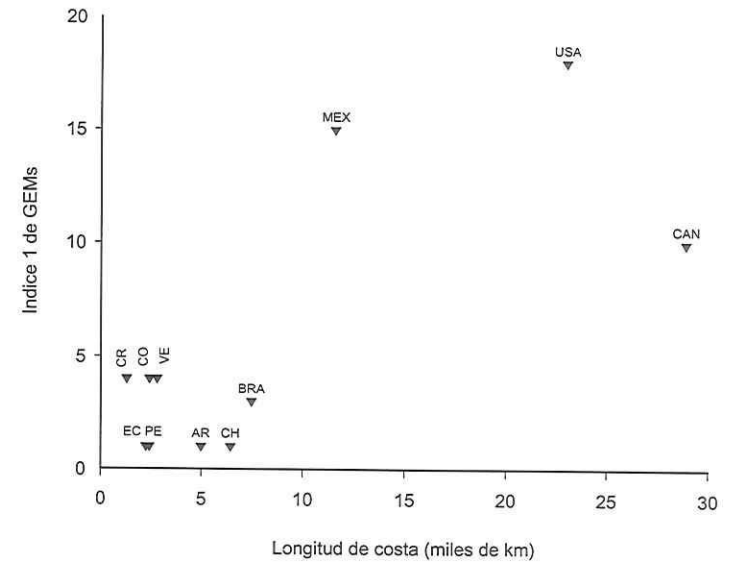
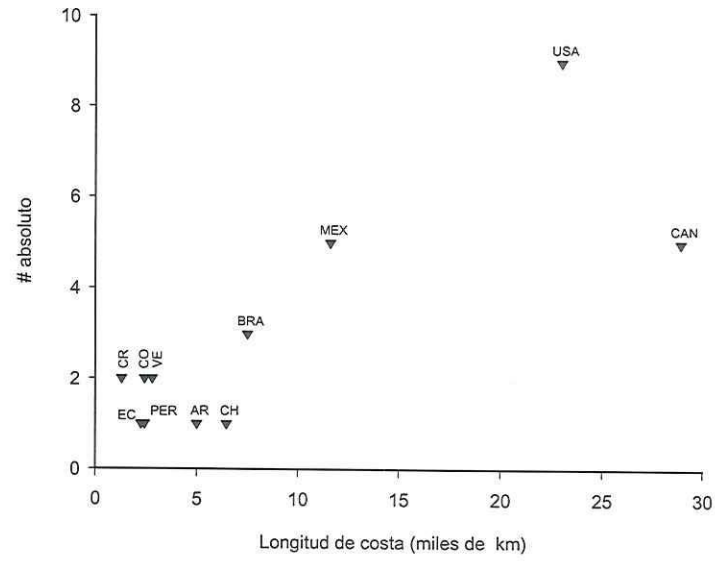


Figura 15. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por Longitud de costa y GEMs

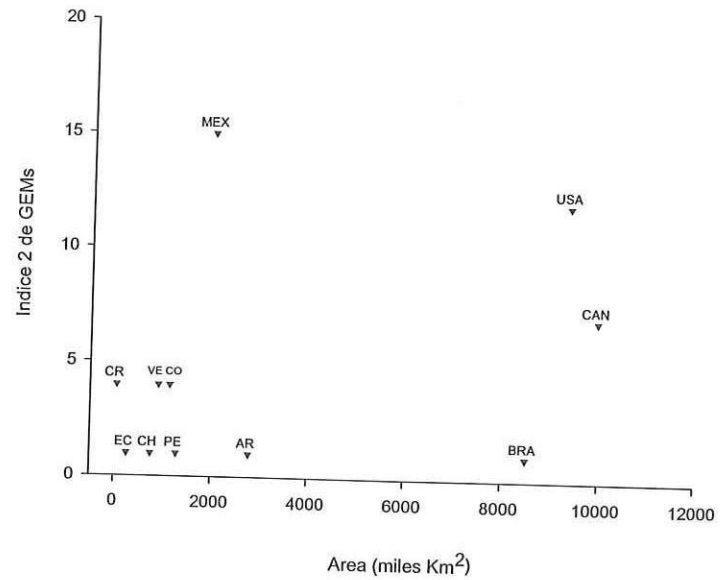
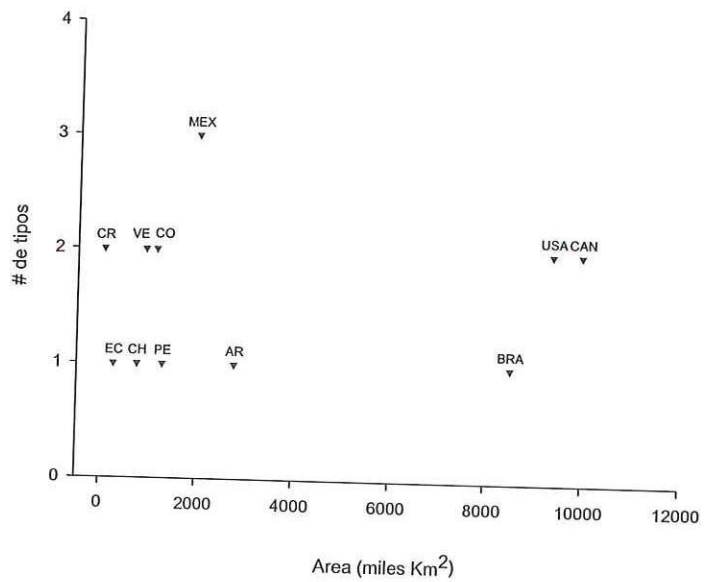
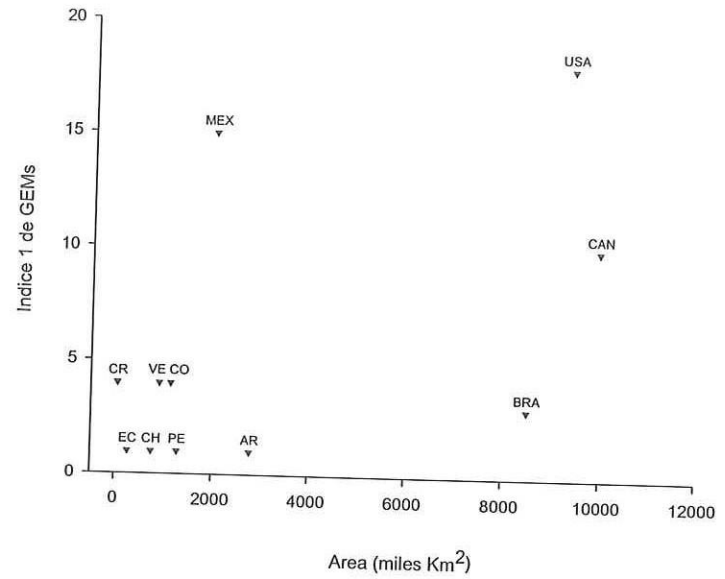
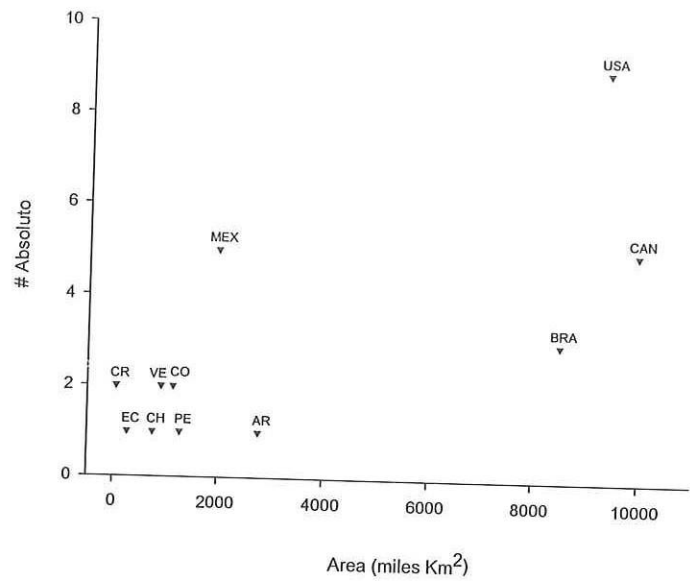


Figura 16. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por *Area* y *GEMs*

pero al mismo nivel cuando se consideró el número de tipos; México ocupó la más alta posición con el Índice 2, por encima de cualquier par latinoamericano así como de USA y Canadá.

La influencia del universo en el cual se situaron las comparaciones es ilustrado por dos casos. Brasil agrupó más cerca de USA y Canadá que de cualquier par latinoamericano. México se separó de todos los países latinoamericanos de su grupo.

7.2.6.3. El espacio formado por la razón *Longitud de Costa: Área y GEMs* (Fig. 17)

La influencia del segundo eje sobre el primero es ilustrado por México, USA y Canadá, que se situaron muy por encima de países latinoamericanos con valores muy similares del IOC.

La influencia de los componentes cuantitativos y cualitativos de los GEMs es ilustrado por cuatro casos. Brasil estuvo a nivel de Argentina y Perú según el número de tipos y el Índice 2, pero por encima de ellos según el número absoluto y el Índice 1. México estuvo a nivel de Canadá según el número absoluto pero por encima con los otros tres descriptores. USA estuvo por encima de Canadá y México al considerarse el número absoluto y el Índice 1, pero a nivel de Canadá y debajo de México al considerarse el número de tipos, y a nivel intermedio entre los dos al considerarse el Índice 2.

La influencia del universo en el cual se situaron las comparaciones es ilustrado por Canadá y USA, que estuvieron junto con Colombia y Venezuela considerando el número de tipos, y por México, que nunca agrupó más cerca de pares latinoamericanos que lo que lo hizo respecto a USA y Canadá.

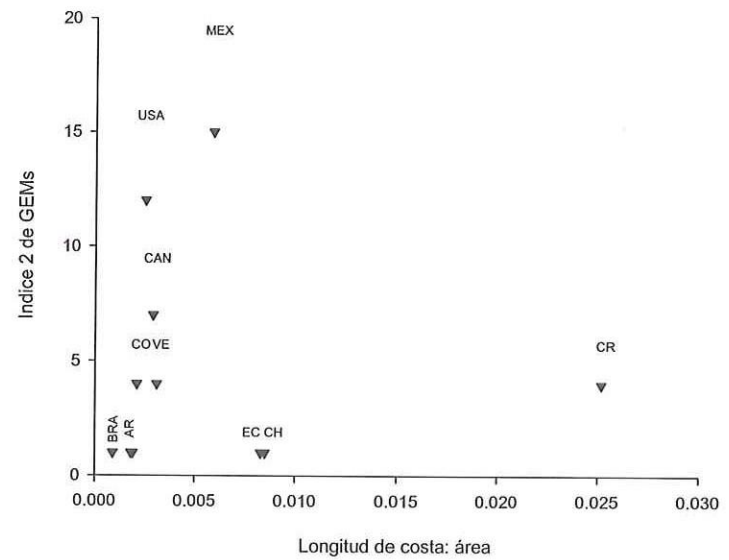
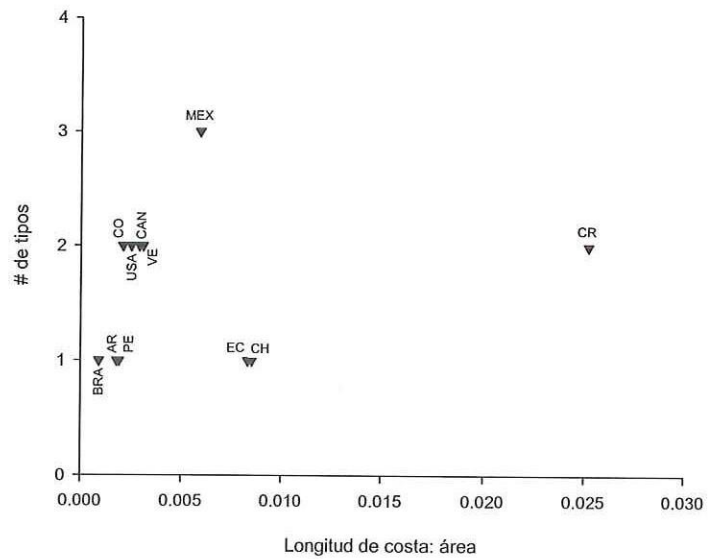
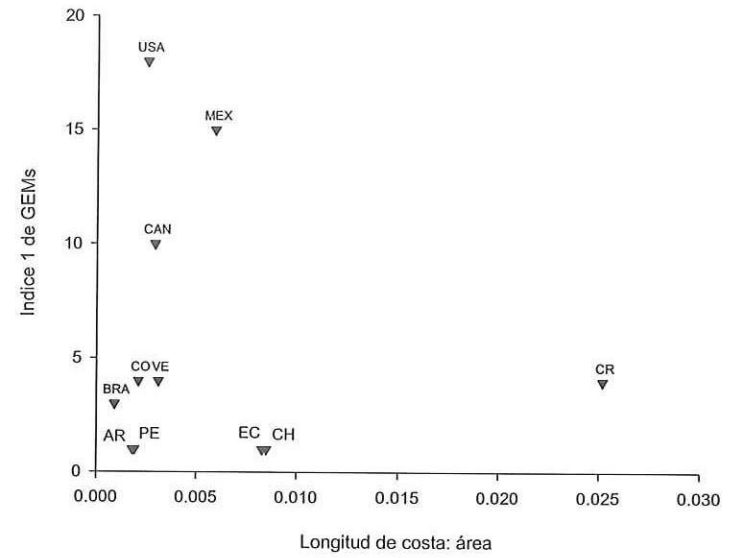
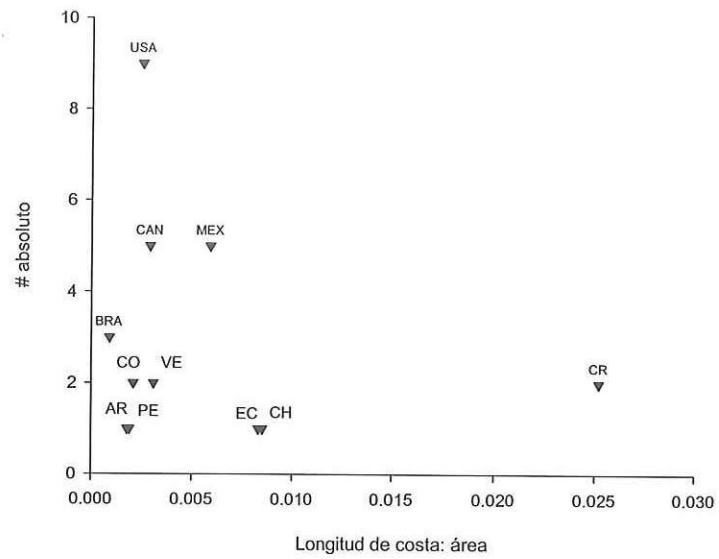


Figura 17. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por la razón *Longitud de costa: área* y GEMs

7.2.6.4. El espacio formado por *Porcentaje del territorio en estados costeros y GEMs* (Fig. 18)

La influencia del segundo eje sobre el primero es ilustrado por tres casos en que los países se separaron a lo largo del eje de los GEMs independientemente de lo cercanos que estuvieran sobre el eje de los ICOs: Ecuador, Colombia y Venezuela; México y Costa Rica; Canadá y Chile.

La influencia de los componentes cuantitativos y cualitativos de los GEMs es ilustrado por dos casos. USA estuvo al mismo nivel que Colombia y Venezuela considerando los tipos de GEM, pero muy encima de ellos en las otras tres comparaciones. Brasil estuvo un nivel arriba de Colombia, Venezuela y Costa Rica según el número de GEMs, al mismo nivel que Perú, Ecuador y Argentina según los tipos de GEM o el Índice 1, y a un nivel intermedio según el Índice 2.

La influencia del universo en el cual se situaron las comparaciones es ilustrado por el caso de USA, que agrupó con la mayoría de los países latinoamericanos, y por México, Costa Rica y Chile, que agruparon cerca de Canadá.

7.2.6.5. Implicancias para el manejo

Los resultados aportan al manejo por basarse en datos geográficos ya existentes y de fácil alcance, y disponerlos en un contexto analítico que permite comparaciones rápidas entre varios países.

El efecto del eje de los GEMs sobre el de los IOC's es muy claro. Aceptando que el manejo costero sería más complejo en países con más número o tipos de GEMs, dicho eje podría tomarse como indicador de la complejidad del manejo costero requerido. Sobre esa base, la propuesta es que en un conjunto dado de países

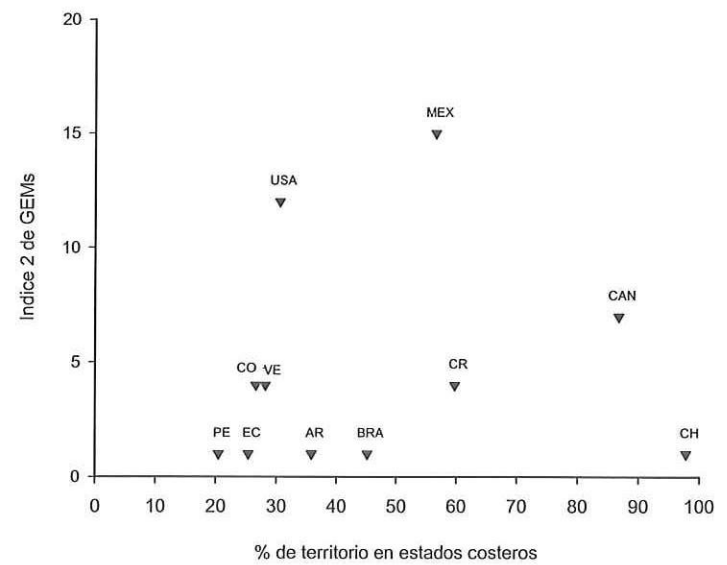
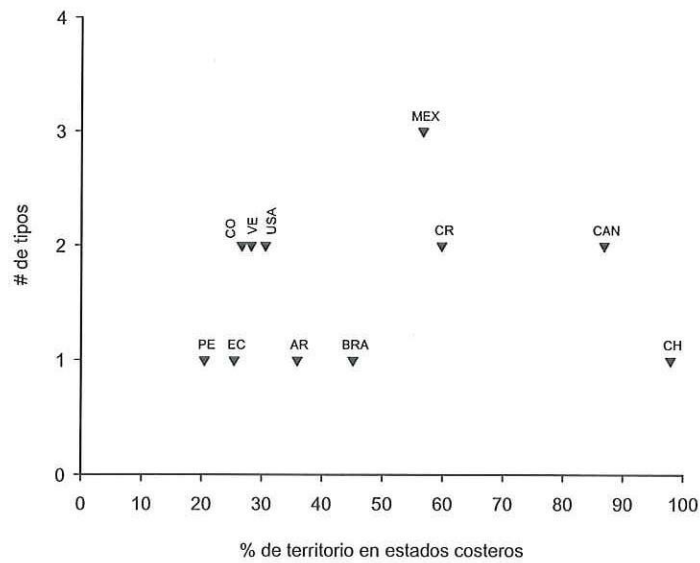
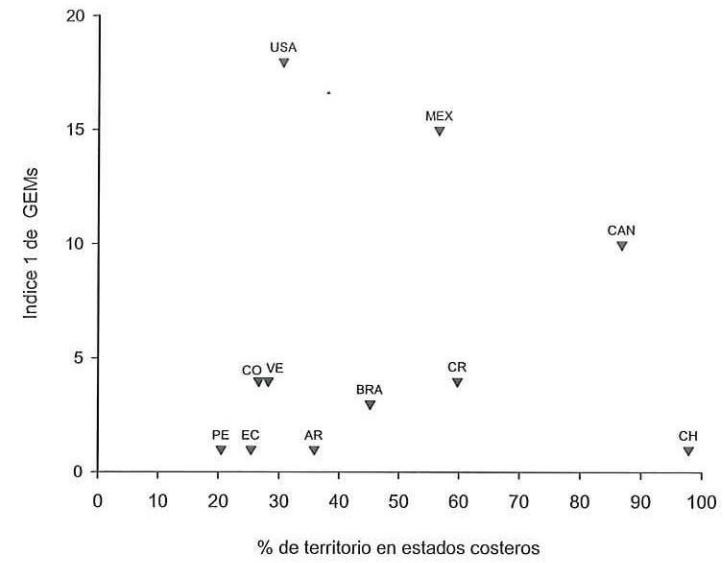
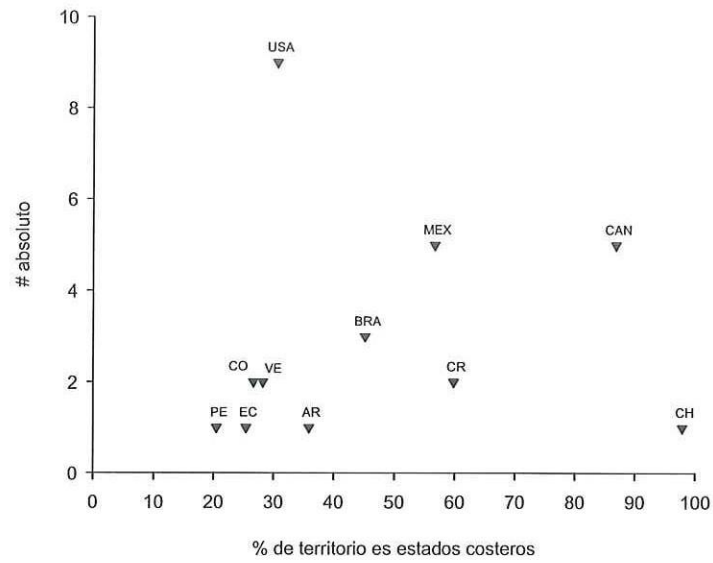


Figura 18. Los países incluidos en el estudio, en el espacio formado por *Porcentaje del territorio en estados costeros* y *GEMs*

con similar orientación costera según cualquier IOC, debe darse prioridad a aquellos con posiciones más altas en el eje de los GEMs.

Para visualizar la influencia de los descriptores de los GEMs con diferente balance de las componentes cuantitativas y cualitativas, el procedimiento seguido ofrece una secuencia ordenada de alternativas, desde la más conservadora *número de GEMs* al los *Índices de GEMs*, más elaborados, y que parecen una expresión sintética razonable, siempre que haya acuerdo respecto al tipo de GEM.

Otra implicancia para el manejo es que el universo escogido para las comparaciones revela relaciones que no hubieran sido evidentes en el más restringido de *Latinoamérica*. Por ejemplo, en el universo del continente americano, Colombia y Venezuela enfrentan un panorama tan complejo como USA en términos de tipos de GEMs, y México enfrenta un panorama más complejo que Canadá en términos de cualquier descriptor de GEM. Del mismo modo, en tal universo México se separa consistentemente tanto de USA y Canadá como de otros países latinoamericanos, por la presencia del único GEM semicerrado con menor capacidad de limpieza localizado en el continente americano (Golfo de California).

7.3. Mesoescala (1: 1 000 000 y menores).

El propósito de este capítulo fue dar un panorama de la extensión y conformación de la franja de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) y de la franja de Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa (APEC). Las AMIs son los espacios marinos que se introducen en las planicies costeras, y cuyas aguas están gobernadas principalmente por las mareas. Las APEC son una subdivisión de la plataforma continental, donde las aguas tienen dirección predominante a lo largo de la costa. Ambas constituyen la zona crítica en el tránsito de las descargas desde tierra hacia aguas más libres.

Para relacionar estos rasgos de mesoescala con los de macroescala, el Pacífico de México es particularmente ilustrativo, por reunir la mayor variedad de escenarios, es decir, dos GEMs de tipo Abierto (Pacífico Templado, GEM 3; Pacífico Tropical, GEM 11) y un GEM Semicerrado con baja capacidad de autopurificación (Golfo de California, GEM 4).

7.3.1. La franja de las AMIs en el Pacífico mexicano

7.3.1.1. Extensión

En la descripción de este rasgo de mesoescala en modo que se acople con los rasgos de macroescala, se advierte el efecto de la variedad de tipos de mares, con diferencias según se trate de mares abiertos o de mar semicerrado.

7.3.1.1.1. GEMs Abiertos

En los dos GEMs abiertos el acople de las AMIs con los rasgos de macroescala es bastante directo, pudiendo reconocerse las Unidades Costeras Homogéneas (UCHs) así como las porciones de margen costera franca y las porciones de

bahías marginales. Por lo mismo, facilitó la organización de una matriz de UCHs X tipo de costa para inscribir la extensión de las AMIs en cada caso (Fig. 19 y Tabla XI, A).

El total de AMIs en los GEMs abiertos es de 11 433 km². Dentro de ellos, El GEM 3 reúne 7 311 km² de los cuales poco más de la mitad están en margen costera franca, tanto en la UCH 1 como en la UCH 2. El GEM 11 reúne 4 122 km² de AMIs, que son ligeramente más extensas en la UCH 7, y sólo de margen costera franca, y algo menores en la UCH 8, sólo de bahía marginal (Tabla XI, A).

7.3.1.1.2. GEM Semicerrado

El caso del GEM Semicerrado (GEM 4, Golfo de California) fue bastante más complicado.

En primer lugar, hubo que reconocer lo que la Ley Federal del Mar llama *Aguas Marinas Interiores del norte del Golfo de California*. En segundo lugar, hubo que incorporar algo que no se menciona en el texto de la Ley Federal del Mar pero que se cartografía en los mapas correspondientes. Esta figura fue denominada, para los fines de este trabajo, *Aguas Marinas Interiores del SW del Golfo de California*. Ambas resultan del trazado de las líneas costeras de base para referir las aguas territoriales, pero al mismo tiempo definen espacios cuya hidrología, al menos para el norte del Golfo de California, es razonablemente diferente de las aguas más libres. Por eso resultó pertinente considerarlas como una instancia intermedia en el tránsito de las descargas desde tierra.

Sobre esa base, se impuso acuñar el término AMIs *perimetales* para designar a las inflexiones de la línea de costa continental.

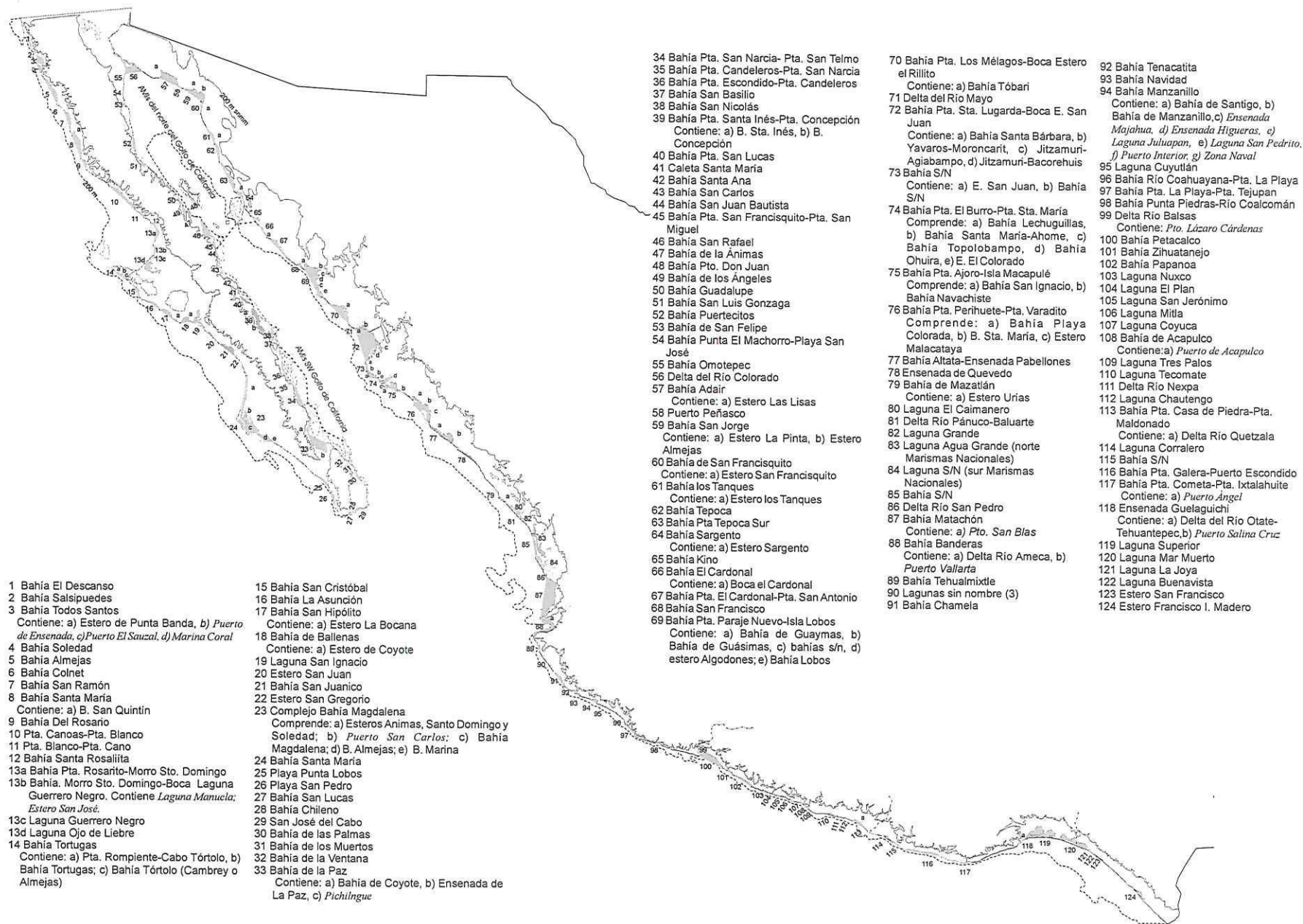


Figura 19. Desglose de las Aguas Marinas Interiores en el Pacífico mexicano.

Tabla XI. Resumen de la superficie (km²) de las Aguas Marinas Interiores en el Pacífico Mexicano.

A). GEMs Abiertos

| a).GEM 3 | Margen Costera Franca | Bahía Marginal | Total |
|------------------------------------|-----------------------|----------------|---------------|
| UCH 1 (BC, lado Pacífico) | 2 042 | 1 201 | 3 243 |
| UCH 2 (BCS, lado Pacífico) | 2 839 | 1 229 | 4 068 |
| TOTAL GEM 3 | 4 881 | 2 430 | 7 311 |
| b).GEM 11 | | | |
| UCH 7 (Jalisco sur a Oaxaca oeste) | 2 202 | - | 2 202 |
| UCH 8 (Oaxaca este, y Chiapas) | - | 1 920 | 1 920 |
| TOTAL GEM 11 | 2 202 | 1 920 | 4 122 |
| TOTAL GEMs ABIERTOS | 7 083 | 4 350 | 11 433 |

B). GEM Semicerrado (GEM 4, Golfo de California)

| Localización en | | AMIs perimetrales | Adyacentes a Océano Costero de Mar Marginal | Adyacentes a AMIs del SW del Golfo de California | Adyacentes a AMIs del norte del Golfo de California | Parciales, Subtotales y Totales |
|---------------------|------------------|--|---|--|---|---------------------------------|
| | | | | | | |
| CUERPO NORTE | lado peninsular | - | - | - | 1 297 (UCH 3 en BC) | 1 297 |
| | lado continental | - | - | - | 2 540 (UCH 4 en norte de Sonora) | 2 540 |
| Subtotal | | - | - | - | 3 837 | 3 837 |
| CUERPO CENTRO | lado peninsular | 1 137 (UCH 3 en BCS) | 1 043 (UCH 3 en BCS) | - | - | 2 180 |
| | lado continental | 7 039 (UCH 4 en sur de Sonora y Sinaloa norte) | - | - | - | 7 039 |
| <i>Subtotal</i> | | 8 176 | 1 043 | - | - | 9 219 |
| Total Cuerpo | | 8 176 | 1 043 | 3 837 | - | 13 056 |
| BOCA | lado peninsular | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| | lado continental | UCH 5 (Sinaloa sur, y Nayarit norte) | 994 | - | - | 994 |
| | | UCH 6 (Nayarit sur, y Jalisco norte) | 1 947 | - | - | - |
| Total Boca | | 2 941 | - | - | - | 2 941 |
| Total GEM 4 | | 11 117 | 1 043 | 3 837 | - | 15 997 |

Esto permite clasificar a las AMIs perimetrales del Golfo de California según su tipo de adyacencia. Por un lado, las directamente comunicadas con las aguas de plataforma, u Océano Costero de Mar Marginal. Por el otro, aquellas cuya comunicación con las aguas más libres está intermediada por alguna de las dos categorías antes descritas. Además, fue necesario reconocer las divisiones clásicas a lo largo del golfo (cuerpo norte, cuerpo centro, y boca) así como a las diferentes Unidades Costeras Homogéneas formadas en el lado peninsular y en el lado continental.

Considerando todo lo anterior, se decidió que la matriz adecuada para enmarcar a las AMIs del Golfo de California debía formarse con los siguientes atributos: tipo de adyacencia, localización a lo largo del golfo, y lados (peninsular; continental) (Tabla XI B).

Se observa que el Golfo de California reúne 15 997 km² de AMIs, con la mayor parte en el cuerpo (13 056 km²) y los restantes 2 941 km² en la boca.

La distribución del tipo de AMIs perimetrales según su adyacencia es muy desigual en las diferentes partes longitudinales del golfo. La boca sólo tiene en adyacencia con Océano Costero de Mar Marginal; el cuerpo norte sólo tiene en adyacencias con AMIs del norte del Golfo; el cuerpo centro tiene en adyacencia con Océano Costero de Mar Marginal y con AMIs del SW del Golfo. Al mismo tiempo, el cuerpo presenta diferencias entre el lado peninsular y el lado continental. Las UCHs identificadas a macroescala se desdibuja en el cuerpo, y se reconocen claramente sólo en la boca.

7.3.1.2. Desglose cartográfico, y propuesta de red denominación.

Al comparar la lista de rasgos geomórficos que la Ley Federal del Mar enlista individualmente, con el cartografiado de los mismos, se encontraron dos familias de casos. En unos, el elemento individual está cartográficamente aislado, y se comunica directamente con las aguas costeras libres. En otros casos, uno o mas elementos individuales están cartográficamente contenidos en un elemento mayor, que es el que se comunica directamente con las aguas costeras libres. Es decir, la comunicación de los elementos contenidos es intermediada por el elemento mayor.

Con base en el análisis anterior, se propone una red denominación de los elementos de las AMIs que, reteniendo los lineamientos de la Ley Federal del Mar, refleje sintéticamente los rasgos hidrológicos asociados con una comunicación directa o intermediada con las aguas costeras libres.

Así, se propone distinguir entre (a) lagunas costeras directas, y lagunas costeras subordinadas o anidadas; (b) bahías simples (no contienen elementos subordinados) y bahías compuestas ó festoneadas (contienen elementos subordinados); (c) puertos directos, y puertos subordinados o anidados. El término *complejos costeros* se reservó para configuraciones del tipo de Bahía Magdalena. Para ilustrar la mayoría de estas condiciones, se ofrece el caso de la costa de Colima a la altura de bahía de Manzanillo (Fig. 20).

En apego a lo anterior, se ofrece en los siguientes incisos una descripción de las AMIs, complementaria de los datos de extensión presentados en el inciso 7.3.1.1.

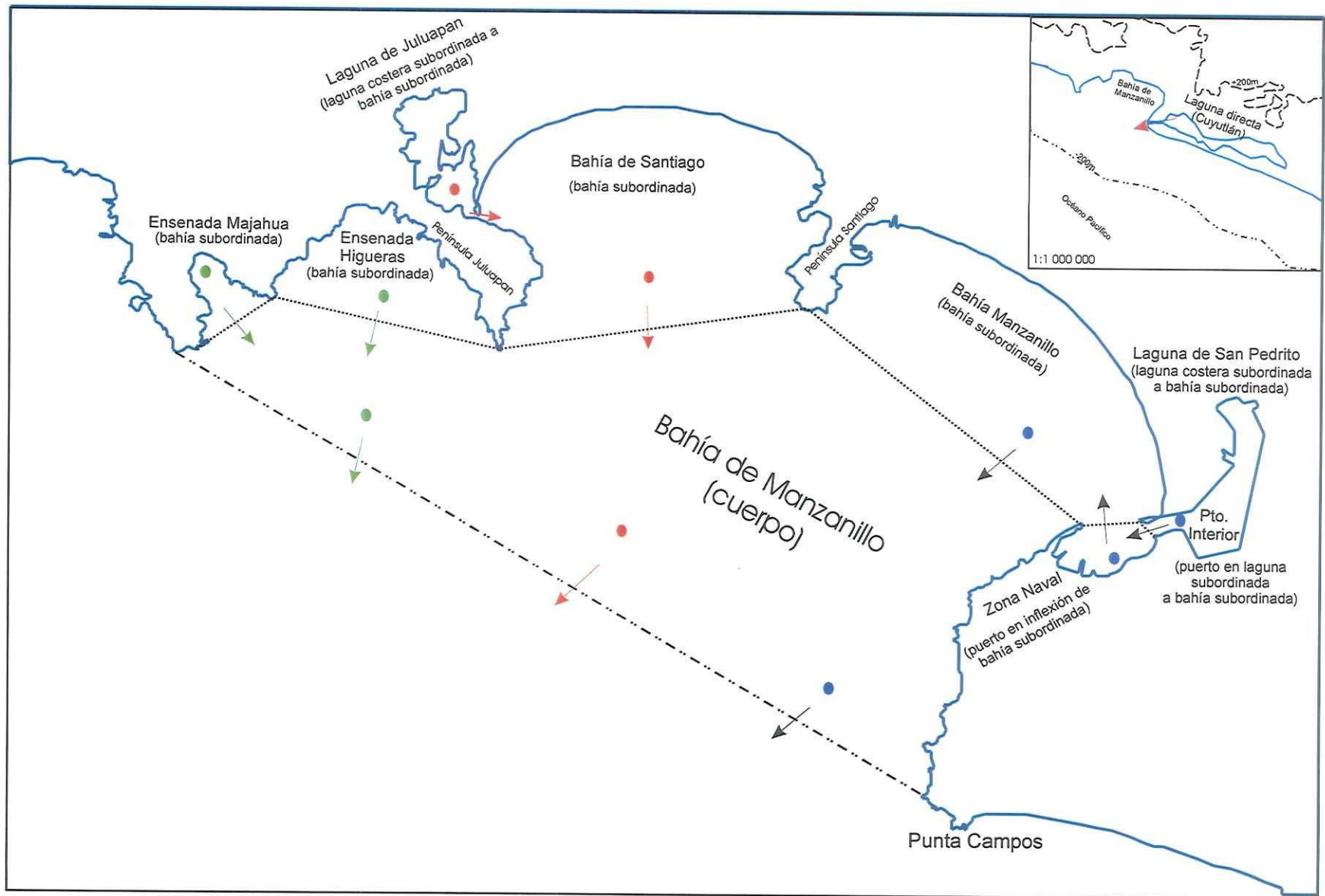


Figura 20. Ejemplo de rasgos geomórficos de las Aguas Marinas Interiores (AMI;s) en relación directa o subordinada con las aguas costeras libres (B. Manzanillo, Col., a partir de escala 1: 78 000). Los puntos y flechas de diferentes colores indican el número y localización de fronteras que intermedian el contacto con las aguas costeras libres.

En la lista de rasgos que se ofrecen en las tablas, puede notarse que en la Figura 20 red denominación no se pierde ningún rasgo geomorfológico conocido en las listas habituales (por ejemplo, listas de lagunas costeras ó de puertos). Más bien, los rasgos que parecen perderse por no aparecer directamente en la lista, se descubren *contenidos* en un rasgo mayor, al cual se subordinan, con la ventaja de que la condición de “anidado” anticipa los rasgos de confinamiento del rasgo subordinado.

7.3.1.2.1. GEMs Abiertos

7.3.1.2.1.1. GEM 3 (Corriente de California, o Pacífico Templado).

Se observan diferencia entre la UCH 1 (BC, lado Pacífico) y la UCH 2 (BCS, lado Pacífico). En la primera se presentan bahías simples, bahías compuestas, y lagunas directas, mientras que en la segunda también se presentan los complejos costeros. En la UCH 2, la presencia relativa de los diferentes rasgos geomórficos de las AMIs cambia según se la exprese en número absoluto o en superficie, pero en la UCH 1 se mantiene (Fig. 21; tablas XII y XIII).

Dentro de la UCH 1, la margen costera franca presenta mayor número absoluto de AMIs, con predominancia de bahías simples sobre las bahías compuestas; la bahía marginal (bahía Vizcaíno) tiene menor número absoluto de AMIs, pero mayor variedad, con predominancia de bahías simples, seguida por lagunas directas y bahías compuestas. Al expresar la presencia de AMIs en términos de superficie, la relación es similar a la numérica en la margen costera franca, pero en la bahía marginal la aportación de las bahías compuestas es mucho menor a su presencia numérica.

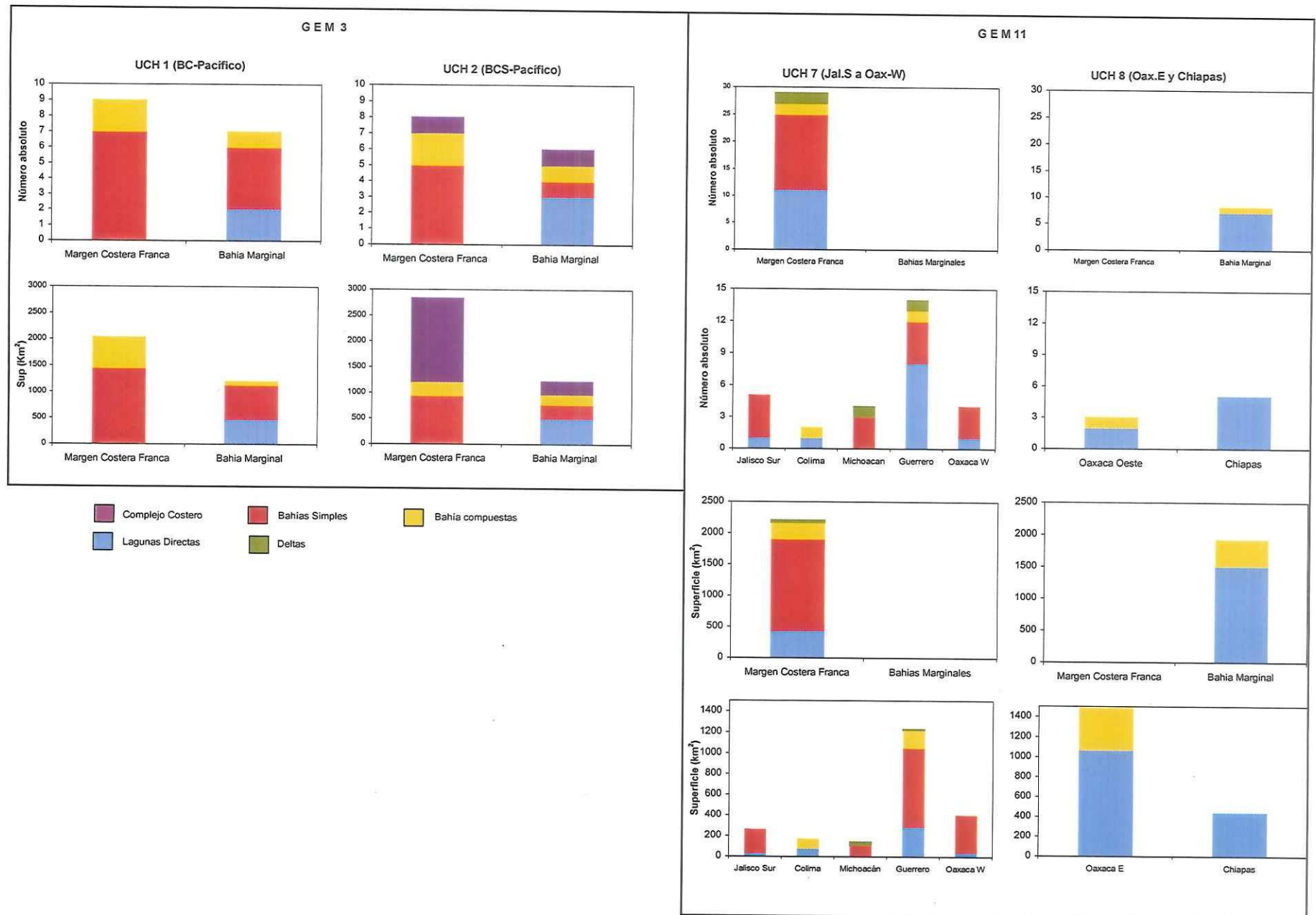


Figura 21. Desglose de las Aguas Marinas Interiores (AMI's) perimetrales en el Pacífico Mexicano: GEM's Abiertos (GEM 3 y GEM 11).

Tabla XII. Desglose de las AMIs en los GEMs abiertos del Pacífico Mexicano: GEM 3, UCH 1. Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos geográficos | Sup. (km²) | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|--|----------------------------------|--|
| Margen Costera Franca (Frontera USA-Mex.-Pta Sn Antonio) | | |
| 1 Bahía El Descanso | 139 | Bahía simple |
| 2 Bahía Salsipuedes | 86 | Bahía simple |
| 3 Bahía Todos Santos <i>Contiene: Estero de Punta Banda, Puerto de Ensenada, Puerto El Sauzal, Marina Coral</i> | 209 | Bahía compuesta |
| 4 Bahía Soledad | 60 | Bahía simple |
| 5 Bahía Almejas | 277 | Bahía simple |
| 6 Bahía Colnet | 60 | Bahía simple |
| 7 Bahía San Ramón | 735 | Bahía simple |
| 8 Bahía Santa María <i>Contiene: a) B. San Quintín</i> | 381 | Bahía compuesta |
| 9 Bahía Del Rosario | 95 | Bahía simple |
| Subtotal Margen Costera Franca | 2 042 | |
| <i>BAHÍA MARGINAL</i> (Pta San Antonio-Pta Eugenia) | | |
| 10 Bahía Pta. Canoas-Pta. Blanco | 318 | Bahía simple |
| 11 Bahía Pta. Blanco-Pta. Cano | 86 | Bahía simple |
| 12 Bahía Santa Rosaliíta | 72 | Bahía simple |
| 13a Bahía Pta. Rosarito-Morro Sto. Domingo | 194 | Bahía simple |
| 13b Bahía Morro Sto Domingo-Boca Laguna Guerrero Negro; <i>contiene Laguna Manuela; Estero San José</i> | 68 | Bahía compuesta |
| 13c Laguna Guerrero Negro | 12 | Laguna directa |
| 13d Laguna Ojo de Liebre | 451 | Laguna directa |
| Subtotal Bahía Marginal | 1 201 | |
| Total AMIs en UCH 1 | 3 243 | |

Tabla XIII. Desglose de las AMIs en los GEMs abiertos del Pacífico Mexicano: GEM 3, UCH 2. Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos Geográficos | Sup (km ²) | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|---|---------------------------|--|
| Margen Costera Franca, segmento Pta Eugenia-Pta Abreojos | | |
| 14 B. Pta. Rompiente-Morro Hermoso (B.Tortugas) comprende :a) Pta. Rompiente-Pta. La Cantina, b) Bahía Tortugas, c) Bahía Cambrey (Almejas) | 41 | Bahía compuesta |
| 15 Bahía San Cristóbal | 226 | Bahía simple |
| 16 Bahía La Asunción | 192 | Bahía simple |
| 17 Bahía San Hipólito: contiene: a) estero La Bocana | 228 | Bahía compuesta |
| Subtotal parcial en margen costera franca | 687 | |
| Bahía Marginal (<i>Pta Abreojos-Cabo San Lázaro</i>) | | |
| 18 Bahía de Ballenas | 193 | Bahía compuesta |
| Contiene: a) Estero de Coyote | | |
| 19 Laguna San Ignacio | 419 | Laguna directa |
| 20 Estero San Juan | 52 | Laguna directa |
| 21 Bahía San Juanico | 287 | Bahía simple |
| 22 Estero San Gregorio | 18 | Laguna directa |
| 23 Complejo Bahía Magdalena (hasta cabo Sn Lázaro) Comprende: a) Esteros Animas, Santo Domingo y Soledad. | 260 | Complejo costero |
| Subtotal en Bahía Marginal | 1229 | |
| Margen Costera Franca, segmento Cabo San Lázaro-Cabo San Lucas | | |
| 23 Complejo Bahía Magdalena (desde cabo Sn Lázaro) Comprende: b) <i>Puerto San Carlos</i> ; c) Bahía Magdalena, d) Bahía Almejas, e) B. Marina. | 1626 | Complejo costero |
| 24 Bahía Santa María | 136 | Bahía simple |
| 25 Playa Punta Lobos | 190 | Bahía simple |
| 26 Playa San Pedro | 200 | Bahía simple |
| Subtotal parcial en margen costera franca | 2152 | |
| Total AMIs en UCH 2 | 4 068 | |
| - Subtotal en Márgenes Costeras Francas | 2839 | |
| - Subtotal en Bahía Marginal | 1229 | |

Dentro de la UCH 2, resalta que las lagunas directas se encuentran sólo en la bahía marginal (Golfo de Ulloa). La margen costera franca y la bahía marginal (Golfo de Ulloa) son bastante parejas en número absoluto de AMIs, pero la primera presenta dominancia de bahías simples mientras que en la segunda predominan las lagunas directas. La situación se invierte en términos de superficie, ya que la margen costera franca tiene el doble de superficie de AMIs, con dominancia de complejos costeros, mientras que en la bahía marginal hay una ligera predominancia de lagunas directas.

En lo referente a los ocho puertos y dos marinas existentes en esta porción, sólo dos están directamente comunicados con las aguas costeras libres (puertos Rosarito y Punta China). Los demás están al albergue de algún rasgo mayor: la marina La Salina, dentro de delta; los puertos Cabo San Lucas y San José del Cabo, dentro de bahías simples; los puertos El Sauzal, Ensenada y Punta China, y la marina Coral Marina, dentro de bahías compuesta; el puerto San Carlos, en complejo lagunar; el puerto Guerrero Negro, en un extremo de anidación dentro de una bahía compuesta (tabla XIV).

7.3.1.2.1.2. GEM 11 (Pacífico Tropical)

Este GEM es particular por dos condiciones. Por un lado, de las dos UCH que incluye, una sólo tiene margen costera franca (UCH 7) y la otra sólo tiene bahía marginal (UCH 8, golfo de Tehuantepec). Por otra parte, abarca varios estados costeros, y requiere un desglose que refleje esa variedad (Fig. 21, tablas XV y XVI).

Tabla XIV. Nominación de los puertos en diferentes esquemas, aplicada a los GEMs abiertos del Pacífico mexicano: GEM 3.

| Esquema Puertos | | En el marco de las Aguas Marinas Interiores | Instituto de Geografía, UNAM, 1992. | | INEGI, 2001 | Banco Nacional de Comercio Exterior, 2001 (*) |
|------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------|---|
| | | | TIPO (*) | FUNCIÓN (*) | FUNCIÓN (*) | |
| U C H 1 (BC-Pacífico) | Rosarito | En aguas costeras | Marítimo | Carga mixta específico | | Puerto |
| | La Salina (Marina) | En delta | N. I. | N. I. | | N. I. |
| | El Sauzal | Anidado en bahía compuesta (Bahía Todos Santos) | N. I. | N. I. | | Puerto |
| | Coral Marina (Marina) | Anidado en bahía compuesta (Bahía Todos Santos) | N. I. | N. I. | | N. I. |
| | Ensenada | Anidado en bahía compuesta (Bahía Todos Santos) | Marítimo | Carga mixta, pasaje crucero, polifuncional, | De Altura | APIF |
| | Punta China | En aguas costeras | Marítimo | Carga altura, específico | | Puerto |
| U C H 2 (BCS-Pacífico) | Guerrero Negro | En laguna costera anidada en bahía compuesta (Bahía Vizcaíno) | Marítimo | Carga altura, específico | | Puerto |
| | San Carlos | En complejo lagunar (Complejo Bahía Magdalena) | Marítimo | Carga mixta, polifuncional | De Altura | Puerto |
| | Cabo San Lucas | En bahía simple (Bahía San Lucas) | Marítimo | Carga cabotaje, pasaje mixto específico, | De Altura | APIF |
| | San José del Cabo | En bahía simple (San José del Cabo) | N. I. | N. I. | De Cabotaje | Puerto |

(*): Tipos, funciones, y siglas

Carga: Altura (comercio exterior), Cabotaje (tráfico doméstico) o mixto APIE: Administración Portuaria Integral (Estatal)
 Pasaje: Crucero, Transbordador o mixto APIF: Administración Portuaria Integral (Federal)
 Específico (opera un solo tipo de carga) APIP: Administración Portuaria Integral (Privada)
 Polifuncional (opera varios tipos de carga) N.I. No incluido

Tabla XV. Desglose de las AMIs en los GEM's abiertos del Pacífico mexicano: Margen Costera Franca del GEM 11 (UCH 7, Cabo Corrientes a Puerto Angel). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos Geográficos | Sup. (km ²) | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|--|----------------------------|--|
| Jalisco Sur | | |
| 89 Bahía Tehuالمixtle | 15 | Bahía simple |
| 90 Lagunas S/N (tres) | 30 | Laguna directa |
| 91 Bahía Chamela | 116 | Bahía simple |
| 92 Bahía Tenacatita | 35 | Bahía simple |
| 93 Bahía Navidad | 66 | Bahía simple |
| Subtotal Jalisco Sur | 262 | |
| Colima | | |
| 94 Bahía Manzanillo Contiene: a) Bahía de Santiago, b) Bahía de Manzanillo c) <i>Ensenada Majahua</i> , d) <i>E. Higueras</i> , e) <i>Laguna Juluapan</i> , f) <i>L. San Pedrito</i> , g) <i>Puerto Interior</i> , h) <i>Zona Naval</i> | 91 | Bahía compuesta |
| 95 Laguna Cuyutlán | 78 | Laguna directa |
| Subtotal Colima | 169 | |
| Michoacán | | |
| 96 Bahía Río Coahuayana-Pta. La Playa | 15 | Bahía simple |
| 97 Bahía Pta. La Playa-Pta. Tejupan | 88 | Bahía simple |
| 98 Bahía Punta Piedras-Río Coalcomán | 11 | Bahía simple |
| 99 Delta Río Balsas Contiene: a) <i>Pto. Lázaro Cárdenas</i> | 26 | Delta |
| Subtotal Michoacán | 140 | |
| Guerrero | | |
| 100 Bahía Petacalco | 451 | Bahía simple |
| 101 Bahía Zihuatanejo | 64 | Bahía simple |
| 102 Bahía Papanoa | 175 | Bahía simple |
| 103 Laguna Nuxco | 12 | Laguna directa |
| 104 Laguna El Plan | 8 | Laguna directa |
| 105 Laguna San Jerónimo | 16 | Laguna directa |
| 106 Laguna Mitla | 50 | Laguna directa |
| 107 Laguna Coyuca | 52 | Laguna directa |
| 108 Bahía de Acapulco Contiene: <i>Puerto de Acapulco</i> | 78 | Bahía simple |
| 109 Laguna Tres Palos | 60 | Laguna directa |
| 110 Laguna Tecomate | 52 | Laguna directa |
| 111 Delta Río Nexpa | 4 | Delta |
| 112 Laguna Chautengo | 35 | Laguna directa |
| 113 Bahía Pta. Casa de Piedra-Pta. Maldonado Contiene: a) Delta Río Marquelia, b) Delta Río Quetzala | 173 | Bahía compuesta |
| SUBTOTAL GUERRERO | 1 230 | |
| Oaxaca Oeste | | |
| 114 Laguna Corralero | 35 | Laguna directa |
| 115 Bahía S/N | 119 | Bahía simple |
| 116 Bahía Pta. Galera-Puerto Escondido | 202 | Bahía simple |
| 117 Bahía Pta. Cometa-Pta. Ixtalahuite Contiene: a) <i>Puerto Ángel</i> | 45 | Bahía simple |
| SUBTOTAL OAXACA OESTE | 401 | |
| TOTAL AMIS EN UCH 7 | 2 202 | |

Tabla XVI. Desglose de las AMIs en los GEMs abiertos del Pacífico mexicano. Bahía Marginal del GEM 11 (UCH 8, Puerto Ángel a Río Suchiate). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos Geográficos | Sup km ² | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|---|------------------------|--|
| Oaxaca Este | | |
| 118 Ensenada Guelaguichi Contiene: a) Delta del Río Otate-Tehuantepec, b) <i>Puerto Salina Cruz</i> | 417 | Bahía Compuesta |
| 119 Laguna Superior | 728 | Laguna Directa |
| 120 Laguna Mar Muerto | 339 | Laguna Directa |
| <i>Subtotal Oaxaca Este</i> | 1 484 | |
| Chiapas | | |
| 120 Laguna Mar Muerto | 182 | Laguna Directa |
| 121 Laguna La Joya | 30 | Laguna Directa |
| 122 Laguna Buenavista | 27 | Laguna Directa |
| 123 Estero San Francisco | 38 | Laguna Directa |
| 124 Estero Francisco I. Madero | 159 | Laguna Directa |
| <i>Subtotal Chiapas</i> | 436 | |
| Total AMIs en UCH 8 | 1 920 | |

En la UCH 7 están presentes cuatro de los cinco rasgos geomórficos incluidos en las AMIs (sólo faltan los complejos costeros). En número absoluto, el total muestra representación pareja de las lagunas directas, las bahías simples y las bahías compuestas, y menor representación de deltas. Este panorama varía mucho en el desglose por estados. Guerrero es ampliamente superior, y retiene la variedad de AMIs. Colima y Michoacán sólo tienen dos rasgos, pero de diferente tipo (Colima sólo lagunas directas y bahías compuestas; Michoacán sólo bahías simples y deltas). Jalisco sur y Oaxaca oeste tienen los mismos tres rasgos, aunque en diferente proporción (en Jalisco sur predominan las bahías compuestas; en Oaxaca oeste predominan las bahías simples). Los deltas sólo se presentan en Michoacán y Guerrero.

La situación cambia algo al expresar la presencia de AMIs en términos de superficie, ya que las bahías simples dominan ligeramente. En el desglose por estados continúa la predominancia de Guerrero, aunque ahora destacan más las bahías simples, igual que en Oaxaca oeste. En cambio, en Jalisco sur se acentúa la dominancia de bahías compuestas.

En la UCH 8 sólo se presentan lagunas directas y bahías compuestas, con predominancia de las primeras en números absolutos. En el desglose por estados, Oaxaca oeste tiene menor número absoluto pero retiene los dos rasgos geomórficos con representación pareja, mientras Chiapas tiene mayor número absoluto pero de un sólo tipo (lagunas directas). Al referir la presencia de AMIs en términos de superficie, la predominancia de lagunas directas se mantiene en el total, con cambios pronunciados en el desglose por estados: Oaxaca oeste tiene

mucha más superficie de AMIs que Chiapas, y las lagunas directas representan dos terceras partes de ellas.

En lo referente a los ocho puertos existentes en esta porción, sólo dos estarían directamente comunicado con las aguas costeras libres, aunque a una escala más fina se observa que en realidad están dentro de pequeñas bahías (Puerto Escondido y Puerto Angel, Oax.). Los demás se encuentran al albergue de algún rasgo mayor. Lázaro Cárdenas y Puerto Madero, dentro de deltas; Zihuatanejo y Acapulco, dentro de bahías simples; Manzanillo, en un extremo de anidación dentro de una bahía compuesta (tabla XVII).

7.3.1.2.2. GEM Semicerrado (Golfo de California)

En el cuerpo norte todas las AMIs perimetrales están en adyacencia con las AMIs del norte del Golfo. Tienen tres rasgos geomórficos: deltas, bahías compuestas y bahías simples. En términos de números absolutos, las AMIS son más abundantes en el lado peninsular, pero individualmente las bahías compuestas son más numerosas en el lado continental y las bahías simples más numerosas en el lado peninsular. Sin embargo, la mayor superficie global está en el lado continental, acentuándose la predominancia de las bahías compuestas (Fig. 22; tablas XVIII y XIX).

En el cuerpo centro la diferencia entre lado peninsular y lado continental es muy marcada. En el lado peninsular hay dos tipos de adyacencia: con AMIs del SW del golfo y con Océano Costero de Mar Marginal. En el lado continental sólo hay adyacencia con Océano Costero de Mar Marginal. El lado peninsular sólo tiene bahías simples y bahías compuestas, con mayor abundancia de las primeras en

Tabla XVII Nominación de los puertos en diferentes esquemas, aplicada a los GEMs abiertos del Pacífico mexicano: GEM 11.

| Esquema Puertos | | En el marco de las Aguas Marinas Interiores | Instituto de Geografía, UNAM, 1992 | | INEGI, 2001 | Banco Nacional de Comercio Exterior, 2001 (*) |
|--------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|--|----------------|---|
| | | | TIPO (*) | FUNCIÓN (*) | FUNCIÓN (*) | |
| UCH7 | COLIMA Manzanillo | Anidado en laguna costera subordinada a bahía subordinada de bahía compuesta (B. Manzanillo) | Marítimo | Carga mixta, pasaje crucero polifuncional, | De altura | APIF |
| | MICHOACÁN Lázaro Cárdenas | En delta (Río Balsas) | Fluvial | Carga mixta, polifuncional | De altura | APIF |
| | GUERRERO Zihuatanejo | En bahía simple (Bahía de Zihuatanejo) | Marítimo | Pasaje crucero | De cabotaje | Puerto |
| | Acapulco | En bahía simple (Bahía de Acapulco) | Marítimo | Carga mixta, pasaje crucero polifuncional, | De altura | APIP |
| | OAXACA Puerto Escondido | (1: 1 000 000) En aguas costeras (1: 250 000) En bahía simple (Bahía Pto. Escondido) | N. I. | N. I. | De cabotaje | Puerto |
| | Puerto Ángel | (1: 1 000 000) En aguas costeras. (1: 250 000) En bahía simple (B. Pta Cometa-Pta Ixtalahuite) | N. I. | N. I. | De cabotaje | Puerto |
| UCH8 | Salina Cruz | Anidado en bahía compuesta (Ensenada Guelaguichi) | N. I. | N. I. | De altura | APIF |
| | CHIAPAS Puerto Madero | En delta | N. I. | N. I. | De altura | APIF |

(*): Tipos, funciones, y siglas

Carga: Altura (comercio exterior), Cabotaje (tráfico doméstico) o mixto APIE: Administración Portuaria Integral (Estatal)

Pasaje: Crucero, Transbordador o mixto APIF: Administración Portuaria Integral (Federal)

Específico (opera un solo tipo de carga)

Polifuncional (opera varios tipos de carga)

APIP: Administración Portuaria Integral (Privada)

N.I. No incluido

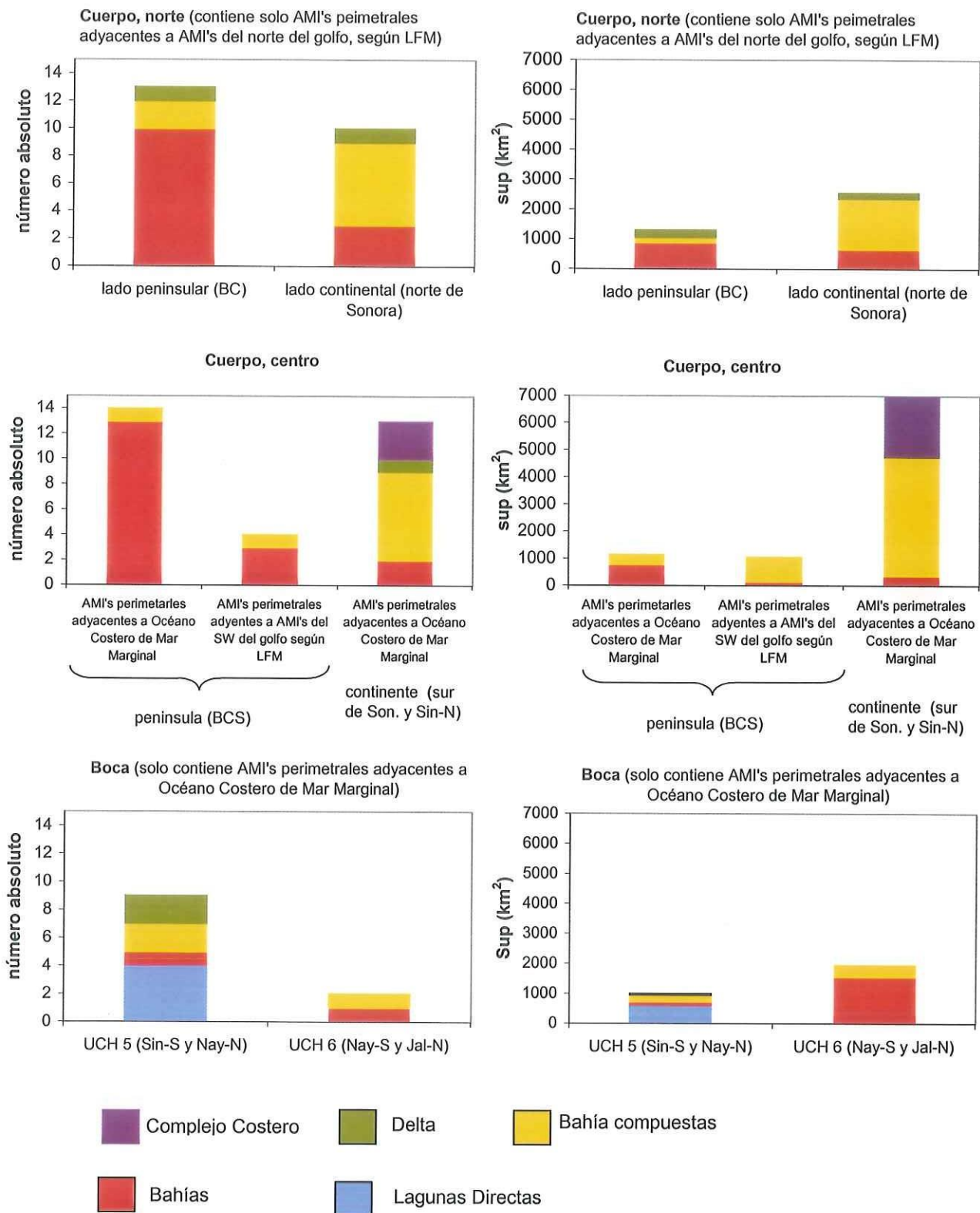


Figura 22. Desglose de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) perimetrales en el Pacífico mexicano: Gem Semicerrado (GEM 4, Golfo de California). Serie izquierda, números absolutos; serie derecha, superficie.

Tabla XVIII. Desglose de las AMIs perimetrales en el GEM 4, Golfo de California: cuerpo, lado peninsular (UCH 3). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos geográficos | Sup (km ²) | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|--|---------------------------|--|
| Baja California Sur | | |
| Adyacentes a Océano Costero de Mar Marginal (CABO SAN LUCAS A PTA. GORDA) | | |
| 27 Bahía San Lucas | 8 | Bahía Simple |
| 28 Bahía Chileno | 10 | Bahía Simple |
| 29 San José del Cabo | 24 | Bahía Simple |
| 30 Bahía de las Palmas | 117 | Bahía Simple |
| 31 Bahía de los Muertos | 90 | Bahía Simple |
| 32 Bahía de la Ventana | 88 | Bahía Simple |
| <i>Subtotal Cabo San Lucas-Pta Gorda</i> | <i>337</i> | |
| Adyacentes a AMIs Ley Federal del Mar, SW Golfo de California (Pta Gorda a Pta Candeleros) | | |
| 33 Bahía de la Paz Contiene: a) Bahía de Coyote, b) Ensenada de La Paz, c) <i>Pichilingue</i> | 919 | Bahía Compuesta |
| 34 Bahía Pta. San Narcia- Pta. San Telmo | 28 | Bahía Simple |
| 35 Bahía Pta. Candeleros-Pta. San Narcia | 72 | Bahía Simple |
| 36 Bahía Pta. Escondido-Pta. Candeleros | 24 | Bahía Simple |
| <i>Subtotal Pta Gorda- Pta Candeleros</i> | <i>1 043</i> | |
| Adyacentes a Océano Costero de Mar Marginal (.Pta Candeleros a Pta San Gabriel) | | |
| 37 Bahía San Basilio | 65 | Bahía Simple |
| 38 Bahía San Nicolás | 91 | Bahía Simple |
| 39 Bahía Pta. Santa Inés-Pta. Concepción Contiene: a) Bahía Sta. Inés, b) Bahía Concepción | 356 | Bahía Compuesta |
| 40 Bahía Pta. San Lucas | 88 | Bahía Simple |
| 41 Caleta Santa María | 67 | Bahía Simple |
| 42 Bahía Santa Ana | 31 | Bahía Simple |
| 43 Bahía San Carlos | 96 | Bahía Simple |
| 44 Bahía San Juan Bautista | 6 | Bahía Simple |
| <i>Subtotal Pta Candeleros- Pta San Gabriel</i> | <i>800</i> | |
| <i>Subtotal BCS</i> | <i>2 180</i> | |
| Baja California | | |
| En adyacencia con AMIs norte del Golfo de California (Pta San Gabriel a delta Río Colorado). | | |
| 44 Bahía San Juan Bautista | 7 | Bahía Simple |
| 45 Pta. San Francisquito-Pta. San Miguel | 87 | Bahía Simple |
| 46 Bahía San Rafael | 292 | Bahía Simple |
| 47 Bahía de la Ánimas | 63 | Bahía Simple |
| 48 Pta. Don Juan Sur | 9 | Bahía Simple |
| 49 Bahía de los Ángeles | 82 | Bahía Simple |
| 50 Bahía Guadalupe | 20 | Bahía Simple |
| 51 Bahía San Luis Gonzaga | 85 | Bahía Simple |
| 52 Puertecitos | 135 | Bahía Simple |
| 53 Bahía de San Felipe | 41 | Bahía Simple |
| 54 Bahía Punta El Machorro-Playa San José | 157 | Bahía Simple |
| 55 Bahía Omotepec | 76 | Bahía Simple |
| 56 Delta del Río Colorado | 243 | Delta |
| <i>Subtotal BC</i> | <i>1 297</i> | |
| Total AMI's perimetrales UCH 3 | 3 477 | |

Tabla XIX. Desglose de las AMIs perimetrales en el Golfo de California: lado continental del cuerpo (UCH 4) Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos Geográficos | Sup. (km ²) | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|--|-------------------------|---|
| Adyacentes a AMIs del norte del Golfo de California (segmento delta de Río Colorado a Pta Kino, Sonora) | | |
| 56 Delta del Río Colorado | 185 | Delta |
| 57 Bahía Adair Contiene: a) Estero Las Lisas | 854 | Bahía compuesta |
| 58 Puerto Peñasco | 15 | Bahía simple |
| 59 Bahía San Jorge Contiene: a) Estero La Pinta, b) Estero Almejas | 235 | Bahía compuesta |
| 60 Bahía de San Francisquito Contiene: a) Estero San Francisquito | 76 | Bahía compuesta |
| 61 Bahía los Tanques Contiene: a) Estero los Tanques | 162 | Bahía compuesta |
| 62 Bahía Tepoca | 222 | Bahía simple |
| 63 Bahía Pta Tepoca Sur | 426 | Bahía simple |
| 64 Bahía Sargento Contiene: a) Estero Sargento | 260 | Bahía compuesta |
| 65 Bahía Kino Contiene: a) Estero Santa Cruz | 105 | Bahía compuesta |
| Subtotal Adyacentes a AMIs del norte del GC | 2 540 | |
| Adyacentes a Océano Costero de Mar Marginal (Pta Kino, Son. a estero Pabellones, Sin) | | |
| 66 Bahía El Cardonal Contiene: a) Boca el Cardonal | 54 | Bahía compuesta |
| 67 Bahía Pta. El Cardonal-Pta. San Antonio | 300 | Bahía simple |
| 68 Bahía San Francisco | 52 | Bahía simple |
| 69 Bahía Pta. Paraje Nuevo-Isla Lobos Contiene: a) Bahía de Guaymas, b) Bahía de Guásimas, c) bahías s/n; d) estero Algodones; e) Bahía Lobos. | 1 216 | Bahía compuesta |
| 70 Bahía Pta. Los Mélagos-Boca E. el Rillito Contiene: a) Bahía Tóbari | 562 | Bahía compuesta |
| 71 Delta del Río Mayo | 6 | Delta |
| 72 Bahía Pta. Sta. Lugarda-Boca E. San Juan Contiene: a) Yavaros-Moroncarit, b) Bahía Santa Bárbara, c) Jitzamuri-Agiabampo | 1 910 | Bahía compuesta |
| Subtotal Sonora | 4 100 | |
| 72 Bahía Pta. Sta. Lugarda-Boca E. San Juan Contiene: a) Jitzamuri-Bacorehuis | 334 | Bahía compuesta |
| 73 Bahía S/N Contiene: a) E. San Juan, b) Bahía S/N | 30 | Bahía compuesta |
| 74 Bahía Pta. El Burro-Pta. Sta. María Comprende: a) Bahía Lechuguillas, b) Bahía Topolobampo, c) Bahía Santa María-Ahome, c) Bahía Ohuira, d) E. El Colorado | 347 | Complejo costero |
| 75 Bahía Pta. Ajoro-Isla Macapulé Comprende: a) Bahía San Ignacio, b) Bahía Navachiste | 1 319 | Complejo costero |
| 76 Bahía Pta. Perihuete-Pta. Varadito Comprende: a) Bahía Playa Colorada, b) B. Sta. María, c) Estero Malacataya | 543 | Complejo costero |
| 77 Bahía Altata-Ensenada Pabellones | 366 | Bahía compuesta |
| Subtotal Sinaloa | 2 939 | |
| Subtotal Adyacentes a Océano Costero de MM | 7 039 | |
| Total AMIs perimetrales UCH 4 | 9 579 | |

ambos tipos de adyacencia. El lado continental tiene, además de los anteriores rasgos, complejos costeros y deltas, con mayor abundancia de bahías compuestas. Las diferencia entre lados se marcan mucho más en términos de superficie. El lado continental tiene mayor superficie de AMIS, siempre con dominancia de bahías compuestas, pero mayor presencia de complejos costeros. En el lado peninsular se reduce la presencia de bahías simples y aumenta la de bahías compuestas, sobre todo en adyacencia con AMIs del SW del golfo.

En la boca, se presentan diferencias en las dos UCHs. La UCH 5 es más diversa, con predominio de lagunas directas pero también bahías simples, bahías compuestas y deltas. La UCH 6 sólo presenta bahías compuestas. En términos de superficie la situación cambia algo, con mayor superficie de AMIs en la UCH 6 (Fig. 22; Tabla XX).

Respecto a los puertos, todos están al albergue de algún rasgo mayor. Los cinco localizados en el lado peninsular, incluyendo la isla San Marcos, están dentro de bahías simples (Santa Rosalía, Isla San Marcos, San Felipe) y en bahías compuestas (San Juan de la Costa; Pichilingue). De los siete localizados en el lado peninsular, uno está dentro de bahía simple (Puerto Peñasco,); dos en bahías compuestas (Mazatlán; Puerto Vallarta) y tres en un extremo de anidación dentro de bahías compuestas, ya sea en bahías subordinadas (Topolobampo; Altata) o en delta (San Blas) (tabla XXI).

Tabla XX. Desglose de las Aguas Marinas Interiores en el Golfo de California: Boca (UCH 5, y UCH 6). Rasgos detectables a escala 1:1 000 000 (texto normal) y menores (texto en *itálicas*).

| Rasgos Geográficos | Sup (km ²) | Propuesta de denominación en el marco de las AMIs |
|---|---------------------------|--|
| Adyacentes a Océano Costero de Mar Marginal | | |
| UCH 5 | | |
| 78 Ensenada de Quevedo <i>Contiene: Estero Agua Amarga</i> | 141 | Bahía compuesta |
| 79 Bahía de Mazatlán <i>Contiene: a) Estero Urías</i> | 104 | Bahía compuesta |
| 80 Laguna El Caimanero | 102 | Laguna directa |
| 81 Delta Río Pánuco-Baluarto | 12 | Delta |
| 82 Laguna Grande | 24 | Laguna directa |
| 83 Laguna Agua Grande (norte Maris. Nacionales) | 274 | Laguna directa |
| Subtotal en Sinaloa Sur | 657 | |
| 84 Laguna S/N (sur de Marismas Nacionales, un cuerpo principal y seis cuerpos satelitales) | 200 | Laguna directa |
| 85 Bahía S/N | 120 | Bahía simple |
| 86 Delta Río San Pedro | 17 | Delta |
| Subtotal en Nayarit Norte | 337 | |
| Total en UCH 5 | 994 | |
| UCH 6 | | |
| 87 Bahía Matachón <i>Contiene: Pto. San Blas</i> | 1 570 | Bahía simple |
| 88 Bahía Banderas. <i>Contiene delta Río Ameca y Puerto Vallarta</i> | 377 | Bahía compuesta |
| <i>Bahía Banderas en Nayarit Sur</i> | 167 | |
| Subtotal AMIs Nayarit Sur | 1737 | |
| <i>Bahía Banderas en Jalisco Norte</i> | 210 | |
| Subtotal AMIs Jalisco Norte | 210 | |
| Total en UCH 6 | 1 947 | |
| Total Boca del Golfo de California | 2 941 | |

Tabla XXI. Nominación de los puertos en diferentes esquemas, aplicada al GEM 4, Golfo de California.

| Puertos / Esquema | | En el marco de las Aguas Marinas Interiores | Instituto de Geografía, UNAM, 1992 | | INEGI, 2001 | Banco Nacional de Comercio Exterior, 2001 (*) |
|-------------------|--|--|------------------------------------|--|-------------|---|
| | | | TIPO (*) | FUNCIÓN (*) | FUNCIÓN (*) | |
| LADO PENINSULAR | BAJA CALIFORNIA SUR GOLFO DE CALIFORNIA Santa Rosalía | Anidado en Bahía Simple (Santa Rosalía) | Marítimo | Carga cabotaje, pasaje transbordador polifuncional, | De Cabotaje | Puerto |
| | Isla San Marcos | En Bahía Simple de Isla Continental | Isla | Carga altura, específico | | Terminal |
| | San Juan de la Costa | Anidado en Bahía Compuesta (Bahía de La Paz) | Marítimo | Carga cabotaje, específico | | Terminal |
| | Pichilingue | Anidado en Bahía Compuesta (Bahía de La Paz) | Marítimo | Carga cabotaje, pasaje transbordador polifuncional, | De Altura | Puerto |
| | BAJA CALIFORNIA GOLFO DE CALIFORNIA San Felipe | Anidado en Bahía Simple (Bahía San Felipe) | N. I. | N. I. | | Puerto |
| LADO CONTINENTAL | SONORA Puerto Peñasco | Anidado en Bahía Simple (Puerto Peñasco) | N. I. | N.I. | De Cabotaje | Puerto |
| | Guaymas | Anidado en Bahía Subordinada de Bahía Compuesta (Guaymas) | Marítimo | Carga mixta, pasaje transbordador polifuncional, | De Altura | APIF |
| | SINALOA NORTE Topolobampo | Anidado en Bahía Subordinada de Bahía Compuesta (Topolobampo) | Marítimo | Carga cabotaje, pasaje de transbordador polifuncional, | De Cabotaje | APIF |
| | Altata | Anidado en Bahía Subordinada de Bahía Compuesta (Bahía Altata) | N. I. | N.I. | De Cabotaje | Puerto |
| | SINALOA SUR Mazatlán | Bahía Compuesta (Bahía de Mazatlán) | Marítimo | Carga mixta, pasaje mixto polifuncional, | De Altura | APIF |
| | NAYARIT SUR San Blas | En Delta anidado en Bahía Compuesta | N. I. | N.I. | De Cabotaje | Puerto |
| | JALISCO NORTE Puerto Vallarta | Anidado en Bahía Compuesta (Bahía Banderas) | Marítimo | Carga cabotaje, pasaje mixto específico, | De Altura | APIF |

(*): Tipos, funciones, y siglas

Carga: Altura (comercio exterior), Cabotaje (tráfico doméstico) o mixto

Pasaje: Crucero, Transbordador o mixto

Específico (opera un solo tipo de carga)

Polifuncional (opera varios tipos de carga)

APIE: Administración Portuaria Integral (Estatil)

APIF: Administración Portuaria Integral (Federal)

APIP: Administración Portuaria Integral (Privada)

N.I. No incluido

7.3.2. La franja de APEC en el Pacífico mexicano

De este rasgo, se ofrece sólo un cálculo de su ancho. Puede observarse que, dentro de la relación general que guarda con el ancho de la plataforma, refleja las variaciones de macroescala (mares de tipo abierto o semicerrado, así como sus correspondientes subdivisiones) (Fig. 23).

7.3.2.1. GEMs Abiertos

En los GEMs Abiertos, tanto el GEM 3 como el GEM 11 presentan diferencias en las márgenes costera francas, donde la franja es más angosta, y las bahías marginales, donde la franja es más ancha.

En el GEM 3, la UCH 1 presenta una franja de APEC de alrededor de 5 km de ancho en la porción de margen costera franca y de alrededor de 12 km en la porción de bahía marginal (Bahía Vizcaíno). En la UCH 2, la franja tiene alrededor de 10 km en la porción de bahía marginal (Golfo de Ulloa) y oscila entre 0.8 y 8 km en las porciones de margen costera franca, con variaciones en las diferentes porciones (entre 4 y 6 km en las tres más norteñas, y un extremo de menos de 2 km en la porción más sureña) (Tabla XXII).

En el GEM 11, la margen costera franca (UCH 7) presenta una franja extremadamente angosta, de alrededor de 2 km. En la porción de bahía marginal (UCH 8, Golfo de Tehuantepec) es de alrededor de 8 km (Tabla XXIII).

7.3.2.2. GEM Semicerrado

En el Golfo de California vuelven a advertirse diferencias entre el cuerpo norte, el cuerpo centro, y la boca, así como entre los lados peninsular y continental.

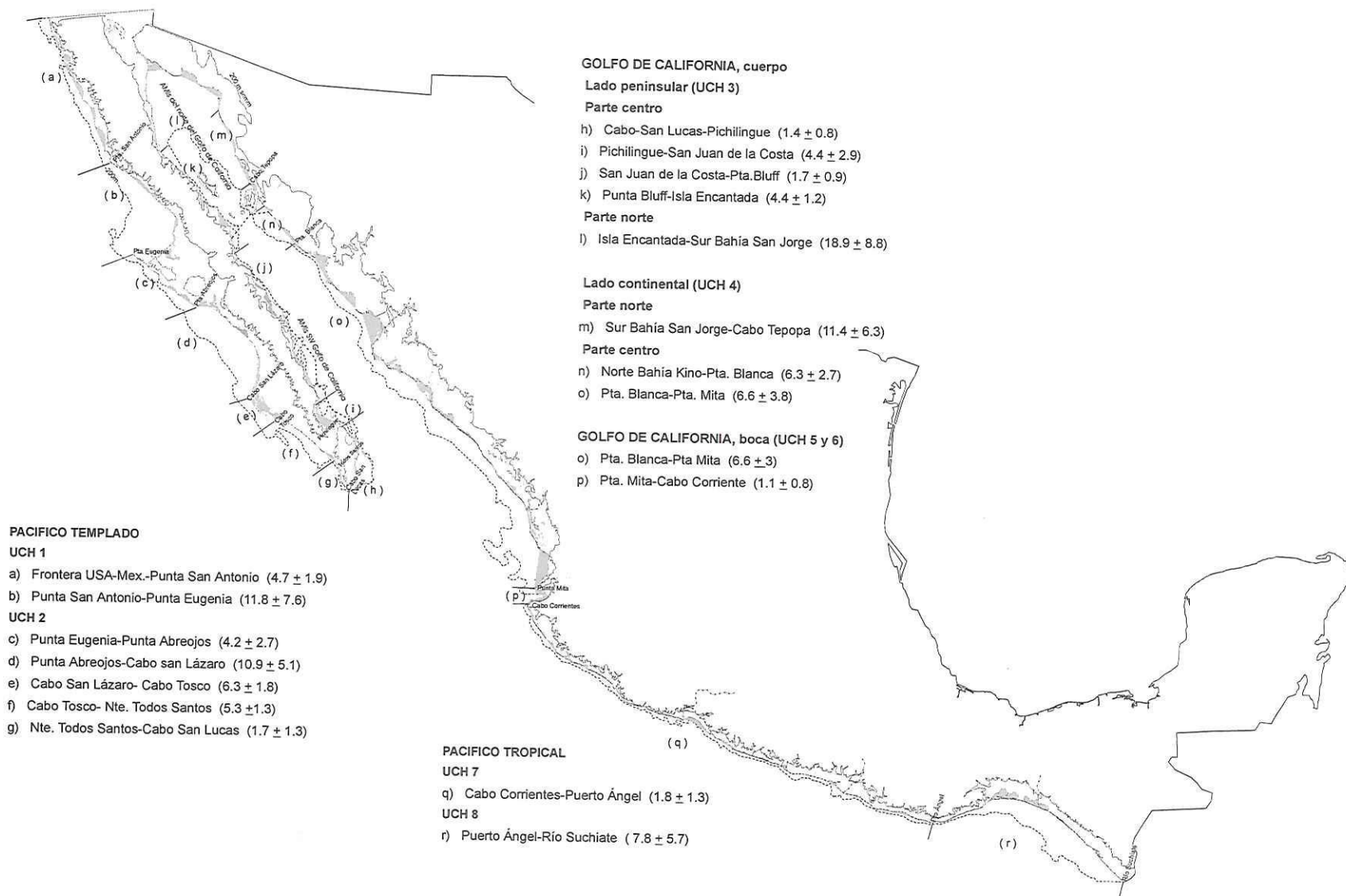


Figura 23. Desglose de las Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa, APEC, en el Pacífico mexicano (ancho promedio y desviación estandar en los segmentos que se indican; el grisado marca las AMIs, como en fig. 20).

Tabla XXII. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en los GEMs abiertos del Pacífico mexicano. Parte 1: GEM 3

| Rasgo Geográfico | | Ancho de la plataforma continental (km) | Ancho (km) franja APEC (aprox. nearshore, 40 m prof.) |
|--|--|---|---|
| UCH 1 | Segmento Frontera USA-Mex.-Punta San Antonio | | |
| | Transecto 1 | 24 | 4.8 |
| | Transecto 2 | 8 | 1.6 |
| | Transecto 3 | 28 | 5.6 |
| | Transecto 4 | 32 | 6.4 |
| | Transecto 5 | 32 | 6.4 |
| | Transecto 6 | 16 | 3.2 |
| | \bar{X} | 23.33±9.61 | 4.67±1.92 |
| | Segmento: Punta San Antonio-Punta Eugenia (B. Vizcaíno) | | |
| | Transecto 1 | 18 | 3.6 |
| | Transecto 2 | 36 | 7.2 |
| | Transecto 3 | 56 | 11.2 |
| | Transecto 4 | 88 | 17.6 |
| | Transecto 5 | 120 | 24 |
| Transecto 6 | 36 | 7.2 | |
| \bar{X} | 59±38.24 | 11.8±7.65 | |
| UCH 2 | Segmento: Punta Eugenia-Punta Abreojos | | |
| | Transecto 1 | 36 | 7.2 |
| | Transecto 2 | 4 | 0.8 |
| | Transecto 3 | 6 | 1.2 |
| | Transecto 4 | 24 | 4.8 |
| | Transecto 5 | 6 | 1.2 |
| | Transecto 6 | 16 | 3.2 |
| | Transecto 7 | 24 | 4.8 |
| | Transecto 8 | 36 | 7.2 |
| | Transecto 9 | 36 | 7.2 |
| | \bar{X} | 20.89±13.49 | 4.18±2.70 |
| | Segmento: Punta Abreojos-Cabo San Lazaro (Golfo de Ulloa) | | |
| | Transecto 1 | 36 | 7.2 |
| | Transecto 2 | 88 | 17.6 |
| | Transecto 3 | 32 | 6.4 |
| | Transecto 4 | 88 | 17.6 |
| | Transecto 5 | 64 | 12.8 |
| | Transecto 6 | 40 | 8 |
| | Transecto 7 | 32 | 6.4 |
| | \bar{X} | 54.29±25.49 | 10.86±5.10 |
| | Segmento: Cabo San Lazaro-Cabo Tosco | | |
| | Transecto 1 | 32 | 6.40 |
| | Transecto 2 | 28 | 5.60 |
| Transecto 3 | 18 | 3.60 | |
| Transecto 4 | 24 | 4.8 | |
| Transecto 5 | 36 | 7.2 | |
| Transecto 6 | 40 | 8 | |
| Transecto 7 | 44 | 8.8 | |
| \bar{X} | 31.71±9.12 | 6.34±1.82 | |
| Segmento: Cabo Tosco-Nte Todos Santos | | | |
| Transecto 1 | 28.00 | 5.60 | |
| Transecto 2 | 20.00 | 4.00 | |
| Transecto 3 | 20.00 | 4.00 | |
| Transecto 4 | 28.00 | 5.60 | |
| Transecto 5 | 36.00 | 7.20 | |
| Transecto 6 | 32.00 | 6.40 | |
| Transecto 7 | 20.00 | 4.00 | |
| \bar{X} | 26.29±6.47 | 5.26±1.29 | |
| Segmento: Nte Todos Santos-Cabo San Lucas | | | |
| Transecto 1 | 12 | 2.4 | |
| Transecto 2 | 8 | 1.6 | |
| Transecto 3 | 4 | 0.8 | |
| Transecto 4 | 4 | 0.8 | |
| Transecto 5 | 4 | 0.8 | |
| Transecto 6 | 20 | 4 | |
| \bar{X} | 8.67±6.41 | 1.73±1.28 | |

Tabla XXIII. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma:
cálculo precautorio de su ancho en los GEMs abiertos del Pacífico mexicano.
Parte 2: GEM 11

| Rasgo Geográfico | | Ancho de la plataforma continental (km) | Ancho (km) APEC (aprox. nearshore, 40 m prof.) |
|------------------|--|---|--|
| UCH 7 | Segmento: Cabo Corrientes- Puerto Angel | | |
| | Transepto 1 | 2 | 0.4 |
| | Transepto 2 | 12 | 2.4 |
| | Transepto 3 | 8 | 1.6 |
| | Transepto 4 | 8 | 1.6 |
| | Transepto 5 | 6 | 1.2 |
| | Transepto 6 | 4 | 0.8 |
| | Transepto 7 | 16 | 3.2 |
| | Transepto 8 | 8 | 1.6 |
| | Transepto 9 | 2 | 0.4 |
| | Transepto 10 | 16 | 3.2 |
| | Transepto 11 | 14 | 2.8 |
| | Transepto 12 | 16 | 3.2 |
| | Transepto 13 | 2 | 0.4 |
| | Transepto 14 | 8 | 1.6 |
| | Transepto 15 | 12 | 2.4 |
| | Transepto 16 | 24 | 4.8 |
| | Transepto 17 | 20 | 4 |
| | Transepto 18 | 4 | 0.8 |
| | Transepto 19 | 8 | 1.6 |
| | Transepto 20 | 4 | 0.8 |
| | Transepto 21 | 4 | 0.8 |
| | Transepto 22 | 2 | 0.4 |
| | \bar{X} | 9.09±6.35 | 1.82±1.27 |
| UCH 8 | Segmento: Puerto Ángel- Río Suchiate (Golfo de Tehuantepec) | | |
| | Transepto 1 | 2 | 0.4 |
| | Transepto 2 | 6 | 1.2 |
| | Transepto 3 | 14 | 2.8 |
| | Transepto 4 | 28 | 5.6 |
| | Transepto 5 | 28 | 5.6 |
| | Transepto 6 | 4 | 0.8 |
| | Transepto 7 | 4 | 0.8 |
| | Transepto 8 | 60 | 12 |
| | Transepto 9 | 86 | 17.2 |
| | Transepto 10 | 76 | 15.2 |
| | Transepto 11 | 60 | 12 |
| | Transepto 12 | 72 | 14.4 |
| | Transepto 13 | 48 | 9.6 |
| | Transepto 14 | 48 | 9.6 |
| | Transepto 15 | 48 | 9.6 |
| | \bar{X} | 38.93±28.74 | 7.79±5.75 |

En el lado peninsular, el cuerpo centro presenta una franja de entre 1 y 4 km, y el cuerpo norte de alrededor de 19 km (Tabla XXIV). En el lado continental, el cuerpo norte presenta una franja de alrededor de 11 km, y el cuerpo centro de alrededor de 6 km. La boca presenta una franja extremadamente angosta, de alrededor de 1 km (Tabla XXV).

7.3.3. Vigencia de las franjas de AMIs y APEC.

El propósito de este inciso fue proyectar las franjas de AMIs y APEC en escenarios para los que existieran datos reales. El segmento seleccionado permite atender el escenario específico de Bahía Tortugas, localizada en una margen costera franca, y una comparación con escenarios similares localizados en una bahía marginal, es decir, la adyacente Bahía Vizcaíno (Fig. 24).

En el escenario de Bahía Tortugas, los autores muestran, a ambos lados de la bahía, una corriente litoral en un ancho aproximado de 1.5 km, y el modo en que este flujo NNW-SSE es interceptado por corrientes de marea hacia y desde la bahía. Con esto pueden probarse, en principio, dos de las predicciones del esquema teórico seguido en esta tesis: vigencia predominante de las mareas en las AMIs, y flujo paralelo a la costa en la franja de APEC.

En la Fig. 24 también puede probarse la pertinencia del ancho teórico de las APEC, establecido precautoriamente en esta tesis en la isobata de los 40 m, ya que una isobata cercana (30 m) es explícita en la carta SM 100, cuyo propósito aparente es mostrar contornos relevantes para el trazado del Mar Territorial (inflexiones de la costa; plataforma continental; la citada isobata de los 30 m).

Tabla XXIV. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en el GEM 4 (Golfo de California). Parte 1: lado peninsular del cuerpo.

| Rasgos Geográficos | | Ancho de la plataforma continental (km) | Ancho (km) franja APEC (aprox. nearshore, 40 m prof.) |
|--|--|---|---|
| CUERPO CENTRO | Segmento: Cabo San Lucas-Pichilingue | | |
| | Transecto 1 | 12 | 2.4 |
| | Transecto 2 | 6 | 1.2 |
| | Transecto 3 | 4 | 0.8 |
| | Transecto 4 | 2 | 0.4 |
| | Transecto 5 | 12 | 2.4 |
| | Transecto 6 | 12 | 2.4 |
| | Transecto 7 | 4 | 0.8 |
| | Transecto 8 | 6 | 1.2 |
| | Transecto 9 | 4 | 0.8 |
| | \bar{X} | 6.89±4.01 | 1.38±0.80 |
| | Segmento Pichilingue-Sn Juan de la Costa (La Paz) | | |
| | Transecto 1 | 8 | 1.6 |
| | Transecto 2 | 40 | 8 |
| | Transecto 3 | 28 | 5.6 |
| | Transecto 4 | 12 | 2.4 |
| | \bar{X} | 22±14.79 | 4.4±2.96 |
| | Segmento San Juan de la Costa - Pta. Bluff | | |
| | Transecto 1 | 10 | 2 |
| | Transecto 2 | 8 | 1.6 |
| | Transecto 3 | 16 | 3.2 |
| | Transecto 4 | 8 | 1.6 |
| | Transecto 5 | 6 | 1.2 |
| | Transecto 6 | 10 | 2 |
| | Transecto 7 | 8 | 1.6 |
| | Transecto 8 | 12 | 2.4 |
| | Transecto 9 | 4 | 0.8 |
| Transecto 10 | 4 | 0.8 | |
| Transecto 11 | 10 | 2 | |
| Transecto 12 | 16 | 3.2 | |
| Transecto 13 | 16 | 3.2 | |
| Transecto 14 | 10 | 2 | |
| Transecto 15 | 12 | 2.4 | |
| Transecto 16 | 2 | 0.4 | |
| Transecto 17 | 2 | 0.4 | |
| Transecto 18 | 0.4 | 0.08 | |
| \bar{X} | 8.58±4.85 | 1.72±0.97 | |
| Segmento: Pta. Bluff - Isla Encantada | | | |
| Transecto 1 | 12 | 2.4 | |
| Transecto 2 | 20 | 4 | |
| Transecto 3 | 28 | 5.6 | |
| Transecto 4 | 20 | 4 | |
| Transecto 5 | 24 | 4.8 | |
| Transecto 6 | 28 | 5.6 | |
| \bar{X} | 22±6.07 | 4.4±1.21 | |
| CUERPO NORTE | Segmento: Isla Encantada- Sur Bahía San Jorge | | |
| | Transecto 1 | 14 | 2.8 |
| | Transecto 2 | 40 | 8 |
| | Transecto 3 | 48 | 9.6 |
| | Transecto 4 | 68 | 13.6 |
| | Transecto 5 | 100 | 20 |
| | Transecto 6 | 152 | 30.4 |
| | Transecto 7 | 152 | 30.4 |
| | Transecto 8 | 132 | 26.4 |
| | Transecto 9 | 100 | 20 |
| | Transecto 10 | 104 | 20.8 |
| | Transecto 11 | 120 | 24 |
| | Transecto 12 | 104 | 20.8 |
| \bar{X} | 94.5±43.93 | 18.9±8.79 | |

Tabla XXV. La franja de APEC como subdivisión de las aguas de plataforma: cálculo precautorio de su ancho en el GEM 4 (Golfo de California). Parte 2: lado continental del cuerpo, y boca.

| Rasgo Geográfico | | Ancho de la plataforma continental (km) | Ancho (km) franja APEC (aprox. nearshore, 40 m prof.) | |
|----------------------|--|--|---|-----------|
| CUERPO NORTE | Segmento: Sur Bahía San Jorge-Cabo Tepopa | | | |
| | Transecto 1 | 100 | 20 | |
| | Transecto 2 | 80 | 16 | |
| | Transecto 3 | 88 | 17.6 | |
| | Transecto 4 | 88 | 17.6 | |
| | Transecto 5 | 60 | 12 | |
| | Transecto 6 | 40 | 8 | |
| | Transecto 7 | 25 | 5 | |
| | Transecto 8 | 36 | 7.2 | |
| | Transecto 9 | 48 | 9.6 | |
| | Transecto 10 | 32 | 6.4 | |
| | \bar{X} | 59.7±27.28 | 11.94±5.45 | |
| CUERPO CENTRO | Segmento: Norte B. Kino- Pta. Blanca | | | |
| | Transecto 1 | 44 | 8.8 | |
| | Transecto 2 | 52 | 10.4 | |
| | Transecto 3 | 36 | 7.2 | |
| | Transecto 4 | 36 | 7.2 | |
| | Transecto 5 | 32 | 6.4 | |
| | Transecto 6 | 24 | 4.8 | |
| | Transecto 7 | 18 | 3.6 | |
| | Transecto 8 | 12 | 2.4 | |
| | | \bar{X} | 31.75±13.29 | 6.35±2.66 |
| | | Segmento: Pta. Blanca - Pta. Mita | | |
| | Transecto 1 | 8 | 1.6 | |
| | Transecto 2 | 8 | 1.6 | |
| | Transecto 3 | 6 | 1.2 | |
| | Transecto 4 | 14 | 2.8 | |
| | Transecto 5 | 32 | 6.4 | |
| | Transecto 6 | 8 | 1.6 | |
| | Transecto 7 | 36 | 7.2 | |
| | Transecto 8 | 16 | 3.2 | |
| | Transecto 9 | 48 | 9.6 | |
| | Transecto 10 | 26 | 5.2 | |
| | Transecto 11 | 20 | 4 | |
| | Transecto 12 | 52 | 10.4 | |
| | Transecto 13 | 16 | 3.2 | |
| | Transecto 14 | 52 | 10.4 | |
| Transecto 15 | 48 | 9.6 | | |
| Transecto 16 | 36 | 7.2 | | |
| Transecto 17 | 32 | 6.4 | | |
| Transecto 18 | 56 | 11.2 | | |
| Transecto 19 | 80 | 16 | | |
| Transecto 20 | 60 | 12 | | |
| Transecto 21 | 36 | 7.2 | | |
| Transecto 22 | 44 | 8.8 | | |
| Transecto 23 | 32 | 6.4 | | |
| Transecto 24 | 20 | 4 | | |
| Transecto 25 | 36 | 7.2 | | |
| | \bar{X} | 32.88±19.07 | 6.576±3.81 | |
| BOCA | Segmento: Pta Mita- Cabo Corrientes | | | |
| | Transecto 1 | 12 | 2.4 | |
| | Transecto 2 | 8 | 1.6 | |
| | Transecto 3 | 6 | 1.2 | |
| | Transecto 4 | 4 | 0.8 | |
| | Transecto 5 | 2 | 0.4 | |
| | Transecto 6 | 2 | 4 | |
| | \bar{X} | 5.67±3.88 | 1.13±0.78 | |

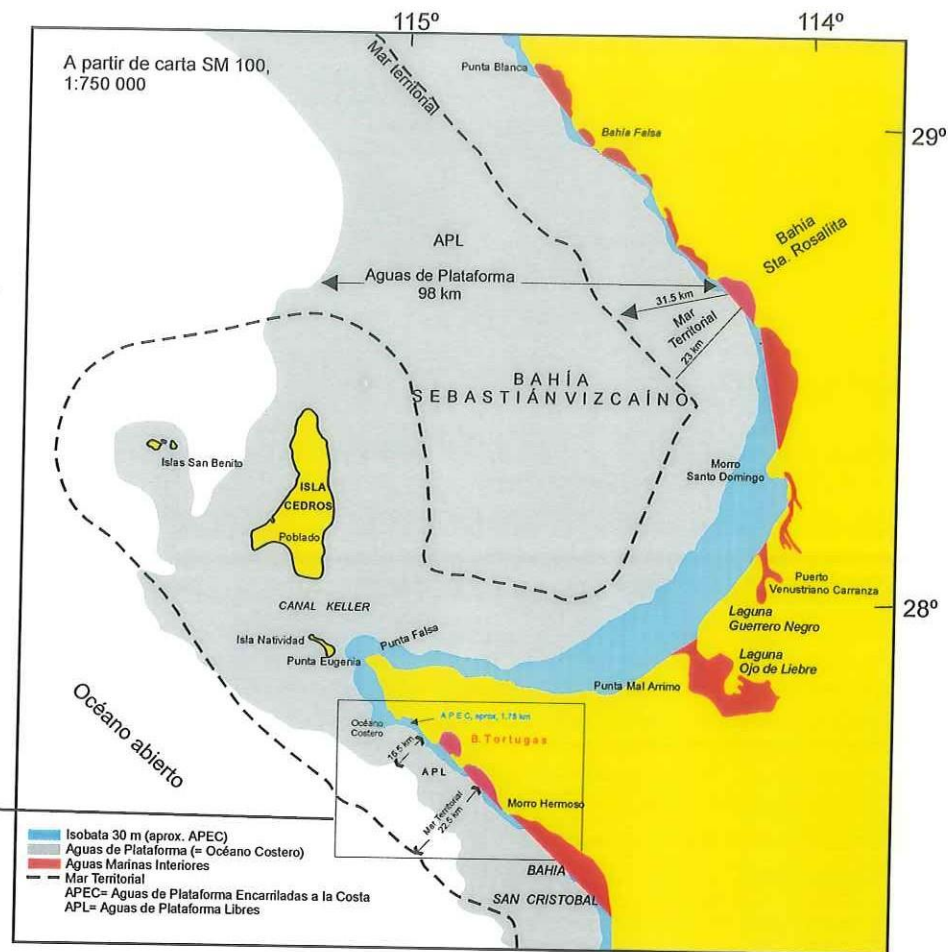
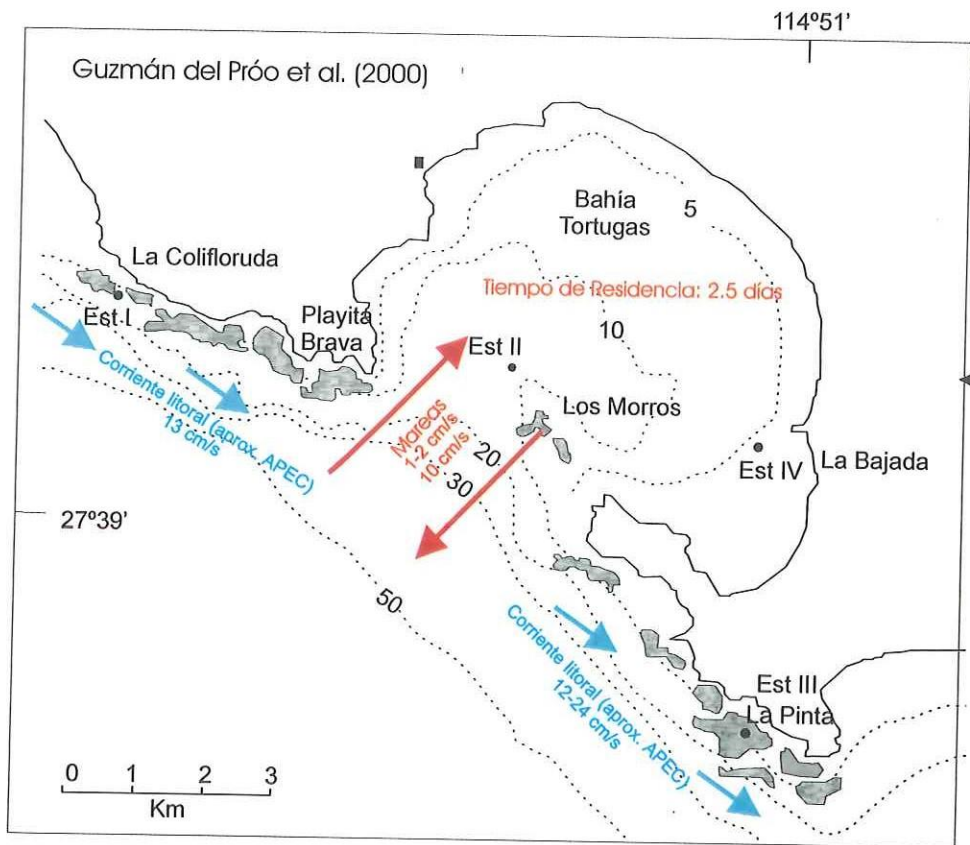


Figura 24. Proyección de la vigencia de AMIs y APEC.

Del mismo modo, el segmento seleccionado permite comparar Bahía Tortugas con algún elemento similar localizado en Bahía Vizcaíno (por ejemplo, Bahía Santa Rosalíita) a fin de visualizar el diferente tránsito hacia aguas libres que se da en una margen costera franca y una bahía marginal. En el primer caso, a la altura de B. Tortugas, se extiende una plataforma continental de unos 16 km de ancho, marcando la distancia a la que se encuentra la frontera con las aguas libres. En el segundo caso, a la altura de B. Sta Rosalíita, se extiende una plataforma de 98 km de ancho, marcando una distancia mucho mayor con la frontera hacia aguas más libres.

En este mismo escenario se puede visualizar el contraste entre los límites físicos, asociables con discontinuidades en alguna variable, y los límites administrativos, como el del Mar Territorial, asociables con distancias arbitrarias desde algún punto de referencia. De este modo, se observa que en la margen costera franca el límite del Mar Territorial queda fuera de las aguas de plataforma, mientras que en la bahía marginal el contorno de las aguas de plataforma excede ampliamente al límite del Mar Territorial.

7.4. Microescala (1: 70 000 y menores)

En esta sección, el objetivo fue examinar la problemática ambiental de un ambiente costero particular, y aplicar herramientas de análisis que permitieran sistematizar los factores temporales y espaciales que influyen en un sistema local. Se seleccionó el complejo Yavaros-Moroncarit, localizado en la parte sur del estado de Sonora.

7.4.1. Contextualización espacial del sitio de interés

A gran escala, el sistema de interés se localiza sobre la costa este del golfo de California, que es un mar marginal clasificado como GEM Semicerrado con baja capacidad de autopurificación.

El sistema de interés, de alrededor de 200 km², está anidado en el rincón noroeste de una bahía mayor (bahía Sin Nombre, de unos 1 900 km²) que a su vez define la pequeña bahía de Santa Bárbara en adyacencia del complejo Yavaros-Moroncarit. Un complejo similar, Bacorehuis-Jitzamuri se anida en el rincón sureste. De acuerdo con los resultados del inciso 7.3, todo el supra-sistema sería representativo de la franja de las Aguas Marinas Interiores, que se ubica entre las planicies costeras y el océano costero abierto. Consecuentemente, las aguas de los dos complejos lagunares están separadas del océano abierto por varias fronteras (Fig. 25).

7.4.2. Heterogeneidad interna

A nivel local, una serie de rasgos topográficos definen varios sub-sistemas, y contribuyen a la heterogeneidad interna: dos largas barras bordeando la única

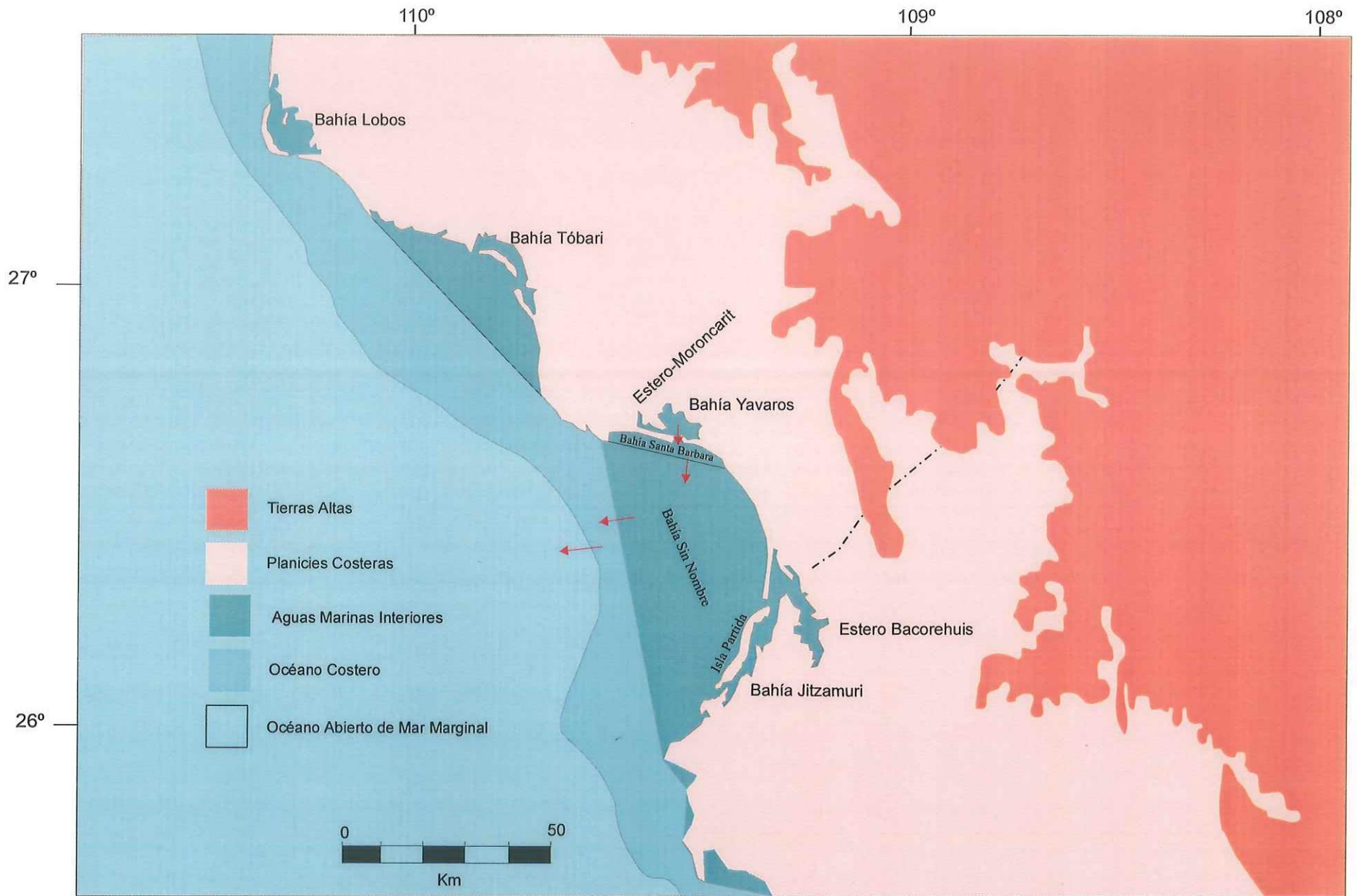


Figura 25. Ubicación espacial del complejo Yavaros-Moroncarit. Las líneas rojas indican las fronteras que separan las aguas marinas interiores de las aguas del océano costero.

boca, puntas interiores, una península, y un estrecho canal que conduce al redondeado estero Moroncarit.

Pueden identificarse ocho sub-sistemas: (1) estero Moroncarit (MOR); (2) canal (CA); (3) Yavaros Noroeste (YNW); (4) Yavaros Otanhuisa (YOT); (5) Yavaros Bachoco (YBA); (6) Yavaros Sureste (YSE); (7) Yavaros Centro (YCE); (8) Yavaros Suroeste (YSW) (Fig. 26).

La complejidad interna de la configuración actual puede expresarse de diferentes formas:

- en términos del Índice de Curvilinearidad se obtiene un valor de 103 (ancho de la boca = 0.75 km; perímetro interno = 78.5 km). Expresado por el Índice diseñado en este trabajo ($I_i = DI-DL/DL$, donde $DI = 78.5$ km y $DL = 0,75$ km) el valor es de 103.66, indicando que el perímetro interno es 103 % mayor que el ancho de la boca;
- en términos de la relación *eje interno mayor/ancho de la boca*, el complejo Yavaros-Moroncarit puede tomarse como una bahía cerrada, ya que la razón *eje interno mayor, L / ancho de la boca, E* es mayor de 4 ($L = 16.25$ km; $E = 0.75$ km; $L/E = 21.66$). Esto describe la capacidad inhibida de limpieza del sistema en conjunto, ya que los sistemas cerrados, con sólo una entrada, pueden ser vaciados en sólo una dirección, mientras que los semi-cerrados, con más de una boca, pueden potencialmente ser vaciados en más de una dirección.
- quizás la mejor idea de la gran complejidad del diseño interno se logra visualizando la configuración más simple con que podría obtenerse la misma área

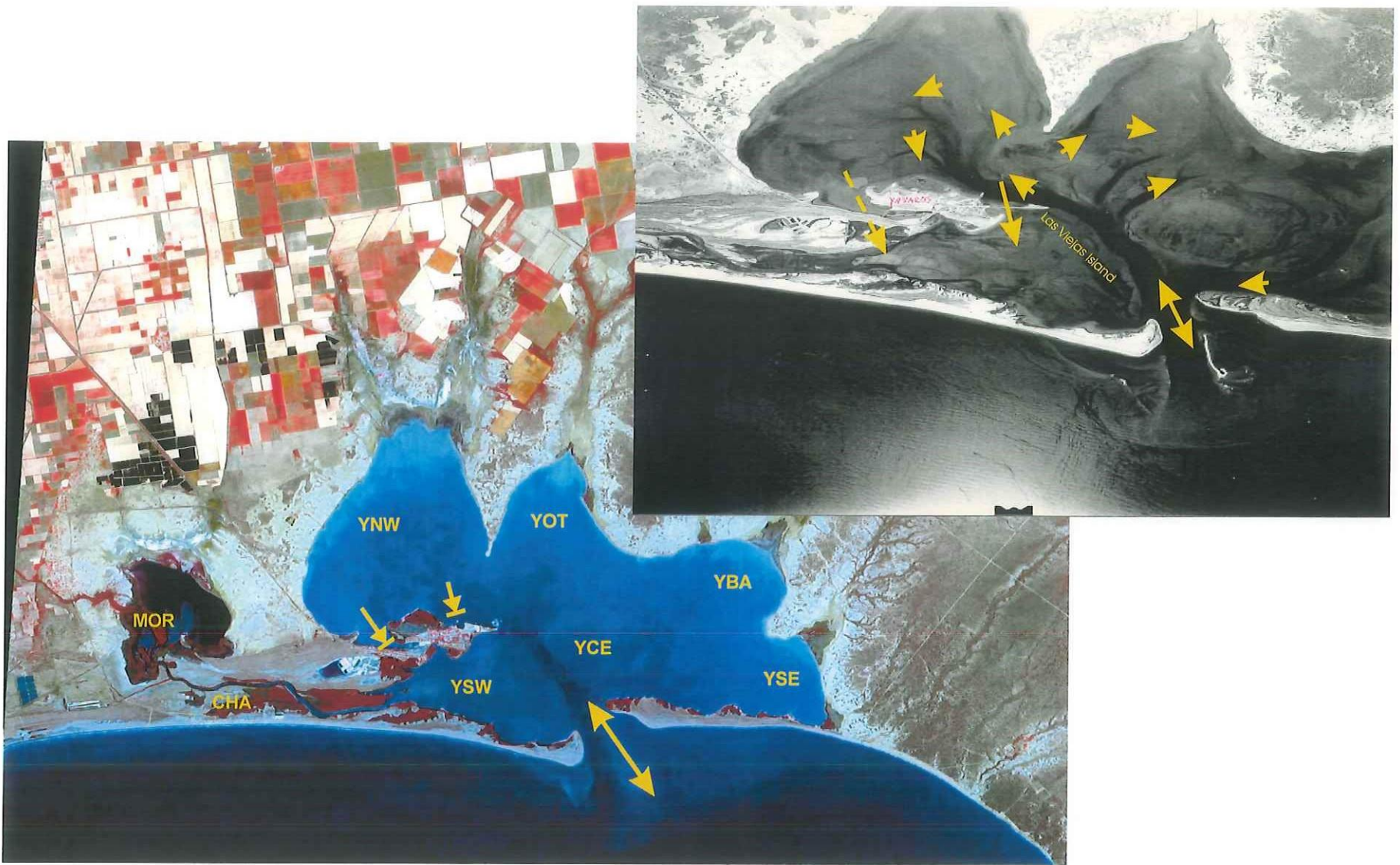



Figura 26. La Bahía de Yavaros en imágenes de 1965 (arriba, derecha) y de 2000 (centro). Nótese el azolve del canal de circulación. Las flechas normales indican el principal patrón de circulación. La flecha  indica puntos en que ocurrió bloqueo físico de la circulación.

(200 km²). Tomando un rectángulo, para retener el eje mayor reportado (16.25 km) entonces el otro lado debería tener 12.3 km, lo cual arrojaría un perímetro de 28.5 km. Es decir, una configuración más simple tendría un perímetro tres veces menor del que realmente se observa.

7.4.3. Identificación de impactos y de sus causas

Se identificaron cinco impactos y 12 causas (Tabla XXVI).

Los impactos fueron: Azolvamiento con sedimentos terrígenos finos, ASF; Contaminación orgánica, CO; Agroquímicos, AG; Azolvamiento con sedimentos marinos, ASM; Contaminación industrial, CI.

Todos los impactos tuvieron más de una causa. Cinco causas contribuyeron a al menos dos impactos, seis causas contribuyeron a un sólo impacto, y una causa contribuyó a todos los impactos.

Dos causas fueron naturales: el drenaje natural, que se consideró de tipo regional, y la circulación interna, que se consideró de tipo local.

Diez causas fueron antropogénicas. De ellas, siete se consideraron de tipo local (descargas urbanas directas; descargas industriales; dragado extraordinario del canal de navegación; descargas de acuacultura; limpieza *in-situ* de pescado; bloqueo de la circulación por terraplén; bloqueo de la circulación por unión isla-península). Las tres restantes se consideraron de tipo regional (descargas agrícolas; descargas mixtas de agricultura y porcicultura; descargas mixtas de agricultura y urbanas).

Tabla XXVI. Complejo Yavaros-Moroncarit: resumen de Impactos y Causas.

| CAUSAS \ IMPACTOS | AZOLVE CON SEDIMENTOS FINOS (A S F) | CONTAMINACION ORGANICA (C O) | AGROQUIMICOS (A G) | CONTAMINACION INDUSTRIAL (C I) | AZOLVE CON SEDIMENTOS MARINOS (A S M) |
|--|---|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|
| REGIONALES ANTROPOGÉNICOS: | | | | | |
| <i>Descargas Agrícolas</i> | + | + | + | | |
| <i>Descargas Agrícola / porcícolas</i> | + | + | + | | |
| <i>Descargas Urbano / agrícolas</i> | + | + | + | | |
| Locales Antropogénicas: | | | | | |
| <i>Descargas Urbanas Directas</i> | | + | | | |
| <i>Descargas Industriales</i> | + | + | | + | |
| <i>Dragado extraordinario del canal de navegación</i> | | | | | + |
| <i>Descargas Camaronícolas</i> | + | + | | | |
| <i>Limpieza de pescado</i> | | + | | | |
| <i>Bloqueo de la circulación por terraplén</i> | + | | | | |
| <i>Bloqueo de la circulación por unión isla-península.</i> | + | | | | |
| Regionales Naturales: <i>Drenaje natural</i> | + | | | | |
| Locales Naturales: <i>Circulación</i> | + | + | + | + | + |

7.4.4. Recuento histórico de eventos naturales y usos del suelo en el entorno.

El recuento histórico de eventos naturales y usos del suelo en el entorno mostró que durante un período de 50 años ocurrieron cambios en el sistema de aportes locales y regionales, incluyendo en estos últimos tanto a locaciones terrestres como marinas. Igualmente, hubo cambios sustanciales en la topografía del sitio, particularmente en el sector YNW. En general, el recuento histórico confirmó las causas y su origen espacial, y contribuyó a explicar los problemas detectados a escala local (Tabla XXVII; Fig. 26).

La secuencia cronológica de eventos fue como sigue:

1951-55. Durante este período se dieron modificaciones mayores en cerca de 600 km² de las planicies costeras adyacentes, donde se instaló la agricultura de riego, el desarrollo urbano y la porcicultura. El drenaje de todas estas actividades comenzó a arribar desde entonces a MOR, YNW y YO, tanto en forma individual (ducto L, 0.274-0.439 m³/s y ducto K, 0.0-0.568 m³/s) como en forma mixta (ducto Las Animas, 3 999-7 466 m³/s; ducto Moroncarit, sin datos; ducto Yavaros, 0.298-0.952 m³/s).

1965-67. Durante este período se construyó un terraplén para facilitar la comunicación entre el pueblo localizado en la península, y los alrededores. Como resultado, se bloqueó la comunicación que ocurría entre YNW y YSW durante la marea alta. El sector YNW perdió una de las tres bocas que lo comunicaban (Tabla XVIII). A su vez, comenzaron las descargas urbanas directas, provenientes del poblado.

Tabla XXVII. Complejo Yavaros-Moroncarit: resumen de los eventos naturales y de uso de suelo del entorno.

| | | NATURALES | ANTROPOGENICOS | | | |
|------------|--------|---|--|--|--|--|
| REGIONALES | TIERRA | | 1951-55. Instalación de desarrollo agrícola, urbano y porcícola en las planicies costeras, e inicio de sus descargas al cuerpo de agua. | | | |
| | MAR | 1976. El huracán Lisa introdujo grandes cantidades de sedimentos marinos al interior del cuerpo de agua, azolvando el canal de navegación.. | | | | |
| LOCALES | | | 1965-65. Construcción de un terraplén para conectar la península con los alrededores. Bloqueo del paso del agua sobre la base de la península en marea alta. | 1975-80. Extensión artificial de la península hacia isla Las Viejas, con unión de ambos accidentes topográficos y bloqueo de la circulación en el canal que existía entre ambos. | 1977-80. Dragado extraordinario para despejar el canal de circulación del azolve generado por el huracán Lisa; depositación. del material dragado a ambos lados del canal. | 1975-80 Establecimiento de la sardinera en la península, e inicio de sus descargas. Establecimiento de la camaronicultura en el rincón oeste del complejo, e inicio de descargas. |

Tabla XXVIII. Evolución histórica del perímetro del complejo Yavaros Moroncarit (en sombreado, los rasgos con mayores cambios).

| Rasgos | PERIODO | | |
|---|--|--|---|
| | Antes 1965-67 (construcción terraplén) | Entre 1965-67 y 1975 (terraplén construido, pero antes del cerramiento península- Isla Las Viejas) | 1975-78 a la fecha (cerramiento península-Isla Las Viejas) |
| Ancho boca principal | 0.75 km | 0.75 km | 0.75 |
| Ancho canal Moroncarit | 0.1 km | 0.1 km | 0.1 |
| Ancho canal sobre base península ("boca interior" YNW) | 0.2 km | NA | NA |
| Ancho canal península-isla Las Viejas ("boca interior" YNW) | 0.4 km | 0.4 km | NA |
| Ancho boca Punta Otanhuisa-isla Las Viejas ("boca interior" YNW) | 2 km | 2 km | 2 km |
| Desglose perímetro | | | |
| canal: Pta Lobera-boca Moroncarit | 11.5 km | 11.5 km | 11.5 km |
| Moroncarit | 12 km | 12 km | 12 km |
| canal: boca Moroncarit-base península | 11.5 km | 11.5 km | 11.5 km |
| ancho base península | 0.175 km | NA | NA |
| península separada de Isla Las Viejas | NA | 7.5 km | NA |
| península unida a Isla Las Viejas | NA | NA | 8.0 km |
| sector YNW | 13.5 km | 13.5 km | 13.5 km |
| sectores YOT + YB + YSE | 22 km | 22 km | 22 km |
| PERIMETRO TOTAL | 70.67 km | 78 km | 78.5 km |
| CURVILINEARIDAD | | | |
| Complejo Yavaros-Moroncarit | 93.23 | 103 | 103.66 |
| Moroncarit | 120 | 120 | 120 |
| Yavaros | 47.8 | 48 | 58 |
| Sector YNW | 5.2 | 5.6 | 6.75 |
| RELACION EJE MAYOR/BOCA | | | |
| Moroncarit | | | |
| Eje interno mayor, L | 3.2 km | 3.2 km | 3.2 km |
| Ancho boca interna, E | 0.1 km | 0.1 km | 0.1 km |
| Relación L/E | 32 | 32 | 32 |
| Yavaros | | | |
| Eje interno mayor, L | 13.7 km | 13.7 km | 13.7 km |
| Ancho boca, E | 0.75 km | 0.75 km | 0.75 km |
| Relación L/E | 18.3 | 18.3 | 18.3 |
| Sector YNW | | | |
| Número de "bocas internas" | 3 | 2 | 1 |
| Sumatoria ancho bocas internas, E | 2.6 km | 2.4 km | 2.0 km |
| Eje interno mayor, L | 6.25 km | 6.25 km | 6.25 km |
| Relación L/E | 2.4 | 2.6 | 3.1 |

1975-1980. En este período ocurrieron cuatro eventos:

(a) Se configuró un cambio topográfico mayor cuando la península fue artificialmente extendida hasta unirse con la isla Las Viejas, resultando de esto un bloqueo de la circulación a través del canal de unos 400 m de ancho que separaba ambos accidentes topográficos naturales. El sector YNW dejó de ser un sistema con dos entradas (una en el canal principal y otra entre la península y la isla) y pasó a ser un sistema con una sola entrada (la del canal principal). El perímetro interno aumentó, lo que se refleja en los valores de curvilinearidad y de relación eje mayor/ancho de la boca (Tabla XXVIII). Todo esto redujo la capacidad de limpieza del subsistema YNW, ya que la circulación ciclónica que se dá en ese sector fue bloqueada en el refluo.

(b) Se realizó un dragado extraordinario para despejar el canal de circulación, seriamente azolvado con sedimentos marinos arrojados masivamente al interior de la bahía por el huracán Liza. El material dragado se depositó al interior de la bahía, a ambos lados del canal de circulación, resultando en un azolvamiento de YC y YSW.

(c) Se estableció la enlatadora de sardinas en la península, y comenzaron las descargas industriales en el subsistema YNW.

(d) Se estableció una granja camaronícola en el rincón oeste del complejo, y sus descargas comenzaron a ser vertidas a CA a través del ducto H, Huatabampito

Como corolario, en 1989 y 1994 ocurrieron accidentes ambientales en el subsistema YNW (mortandad masiva de peces, posiblemente por amonio resultante de las emisiones industriales). Esto avivó las inquietudes de la

población acerca de los riesgos del entorno, y sustentabilidad de sus actividades extractivas (camarón, caracol chino, pesca artesanal). A su vez, motivó estudios de diagnóstico ambiental y arreglos de manejo. De esos estudios deriva el análisis que aquí se presenta.

7.4.5. Distribución espacial de impactos y sus causas.

Se nota una substancial diferencia en la importancia total y relativa de los impactos y sus causas según se considere el sistema en total, o los subsistemas en forma individual (Tabla XXIX, Fig. 27).

ASF fue el impacto más importante, y estuvo presente en los ocho sitios, pero de los impactos siguientes en importancia total, CO y AG sólo fueron relevantes en cinco o seis sitios, ASM fue de importancia en sólo dos sitios, y CI en sólo un sitio. Considerando para cada impacto sólo las causas antropogénicas, por ser las susceptibles a ser manejadas para corrección, también se advierte gran variedad entre los diferentes subsistemas, de tal modo que la representación individual para cada subsistema se aparta bastante de las condiciones promedio para todo el sistema.

Dos impactos tuvieron sólo causas regionales (AG y ASM) mientras que un impacto tuvo sólo causas locales (CI) y los dos restantes impactos tuvieron causas tanto locales como regionales (ASF y CO).

Considerando los dos impactos que tuvieron tanto causas locales como regionales, ASF y CO, la contribución relativa de las causas varió en cada subsistema, y fue diferentes para cada impacto.

Tabla XXIX. Complejo Yavaros-Moroncarit: desglose del puntaje para Impactos y sus Causas en los ocho subsistemas.

| SITIOS | 1 (Moroncarit) | | | | 2 (Canal) | | | | 3 (Yavaros N W) | | | | 4 (Yavaros Otanhuisa) | | | | 5 (Yavaros Bachoco) | | | | 6 (Yavaros S E) | | | | 7 (Yavaros centro) | | | | 8 (Yavaros SW) | | | | | | | |
|---|-------------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|--|--|--|--|
| | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | SI | AI | PI | PC | | | | |
| | 4 | 4 | 4 | | 2 | 2 | 2 | | 4 | 2 | 3 | | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 4 | 2 | 3 | | | | | |
| AZOLVE SEDIMENTO FINO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>LN Circulación</i> | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 1 | | | | 1 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 1 | | | | 1 | | | | |
| <i>LA Descargas industriales (1975-80 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>LA Dren acuacultura (Huatabampito, 1975-80)</i> | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>LA Bloqueo circulación (unión isla-peninsula, 1975-80)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 1 | | | | |
| <i>LA Bloqueo circulación (terraplén, 1965-67)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | |
| <i>RN Escorrentía</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>RA Dren urbano-agrícola (Las Animas, 1951-55 a la fecha)</i> | | | | 4.0 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>RA Dren agrícola-porcícola (Yavaros, 1951-55 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>RA Dren agrícola (L y K, 1951-55 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 1 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| AGROQUIMICOS | 2 | 2 | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 2 | | 2 | 4 | 3 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 1 | 2 | 1.5 | | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| <i>LN Circulación</i> | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 1 | | | | 4 | | | | |
| <i>RA Drenes (todos)</i> | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| CONTAMINACION ORGANICA | 4 | 4 | 4 | | 2 | 2 | 2 | | 4 | 4 | 4 | | 1 | 1 | 1 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| <i>LN Circulación</i> | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 1 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 4 | | | | |
| <i>LA Dren Acuacultura (Huatabampito, 1975-80 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>LA Descargas industriales (1975-80 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 1 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>LA Descargas domiciliarias</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>LA Limpieza Pescado</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>RA Dren urbano-agrícola (Las Animas, 1951-55 a la fecha)</i> | | | | 4.0 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>RA Dren agrícola-porcícola (Yavaros, 1951-55 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>RA Dren agrícola (L y K, 1951-55 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| CONTAMINACION INDUSTRIAL | 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 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | |
| <i>LN Circulación</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| <i>LA Descargas industriales (1975-80 a la fecha)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | |
| AZOLVE SEDIMENTOS MARINOS | 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 | 4 | 4 | | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| <i>LN Circulación</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 2 | | | | 1 | | | | |
| <i>LA Dragado portuario extraordinario (1976-80)</i> | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 0.5 | | | | 4 | | | | 4 | | | | |

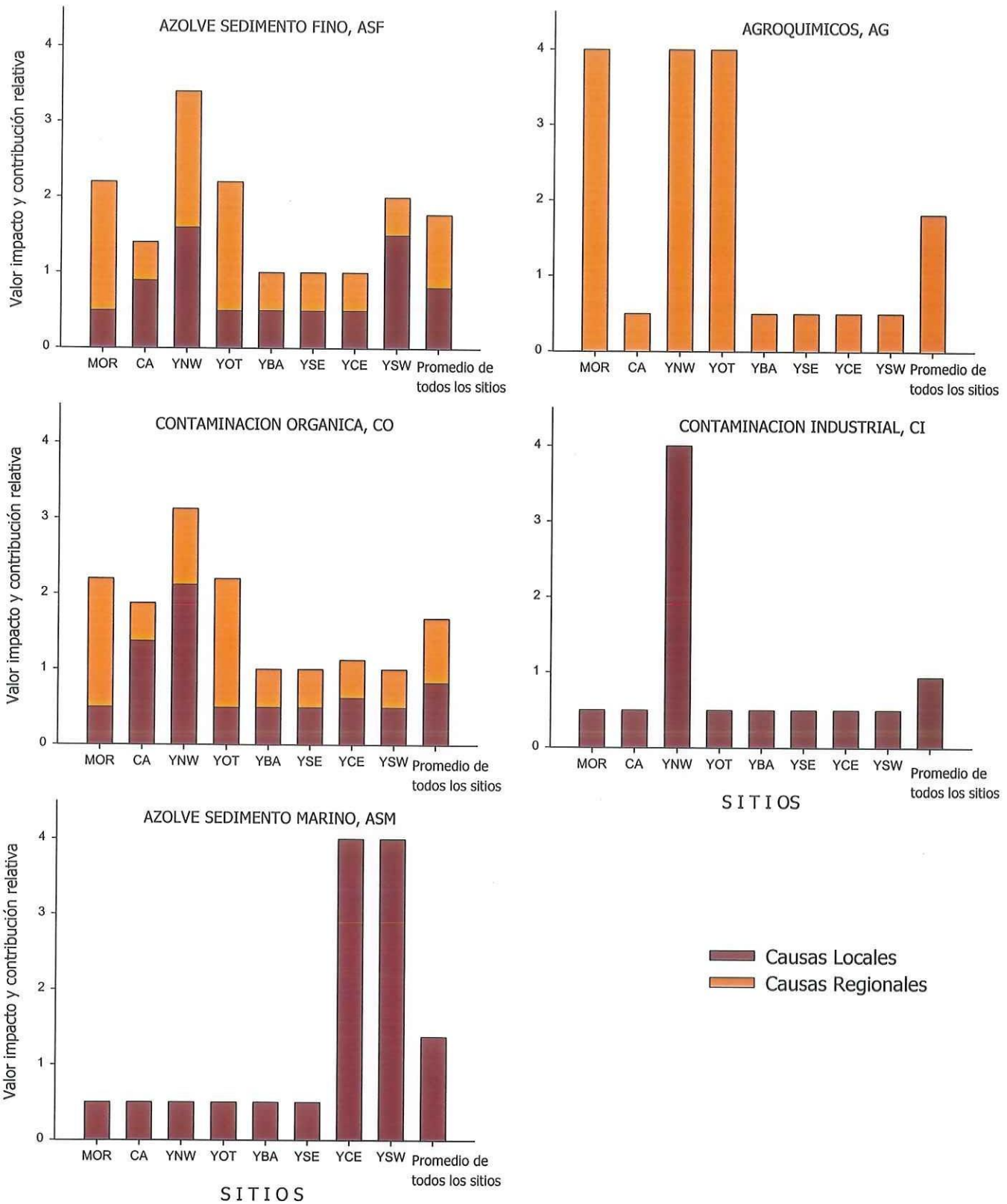


Figura 27. Los cinco impactos identificados en el complejo Yavaros-Moroncarit y en cada uno de sus ocho subsistemas: valor de cada impacto, y contribución relativa de causas antropogenicas locales y regionales.

El ASF tuvo predominancia de causas regionales en dos sitios (MOR y YNW) pero tuvo predominancia de causas locales en otros dos sitios (CA y YSW) y presentó contribución pareja de ambas en los cuatro sitios restantes. Para CO, la contribución de causas regionales fue mayor en dos sitios (MOR y YO) mientras que la contribución de causas locales fue mayor en otros dos sitios (CA y YNW). En los cuatro sitios restantes, presentó igual contribución de ambos tipos de causas.

Considerando los dos impactos que tuvieron sólo causas locales, ASM y CI, la importancia relativa en los diferentes subsistemas es muy notoria. CI estuvo esencialmente concentrado en un sólo sitio (YNW) mientras que ASM estuvo concentrado en sólo dos sitios (YC y YSW).

El impacto que sólo tuvo causas regionales, AG, fue importante en sólo tres sitios (MOR, YNW y YO).

7.4.6. Identificación de arreglos de manejo

Los resultados del análisis de agrupamiento reflejaron las variaciones entre sitios antes descritas, al arrojar diferentes agrupamiento de los sitios según el rasgo que se considere (impactos; causas; origen local o regional de las causas). Si a esto se suma que, por la naturaleza del análisis de agrupamiento, la especificidad de los atributos de cada sitio va decreciendo a medida que disminuye el nivel de corte en el eje de la similitud, se desprende que las opciones de manejo varían concordantemente.

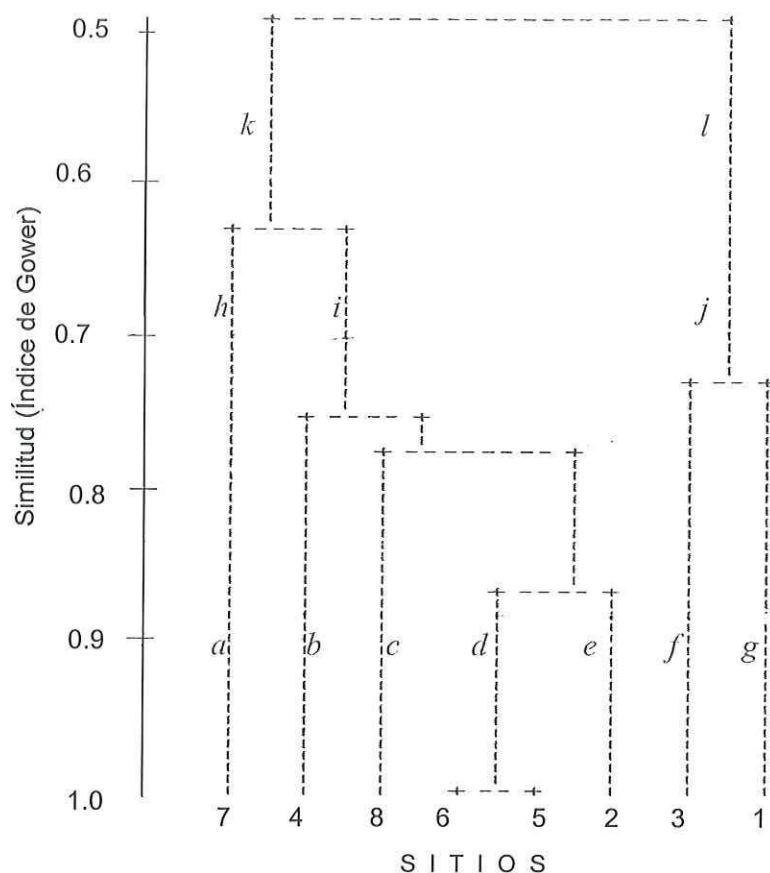
Considerando sólo los impactos, independientemente de las causas, se advierte que al nivel más fino de resolución (90% de similitud) prácticamente cada sitio es

una individualidad, excepto los sitios 5 y 6 (YBA y YSE). A un nivel intermedio de similitud (70%) habría tres grupos de sitios, y al mínimo de similitud (50 %) habría dos grupos de sitios (Fig. 28).

Considerando ahora solamente el impacto más importante (ASF) y agrupando los sitios según las causas del mismo, independientemente de que sean locales o regionales, también se advierte el patrón descrito en el párrafo anterior, pero los sitios agrupados a nivel de resolución intermedio y mínimo no son los mismos. Al nivel más fino de resolución, igual que en el caso anterior, cada sitio es una individualidad, excepto los sitios 5 y 6, que se agrupan. A nivel intermedio y mínimo también se forman tres y dos grupos respectivamente, como en el caso anterior, pero los grupos no están formados por los mismos sitios (Fig. 29).

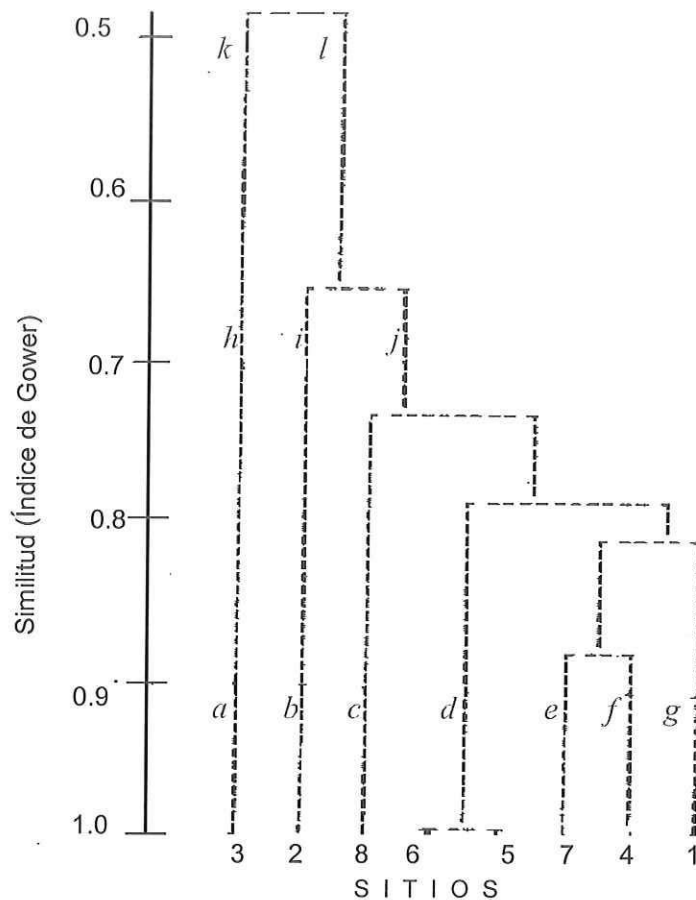
Considerando nuevamente sólo el impacto más importante (ASF) pero agrupando ahora los sitios según el origen espacial de las causas, resulta un patrón similar en cuanto a que los sitios agrupados no son los mismos que en ninguno de los casos anteriores. Al mayor nivel de resolución se separan cuatro sitios individuales, y dos grupos con dos sitios cada uno (sitios 5 y 6; sitios 1 y 4). A nivel intermedio se forman cuatro grupos de sitios, y a nivel mínimo dos grandes grupos de sitios (Fig. 30).

De las tres modalidades consideradas más arriba, la más atractiva para el manejo es la tercera. Al separar el posicionamiento espacial de las causas (locales; regionales) esta opción permite identificar a los actores sociales involucrados, y permite por ende explorar arreglos de solución que balanceen la perentoriedad de



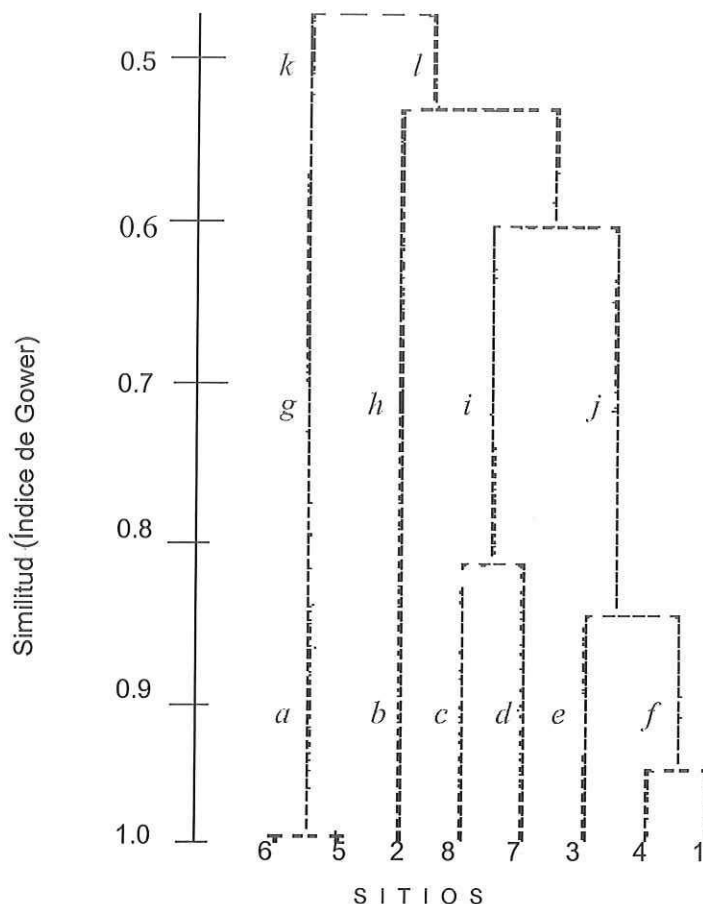
| GRUPOS DEFINIDOS POR DENDROGRAMA / PRINCIPALES IMPACTOS | OPCIONES DE MANEJO |
|---|---|
| Grupo <i>a</i> (sitio 7): Máximo ASM Grupo <i>b</i> (sitio 4) Alto AG Grupo <i>c</i> (sitio 8) ASF y ASM Grupo <i>d</i> (sitios 5 y 6): Solo ASF Grupo <i>e</i> (sitio 2): ASF; CO; AG. Grupo <i>f</i> (sitio 3): Máximo CO; ASF Grupo <i>g</i> (sitio 1): Máximo CO y ASF; AG | Un programa especial para cada sitio, excepto sitios 5 y 6 |
| Grupo <i>h</i> (sitio 7): Máximo ASM Grupo <i>i</i> (sitios 2, 5, 6, 8 y 4): CO mediano a descartable Grupo <i>j</i> (sitios 1 y 3): CO es máxima. | Tres principales programas: para sedimentos marinos (sitio 7); para CO (sitios 1 y 3); para una variedad de impactos (el resto de los sitios) |
| Grupo <i>k</i> (sitios 7, 2, 5, 6, 8 y 4): CO baja o descartable; ASF es variable Grupo <i>l</i> (sitios 1 y 3): CO es máxima; ASF es alto o máximo | Dos principales programas: para CO y ASF (sitios 1 y 3); para una variedad de impactos (el resto de los sitios). |

Figura 28. Complejo Yavaros-Moroncarit: dendrograma resultante del análisis de agrupamiento para indagar qué tan similares son los sitios de acuerdo a los impactos, independientemente de las causas, y resumen de la aplicación de los resultados al manejo. Código numérico de sitios de acuerdo con Tabla XXIX



| GRUPOS DEFINIDOS POR DENDROGRAMA / PRINCIPALES CAUSAS DE ASF | OPCIONES DE MANEJO |
|--|---|
| <p>Grupo a (sitio 3): Máxima contribución de dren agrícola/porcícola; alta contribución de los dos agentes de bloqueo local de la circulación</p> <p>Grupo b (sitio 2) Máxima contribución de dren camaronícola</p> <p>Grupo c (sitio 8) Máxima contribución de bloqueo local de circulación por terraplén</p> <p>Grupo d (sitios 5 y 6): Solo contribuye el drenaje natural</p> <p>Grupo e (sitio 7): Solo contribuye la circulación local.</p> <p>Grupo f (sitio 4): La principal contribución es el dren agrícola.</p> <p>Grupo g (sitio 1): La principal contribución es el dren urbano/agrícola</p> | <p>Sería necesario un programa especial para cada sitio, excepto sitios 5 y 6</p> |
| <p>Grupo h (sitio 3): Máxima contribución de dren agrícola/porcícola; alta contribución de los dos agentes de bloqueo local de la circulación</p> <p>Grupo i (sitio 2): Máxima contribución de dren camaronícola</p> <p>Grupo j (todos los sitios restantes): varias causas contribuyen</p> | <p>Pueden establecerse tres programas principales: control de descargas agrícola/porcícolas y del bloqueo local de la circulación (sitio 3); control de descargas camaronícolas (sitio 2); control de una variedad de causas (todos los demás sitios)</p> |
| <p>Grupo k (sitio 3): Contribuyen siete de nueve causas; máxima contribución de dren agrícola/porcícola; alta contribución de bloqueo local de la circulación</p> <p>Grupo l (todos los sitios restantes): Contribuyen entre una y tres causas.</p> | <p>Pueden establecerse dos programas principales: control de siete causas, particularmente descargas agrícola/porcícolas y bloqueo local de la circulación (sitio 3); control de hasta tres causas (el resto de los sitios).</p> |

Figura 29. Complejo Yavaros-Moroncarit: dendrograma resultante del análisis de agrupamiento indagando qué tan similares son los sitios de acuerdo a las causas, independientemente de su localización espacial, que contribuyen a un dado impacto (en este caso, Azolve por Sedimento Fino, ASF), y resumen de la aplicación de los resultados al manejo. Código numérico de sitios de acuerdo con Tabla XXIX



| GRUPOS DEFINIDOS POR DENDROGRAMA / CONTRIBUCION RELATIVA DE CAUSAS LOCALES Y REGIONALES AL ASF | OPCIONES DE MANEJO |
|---|--|
| <p>Grupo a (sitios 5 y 6): Solo contribuye causa regional natural (drenaje natural).</p> <p>Grupo b (sitio 2): Contribuyen causas locales, las naturales más que las antropogénicas.</p> <p>Grupo c (sitio 8): Contribuyen causas locales, las antropogénicas más que las naturales.</p> <p>Grupo d (sitio 7): Solo contribuye causa local natural (circulación).</p> <p>Grupo e (sitio 3): Contribuyen causas antropogénicas regionales y locales, y naturales locales.</p> <p>Grupo f (sitios 4 y 1): Contribuyen causas regionales antropogénicas y locales naturales.</p> | <p>Sería necesario un programa especial para cada sitio, excepto sitios 5 y 6 y sitios 1 y 4.</p> |
| <p>Grupo g (sitios 5 y 6): Solo contribuye causa regional natural (drenaje natural).</p> <p>Grupo h (sitio 2): Contribuyen causas locales, las naturales más que las antropogénicas.</p> <p>Grupo i (sitios 7 y 8): Contribuyen causas locales, las antropogénicas más que las naturales.</p> <p>Grupo j (sitios 1, 3, y 4): Contribuyen causas regionales antropogénicas.</p> | <p>Podrían establecerse cuatro programas: para sitios 5 y 6; para sitio 2; para sitios 7 y 8, y para sitios 1, 3 y 4</p> |
| <p>Grupo k (sitios 5 y 6): Solo contribuye causa regional natural (drenaje natural).</p> <p>Grupo l (sitios restantes): Contribución descartable de causas regionales naturales; todas las otras causas contribuyen.</p> | <p>Dos programas podrían establecerse: para sitios 5 y 6, y para todos los demás sitios.</p> |

Figura. 30. Complejo Yavaros-Moroncarit: dendrograma resultante del análisis de agrupamiento indagando qué tan similares son los sitios según la contribución relativa de causas locales y regionales del Azolve por Sedimentos Finos (ASF), y resumen de la aplicación de los resultados al manejo. Código numérico de sitios de acuerdo con Tabla XXIX

los problemas con la factibilidad de corregir sus causas, tanto en términos técnicos como en términos de disposición de los sectores involucrados (Tabla XXX).

A la luz del análisis que aquí se presenta, emerge que en el complejo Yavaros-Moroncarit coexisten una alta heterogeneidad espacial del sistema receptor, y una variedad de fuentes de ingresos antropogénicos y naturales. De esto resulta un mosaico de escenarios impactados, sugiriendo que un único arreglo de manejo para todo el sistema no sería adecuado.

Aparentemente, habría dos grandes opciones para el manejo. Por un lado, el control de ingresos, para lo cual sería necesario implementar arreglos con sectores locales y tierra adentro. Por otro lado, podría considerarse el aumento de la capacidad de limpieza del sistema, para lo cual sería necesario implementar soluciones ingenieriles (dragado; restablecimiento de la hidrodinámica original).

La primera opción tropezaría con la dificultad de involucrar a sectores regionales en acciones que disminuyeran sus emisiones. La segunda opción tropezaría con la necesidad de implementar repetitivamente costosas acciones de mitigación (dragado) o con la improbable posibilidad de obtener consenso social para restablecer la hidrodinámica original restaurando la separación entre la península y la isla Las Viejas (eliminación de parte de la infraestructura de la industria sardinera).

Tabla XXX. Cuadro de actores en el complejo Yavaros-Moroncarit

| Actores | Locales | Regionales | Nacionales |
|-----------------------|--|--|--|
| Industria privada | Enlatadora de sardina | | |
| Propietarios costeros | Asentamientos humanos Granjas camaronícolas | Agricultores Porcicultores Desarrollo urbano | |
| Agencias de Gobierno | | Dirección de Acuicultura del Estado de Sonora | SCT (dragado portuario) Secretaría de Pesca |
| Usuarios de recursos | Pesca de camarón Extracción abulón chino Pesca de orilla | | |
| Comunidad científica | | CICTUS; ITMAR Obregón CET-Mar, Guaymas | CICESE |

La opción del dragado, aunque es rutinariamente concebida para el mantenimiento portuario, podría tener serias limitantes si se aplicara en sectores donde existe azolvamiento pero donde originalmente no existían canales naturales (Tabla XXXI). En esos casos, el alto costo monetario no sería compensado por mejoras ambientales razonablemente duraderas, y el dragado no sería recomendable (Tabla XXXII).

Tabla XXXI. Principales rasgos técnicos del proyecto de dragado, y su incidencia en el mejoramiento hidrodinámico.

| OBRA | VOLUMEN (m ³) | TIEMPO REQUERIDO (DÍAS) | COSTO (PESOS) | VIDA UTIL PREVISTA | JUSTIFICACIÓN DE VIDA UTIL | MEJORA HIDRODINAMICA |
|---|---------------------------|-------------------------|---------------|--------------------|--|----------------------|
| Canal de intercomunicación Yavaros-Moroncarit | 1,110,567 | 565 | 25,558,037 | 3 años | Experiencia en obras de dragado de rehabilitación en canales naturales | Si |
| Canales interiores Moroncarit | 445,136 | 288 | 11,455,900 | Incierta | No son canales naturales | No garantizada |
| Canal interior 1 Yavaros | 286,561 | 194 | 8,028,710 | Incierta | No son canales naturales | No garantizada |
| Canales interiores 2 y 3 Yavaros | 648,591 | 432 | 21,030,227 | Incierta | No son canales naturales | No garantizada |
| TOTALES | 2,490,855 | 1,479 | 66,072,874 | | | |

Tabla XXXII. Análisis conceptual de beneficio-costo de las obras de dragado propuestas.

| OBRA | MEJORA HIDRODINAMICA | BENEFICIO AMBIENTAL | BENEFICIO SOCIAL | COSTO (PESOS) | COSTO AMBIENTAL | BALANCE BENEFICIO COSTO | CONCLUSION |
|--|----------------------|---------------------|------------------|---------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Canal de intercomunicación Yavaros-Moroncarit | Si | Si | Si | 25,558,037 | Mediano a Alto | Positivo | Recomendable |
| 2. Canales interiores Moroncarit | No garantizada | Incierto | Incierto | 11,455,900 | Mediano a Alto | Negativo | No Recomendable |
| 3. Canal interior 1 Yavaros | No garantizada | Incierto | Incierto | 8,028,710 | Mediano a Alto | Negativo | NO Recomendable |
| 4. Canales interiores 2 y 3 Yavaros | No garantizada | Incierto | Incierto | 21,030,227 | Mediano a Alto | Negativo | No Recomendable |
| GARANTIZADO | Obra 1 | Obra 1 | Obra 1 | 25,558,037 | Mediano a Alto | Posit. (Obra 1) | Recomendable (Obra 1) |
| NO GARANTIZADO | Obras 2, 3 y 4 | Obras 2, 3 y 4 | Obras 2, 3 y 4 | 40,514,837 | Mediano a Alto | Negat (Obras 2, 3 y 4) | No recomendable (Obras 2, 3 y 4) |

7.5. Aplicaciones al manejo.

Los propósitos de este capítulo fueron resumir el modo en que los diferentes pasos presentados en los capítulos anteriores pueden respaldar operativamente a la disciplina del manejo costero, encuadrar los procedimientos seguidos en esta tesis dentro de un esquema metodológico existente para el manejo costero integrado, y visualizar la proyección del enfoque sistémico seguido en esta tesis.

7.5.1. Resumen operativo orientado al manejo

La Tabla XXXIII se relaciona con el objetivo 1, y presenta cómo el análisis sistémico-paisajístico puede apoyar al manejo, básicamente proveyendo bases para una visión preanalítica que, dentro de su sencillez, es lo suficientemente completa como para enmarcar cualquier profundización sin perder contexto.

Las Tablas XXXIV a XXXL se relacionan con el análisis de macroescala planteado en el objetivo 2. Las seis primeras son una secuencia jerárquica donde cada una es autocontenida y a la vez coherente con el análisis sistémico-paisajístico, y con la ó las precedentes, en modo tal que en conjunto resultan sucesivamente complementarias. La Tabla XLI es en cierto modo independiente, por enfocarse al contexto continental más que al de un solo país.

Las Tablas XLI a XLIII se relacionan con el análisis de mesoescala planteado en el objetivo 3. Tienen también una secuencia jerárquica, que a su vez es coherente con el análisis de macroescala precedente.

La tabla XLIV se refiere a la escala local, y es coherente con las escalas precedentes porque la reconstrucción del uso del entorno ubica el espacio local dentro del espacio funcional que lo contiene.

Tabla XXXIII. Análisis sistémico paisajístico: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | PRINCIPALES RESULTADOS | Aplicación al Manejo |
|--|---|--|---|
| <p>Continuo zonificado por altimetría y batimetría, desde el parteaguas continental hasta las mayores profundidades oceánicas</p> <p>Concepto de cuenca hidrográfica acoplado a divisiones estructurales de la zona costera (Ray y Hayden, 1992)</p> | <p>Caracterización de cada límite en términos de tipo de interfase, y de factores de discontinuidad .</p> | <p>El EZC es un espacio ecotónico de interés, dentro de un continuo zonificado.</p> <p>Es un sistema abierto concebible como un recorte de dos espacios mayores (territorio emergido; territorio sumergido).</p> <p>Puede visualizarse como un mosaico jerárquico de parches zonificados. En cada nivel jerárquico, cada parche es funcionalmente definible por condiciones de contorno en las que la tasa de cambio es lenta respecto del tiempo, y puede ser representada como constante (funciones forzantes).</p> <p>El esquema de cuencas hidrográficas es totalmente compatible con lo anterior, y es posible enlazar ambos sistemas a través de rasgos paisajísticos comunes.</p> | <p>Cualquier escenario particular puede ubicarse en una franja específica. Así, se facilita la identificación de exterioridades (funciones forzantes) que lo afectan, y se visualiza la relación entre el espacio de interés, el espacio que funcionalmente lo contiene, y el espacio administrativo.</p> <p>Consecuentemente, hace operativa la propuesta de Sorensen et al (1992) para establecer una <i>Zona de Control</i> (exterioridad dentro del espacio administrativo) y una <i>Zona de Planeación</i> (exterioridad fuera del espacio administrativo, debe negociarse).</p> |

Tabla XXXIV. Análisis de la interfase tierra-mar: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales resultados | Aplicación al Manejo |
|---|---|---|--|
| Interfase entre los dos grandes bloques (territorio emergido; territorio sumergido) | Análisis de Contorno (tipo de contacto entre dos elementos del paisaje) | Mosaico de contactos rectos, cóncavos, y fuertemente cóncavos. | La costa de México es un mosaico de mares marginales y mares abiertos, dentro de los cuales se distinguen márgenes costeras francas y bahías marginales. |
| | Análisis de Curvilinearidad sobre cartografía 1 : 500 000 | El perímetro real es 70 % mayor que el que se mediría si no existieran las grandes inflexiones de los mares marginales, y las de Bahía Vizcaíno y Golfos de Ulloa y Tehuantepec | <p>El 55 % de la costa se encuentra en mares marginales, y el 45 % en mares abiertos. Dentro de estos últimos, el 32 % está en márgenes costeras francas y el 13 % en bahías marginales.</p> <p>A cada conformación se le pueden asociar diferentes capacidades de autopurificación (<i>sensu</i> Konovalov, 1999)</p> <p>Conviene adoptar esquemas de clasificación del medio marino que reconozcan explícitamente los mares marginales, e incorporar además la figura de <i>bahía marginal</i> para integrar las grandes indentaciones formadas por Bahía Vizcaíno, Golfo de Ulloa y Golfo de Tehuantepec.</p> |

Tabla XXXV. Análisis de la capacidad de limpieza en términos relativos: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principal Resultado | Aplicación al Manejo |
|--|--|---|---|
| <p>Mosaico de mares marginales y mares abiertos, incorporando en estos últimos sus fracciones de márgenes costeras francas y de bahías marginales, y distinguiendo zonas a lo largo del Golfo de California según Lavin et al., 1997).</p> <p>Franjas del medio receptor</p> | <p>Generación de un gradiente de tres posiciones para la capacidad de autopurificación (ó su inverso, fragilidad) tanto para los mares como para las franjas del medio receptor.</p> <p>Conformación de un espacio bivariado con ambos gradientes (gradientes ortogonales).</p> <p>Inscripción del promedio aritmético simple de los valores base, en cada casillero de la matriz.</p> | <p>El esquema de franjas funcionales del medio receptor es profundamente modificado por cada una de las condiciones del mosaico de mares marginales y mares abiertos</p> <p>Propuesta de una matriz general de capacidad de autopurificación del EZC.</p> | <p>Contextualización de espacios costeros particulares en términos de capacidad de autopurificación, expresada esta en términos relativos más que absolutos.</p> <p>Bases para correcciones precautorias, y programación de la carga del entorno, según la capacidad de autopurificación del medio receptor (sensu Beltrami y Carroll, 1978).</p> <p>Bases para una regionalización en término de fragilidad del medio receptor</p> |

Tabla XXXVI. Formación de Unidades Costeras Homogéneas: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales Resultados | Aplicación al Manejo |
|---|--|--|--|
| <p>Como representantes del Espacio Costero Marino, la franja de las Aguas de Plataforma, singularizadas latitudinalmente según el esquema de Grandes Ecosistemas Marinos (GEMs)</p> <p>Como representante del Espacio Costero Terrestre, la franja de las Planicies Costeras, singularizadas latitudinalmente con el esquema de Regiones Hipsográficas Costeras (RHs)</p> | <p>Despliegue simultáneo de los GEMs y las RHs a lo largo de la costa.</p> <p>Análisis Directo de Gradiente, modalidad “dos gradientes simultáneos” (Keddy, 1991).</p> | <p>Formación de un tercer gradiente, cualitativamente diferente de cualquiera de los dos gradientes insumo.</p> <p>El nuevo gradiente está formado por 11 porciones del territorio costero que tienen un solo GEM y una sola RH.</p> <p>Las porciones pueden denominarse Unidades Costeras Homogéneas, UCHs.</p> | <p>La regionalización del territorio emergido y del territorio marino son condición necesaria pero no suficiente para regionalizar el EZC.</p> <p>Por su coherencia física, basada <i>simultáneamente</i> en rasgos marinos y terrestres, las UCHs tienen valor operativo para el análisis del EZC, distinguiendo subunidades a lo largo de la costa (sensu UNESCO, 1997).</p> |

Tabla XXXVII. Análisis del gradiente administrativo: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales Resultados | Aplicación al Manejo |
|---|---|--|---|
| <p>Franja de Unidades Costeras Homogéneas, UCHs</p> <p>Franja de los estados costeros</p> | <p>Despliegue simultáneo de las UCHs y de los estados costeros a lo largo de la costa.</p> <p>Análisis Directo de Gradiente, modalidad “dos gradientes simultáneos” (Keddy, 1991)</p> | <p>Identificación cartográfica de seis estados costeros que albergan más de una UCH dentro de sus límites políticos.</p> | <p>Sugiere la existencia de 24 entidades costeras reales, en vez de los 17 estados formalmente reconocidos.</p> |

Tabla XXXVIII. Prueba de homogeneidad estructural de los estados costeros: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales Resultados | Aplicación al Manejo |
|---|---|--|---|
| Franja de los GEMs Franja de RHs Estados costeros | Conformación de un espacio bivariado con ambas franjas (gradientes ortogonales). Formación de una matriz. Inscripción de los estados costeros en los casilleros de la matriz. | Seis estados costeros se inscriben en más de un casillero. Las 11 UCHs identificadas cartográficamente en análisis anteriores, se ubican en casilleros individuales de la matriz. | Muestra analíticamente la heterogeneidad de seis estados. Confirma la existencia de 24 entidades costeras reales, en vez de los 17 estados formalmente reconocidos. Confirma la consistencia de las UCHs. |

Tabla XXXIX. Análisis de agrupamiento de entidades costeras y estados costeros: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales Resultados | Aplicación al Manejo |
|--|--|---|---|
| <p>Las 24 entidades costeras identificadas en análisis anteriores</p> <p>Los 17 estados costeros formalmente reconocidos</p> <p>Nombre y tipo de los GEMs</p> <p>Nombre de las RHs</p> | <p>Análisis de agrupamiento de las 24 entidades costeras, y de los 17 estados costeros, con base en dos rasgos físicos: nombre y tipo de GEM, y nombre de la RH.</p> | <p>Resultados espacialmente coherentes considerando las 24 entidades costeras, pero no considerando los 17 estados.</p> <p>Visualización de seis grupos de entidades costeras estructurados primeramente en torno a los GEMs y luego en torno a las RHs</p> | <p>Sugiere un programa regionalizado, con alta coherencia física del territorio en los seis grupos</p> <p>Sugiere adecuar los arreglos regionales a favor de una coherencia física más que administrativa.</p> <p>Sugiere esfuerzos adicionales por parte de los estados costeros heterogéneos, que eventualmente tendrían que concebir más de un programa de manejo costero.</p> |

Tabla XL. Análisis del EZC de México en el contexto del continente americano: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principal resultado | Aplicación al manejo | |
|---------------------------------|---|---|---|--|
| Número absoluto y tipos de GEMs | Ubicación de México y 10 países del continente americano en espacios bivariados formados por número y tipo de GEM y varios Indicadores de Orientación Costera, IOC, extraídos de la bibliografía. | En un espacio bivariado formado por número y tipo de GEM, y cualquier IOC, países cercanos en el eje de los IOC se separan sensiblemente en el eje de los GEMs. | <p>El número y tipo de GEM es indicador de complejidad de manejo costero.</p> <p>Dado un conjunto de países con similar orientación costera según cualquier indicador tradicional, el manejo será más complejo en aquellos con mayor número y tipos de GEM. Esos países merecerían apoyo internacional prioritario.</p> | <p>México resulta mejor evaluado en el universo de países costeros del continente americano, más que en el de pares latinoamericanos habitualmente usado.</p> <p>Es el único país del continente americano con un GEM semicerrado con baja capacidad de limpieza (Golfo de California)</p> |

Tabla XLI. Análisis de las Aguas Marinas Interiores (AMIs): resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | PRINCIPAL RESULTADO | Aplicación al Manejo |
|---|---|---|---|
| <p>Franja de las Planicies Costeras, distinguiendo dentro de ellas la subfranja de las "tierras de marea" (Ray y Hayden, 1991).</p> <p>Franja de las Aguas de Plataforma, distinguiendo dentro de ellas la subfranja de las Aguas Marinas Interiores (Malone, 1999)</p> | <p>Análisis cartográfico escala 1:1 000 000 y menores, reconociendo las divisiones de macroescala (mar marginal y mares abiertos, incluyendo en estos los márgenes costeros francos y las bahías marginales, e incorporando las zonas del Golfo de California)-</p> <p>Estudio de la Ley Federal del Mar</p> <p>Examen de elementos geomórficos individuales, en un contexto cartográfico mayor</p> | <p>Visualización de la duplicidad de tratamiento de la franja, que tanto es considerada una parte de las planicies costeras como una parte de las aguas de plataforma.</p> <p>Tratamiento unitario de rasgos geomórficos que habitualmente se tratan en forma separada, incluyendo rasgos exclusivamente antrópicos, como los puertos.</p> <p>Visualización integral de la franja más confinada del medio receptor, y de sus variaciones según condiciones de macroescala.</p> <p>Distinción, especialmente en el Golfo de California, entre AMIs <i>perimetrales</i> (pegadas a la línea de costa) y AMI s fijando límites del Mar Territorial.</p> <p>Propuesta de rededominar los elementos de las AMIs, expresando sintéticamente los rasgos hidrológicos asociados con una comunicación directa o intermediada con las aguas costeras libres</p> | <p>Concebir integralmente a las AMIs.</p> <p>Resolver su inserción como parte del Espacio Costero Marino y/o como parte del Espacio Costero Terrestre.</p> <p>Distinguir, especialmente en el Golfo de California, entre las AMIs perimetrales y las establecidas por la Ley Federal del Mar.</p> <p>Reconocer que el tratamiento individual de los elementos de las AMIs puede subestimar su grado de confinamiento, al ignorar las fronteras que condicionan el intercambio de las aguas.</p> |

Tabla XLII. Análisis de la franja de aguas de plataforma encarriladas a la costa, APEC: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | ANÁLISIS REALIZADO | Principal Resultado | Aplicación al Manejo |
|---|--|--|---|
| <p>Franja de las Aguas de Plataforma distinguiendo dentro de ellas la subfranja de las aguas encarriladas a la costa, APEC (coastal boundary layer, Beer 1996; shoreface entrainment volume, Ray y Hayden, 1992</p> | <p>Análisis cartográfico escala 1:1 000 000, reconociendo las categorías de macroescala (mar marginal y mares abiertos, incluyendo en estos los márgenes costeros francos y las bahías marginales, e integrando las zonas del Golfo de California)</p> | <p>Visualización de la franja más confinada de las aguas de plataforma, y de sus variaciones en diferentes condiciones de macroescala.</p> | <p>Conviene reconocer, <i>sensu</i> Beer (1996) la condición de frontera de las aguas encarriladas a la costa, y su importancia en procesos de conducción y dispersión tanto de sustancias provenientes de tierra como de elementos biológicos.</p> |

Tabla XLIII. Análisis de las AMIs y de las APEC: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales Resultados | Aplicación al Manejo |
|--|--|--|---|
| <p>Franja de las Aguas Marinas Interiores, AMIs</p> <p>Franja de las Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa, APEC</p> | <p>Acoplamiento cartográfico de ambas franjas, escala 1:1 000 000 y menores</p> <p>Integración de análisis sistémico-paisajístico, este mismo estudio</p> <p>Integración de propuestas internacionales (Clark, 1996)</p> | <p>Visualización de la porción más confinada del medio receptor.</p> <p>Visualización de fronteras críticas en el tránsito de descargas terrestres a las franjas sucesivas del medio receptor.</p> <p>Visualización de vacíos metodológicos (escalas) que permitan acoplar los rasgos físicos con los rasgos jurisdiccionales de la Ley Federal del Mar.</p> | <p>La franja de las APEC, conjuntamente con la de las AMIs, equivalen a la "Statutory Coastal Zone" (Clark, 1996).</p> <p>Puede formalizarse como la "Zona Costera Mínima" o "Zona Costera Obligada". Se extendería desde la isobata de los 40 m (aprox 1/5 del ancho de la plataforma) hasta la isohipsa de los 15-20 m snmm (aprox. 1/5 del ancho de las planicies costeras).</p> <p>Sugiere la necesidad de esfuerzos conjuntos de geógrafos y oceanógrafos para solventar los vacíos metodológicos.</p> |

Tabla XLIV. Análisis a escala local: resumen orientado al manejo.

| Elementos utilizados | Análisis realizado | Principales Resultados | Aplicación al Manejo |
|---|---|--|---|
| <p>Un elemento singular de las Aguas Marinas Interiores (complejo Yavaros-Moroncarit)</p> | <p>Heterogeneidad interna</p> <p>Curvilinearidad</p> <p>Identificación de Impactos y sus causas</p> <p>Reconstrucción temporal del uso del entorno</p> <p>Análisis de agrupamiento de los ocho sitios definidos por la heterogeneidad interna, con base en impactos, causas, y contribución relativa de causas locales y regionales</p> | <p>Importancia relativa de los impactos en los ocho sitios definidos por la heterogeneidad interna</p> <p>Contribución relativa de causas locales y regionales a los diferentes impactos</p> <p>Agrupamiento diferencial de los sitios según el atributo que se considere (impactos, causas, contribución relativa de causas locales y regionales)</p> | <p>El elemento considerado es un mosaico de escenarios impactados. Ha estado sometido por 50 años a la influencia de varios agentes regionales y locales, y ha respondido según su propia heterogeneidad, e influencia desigual de los ingresos. Como consecuencia, cada sitio o subsistema es hasta cierto punto único según los impactos más relevantes o la importancia relativa de sus causas</p> <p>Un único programa de manejo sería poco realista. Admite un abanico de programas, con involucramiento diferencial de actores locales y regionales según se desee atacar problemas comunes, corregir causas, o rehabilitar subsistemas particulares.</p> |

7.5.2. El cuerpo de esta Tesis en el marco del esquema de UNESCO (1997).

La aproximación metodológica de UNESCO (1997) consta de seis pasos, y especifica los insumos necesarios para cada uno de ellos. Los insumos son de dos tipos: los *Elementos de Referencia* (apoyo teórico) y los *Elementos Locales* (rasgos específicos del espacio bajo análisis) (Fig. 31).

A la luz de este esquema, el trabajo presentado en esta tesis, tomado como un todo, estaría aportando principalmente al paso 2 (*Definición de Unidades de Manejo coherentes*) a través de dos insumos: en el teórico, *el concepto de unidades geográficas funcionales*; en el específico, *la definición de escalas relevantes para la identificación de dichas unidades en el caso de México*.

La propuesta de un código general para representar en términos relativos la capacidad de limpieza estaría aportando al paso 4 (*Indicadores e Indices*) a través de dos insumos: concepto de *Clasificación tipológica estandardizada*, y elementos específicos para *estandardizar el territorio costero de México en términos de capacidad soportante (fragilidad del medio receptor)*.

El capítulo 4, atendiendo a la escala local, estaría aportando al paso 6 (*Orientaciones; Propuestas; Objetivos*) a través de insumos secuenciales que incluyen la identificación de problemas y sus causas, y la clasificación de las causas según que sean locales o regionales, para finalmente desembocar en la identificación de actores involucrados en la problemática ambiental, y posibles arreglos de manejo.

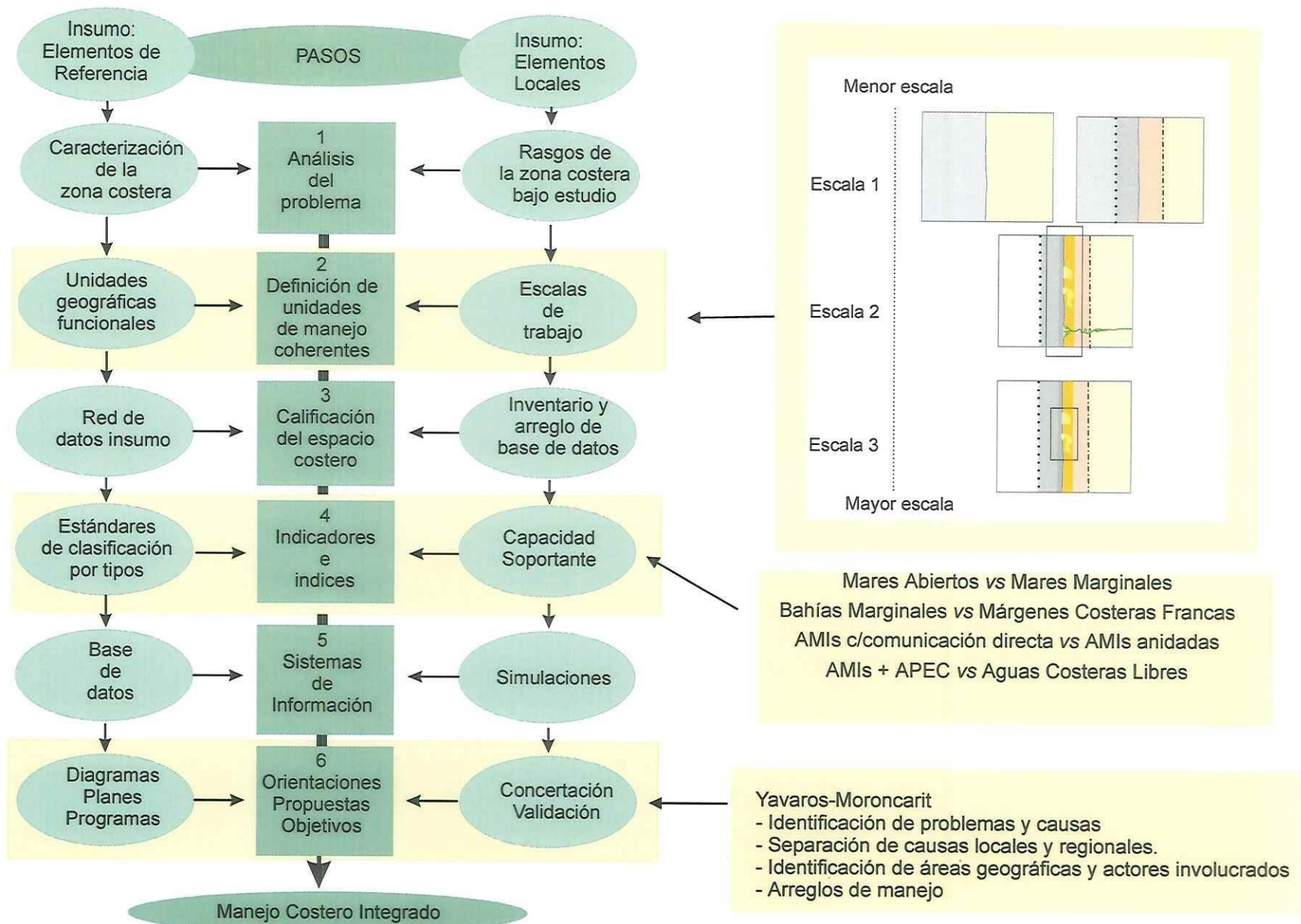


Figura 31. Encuadre de esta Tesis (enmarcado amarillo) en la Guía Metodológica para Manejo Costero Integrado (UNESCO, 1997).

7.5.3. Alcances de la aproximación sistémica en estudios de Zona Costera.

El Análisis de Campo de Fuerzas permite organizar los factores que favorecen o desfavorecen la realización de una determinada alternativa. La alternativa analizada fue *Enfoque sistémico en estudios de zona costera*.

El resultado del análisis mostró cinco fuerzas que desfavorecen tal tipo de enfoque, y 11 fuerzas que lo favorecen o impulsan (Tabla XLV).

Tabla XLV. Análisis de Campo de Fuerzas aplicado a la alternativa "Enfoque sistémico en estudios de Zona Costera"

| Factores que favorecen (empuje) | Factores que desfavorecen (sujeción) |
|--|---|
| <p>Esquemas teóricos (Sistemas Complejos) donde el espacio bajo estudio se considera el <i>espacio de interés</i>, y se lo coloca <i>cartográficamente</i> en el espacio mayor que lo contiene (Nixon, 1996)</p> <p>Esquemas teóricos (Sistemas Complejos) que permiten establecer las <i>condiciones de contorno</i> del espacio bajo estudio</p> | <p>Tendencia a definir límites de la ZC según el alcance del espacio bajo estudio</p> <p>Tendencia a considerar el espacio costero independientemente de sus relaciones hacia tierra y mar.</p> |
| <p>Propuestas operativas fijando zona de control y zona de planeación según la relación entre alcance físico y el alcance administrativo (Sorensen et al, 1992)</p> | <p>Los esquemas administrativos establecen zonas hacia tierra y mar con base en distancias fijas a partir de puntos de referencia convencionales, sin relación explícita con batimetría, hipsometría, o con fronteras físicas (oceanográficas o terrestres) (cfr Ley Internacional del Mar; Ley Federal del Mar).</p> |
| <p>Antecedentes analizando alcances y limitaciones de límites políticos y límites físicos en el medio marino (Prescott, 1989; Morgan, 1989).</p> | |
| <p>Antecedentes nacionales colocando los espacios bajo estudio en el contexto de las franjas físicas y/o administrativas (Vázquez-Suárez, 1998; Serrano, 2000).</p> | |
| <p>Propuestas para considerar como EZC solo a aquellos que incluyen la línea de costa y ambos lados a partir de ella, dejando como espacios costeros marinos o espacios costeros terrestres a cualquier otra combinación (Clark, 1996; Sorensen, 1997).</p> | <p>Tendencia a calificar como estudios de zona costera a cualquier escenario <i>cercano</i> a la línea de costa, ya sea desde tierra o mar</p> |
| <p>Antecedentes de ordenamiento considerando tanto una franja hacia el mar como una franja hacia la costa (Sria. Gral de Gobierno, 1995)</p> | |
| <p>Antecedentes que aplican métodos de integración ideados por la disciplina de la Gestión Ambiental (SEMARNAT-INE, 2000)</p> | <p>Escasa aplicación de métodos de integración ideados por la disciplina de la Gestión Ambiental</p> |
| <p>Antecedentes describiendo la problemática de la ZC en el contexto de franjas funcionales (SEMARNAT-INE, 2000)</p> | <p>Tendencia a enlistar y describir problemas ambientales en sitios particulares, con escasa aplicación de técnicas específicas para tratar los problemas ambientales en relaciones de causalidad espacio-temporal</p> |
| <p>Cuerpo metodológico para tratar los problemas ambientales en relación de causalidad espacial (Andrade et al., 1999).</p> | |
| <p>Antecedentes nacionales aplicando técnicas para tratar los problemas ambientales en relación de causalidad espacial (Bravo-Peña, 1998; Ortiz-Lozano, 2000)</p> | |

8. DISCUSIÓN.

El enfoque de esta tesis puso énfasis en la organización jerárquica de los rasgos físicos del territorio. Los supuestos fueron que las unidades fisonómicas, constituyen la base primaria de los análisis espaciales (Vos y Storterdal, 1992; Farina, 1998) y que el manejo de las escalas en un marco jerárquico de *niveles anidados* ayuda a organizar los objetos de estudio para hacer complementaria la información de diferentes escalas, promoviendo la identificación de propiedades emergentes y evitando que la información se convierta en "ruido" (García, 1986 y 1994; Johnson y Gage, 1997; Ross, 1994).

Gran parte de los resultados pueden ser vistos como insumos potenciales en el ordenamiento territorial. Esa disciplina, en la búsqueda de mejores condiciones de vida, procura lograr una distribución geográfica de la población, y de sus actividades, de acuerdo con la integridad y potencialidades de los recursos naturales que conforman el entorno físico y biótico (Azpúrua y Gabaldón, 1982; Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, 1991).

Las unidades fisonómicas, como base primaria para el análisis del territorio, son el fundamento histórico de la geografía, son la raíz de la disciplina que actualmente llamamos *ordenamiento del territorio*, y también pueden ser tratadas, como lo muestra esta tesis, con principios ecológicos de heterogeneidad espacial.

Las unidades fisonómicas son la base para agregar operativamente los rasgos biológicos y antropogénicos del territorio, tales como vegetación, fauna, y uso del suelo (Bocco-Verdinelli y Ortiz, 1994). Proceder de modo contrario sería hasta cierto punto improcedente, ya que los profusos inventarios de flora y fauna añaden

poco a la comprensión de los ecosistemas costeros cuando están desligados de una base estructural (Carter, 1987).

Karr (1994) reconoce que el conflicto entre *aproximaciones ingenieriles* (énfasis en lo físico) y *aproximaciones ecológicas* (énfasis en lo biológico) ha sido desafortunado y retardante de la investigación, pero interpreta que ha obedecido principalmente a una tendencia histórica de enfoques reduccionistas: las aproximaciones ingenieriles desdeñaron los datos biológicos por considerarlos excesivamente detallados y descoordinados, y las aproximaciones ecológicas se resistieron a aceptar el fundamento estructural de las aproximaciones no-biológicas.

Progresivamente, la necesidad de predecir el modo en que los sistemas probablemente responderán a cambios ambientales ha dinamizado la convergencia de disciplinas y ha acelerado la integración de técnicas y conocimiento que ayuden a sistematizar patrones y procesos de gran escala, y relacionarlos con los de escalas subordinadas (Ross, 1994). Por todo lo que eso implica en la planeación y regulación del uso de recursos y del uso de suelo, y lo que consecuentemente conlleva en términos del bienestar de la población, las agencias de gobierno y de investigación han respondido concordantemente (Loeb y Spacie, 1994; Caldow y Racey, 2000).

Objetivo 1, Marco conceptual y operativo

En la propuesta de marco conceptual y operativo, una aportación de esta tesis fue haber tratado los límites en términos descriptivos propios de la heterogeneidad espacial, más cercano a la Ecología, y haberlos luego expresado en términos más

dinámicos propios de los Sistemas Complejos y de la Ecología del Paisaje (interfases; factores de discontinuidad).

El haber contextualizado el EZC para verlo no tanto como una unidad natural autocontenida sino como parte ecotónica de un continuo, pero que sin embargo admite límites formales y enlaces específicos hacia tierra y mar, contribuye a la aproximación operativa de proveer divisiones naturales del paisaje que sirvan de referencia a la investigación y planeación de uso de suelo (Inman y Brush, 1973; Ray y Hayden, 1992).

En ese sentido, los límites considerados en las franjas altitudinales no son diferentes a los reconocidos en otras aproximaciones. Sin embargo, una aportación cualitativamente diferente a las anteriores aproximaciones es el reconocimiento de dos nuevas franjas: la de las *aguas de plataforma encarriladas a la costa*, APEC, como subdivisión de las aguas de plataforma, y la de las *aguas marinas interiores*, AMIs, como subdivisión tanto de las planicies costeras como de las aguas costeras.

En principio, el reconocimiento de estas dos nuevas franjas permite iniciar la formalización de las dimensiones de la *Zona Costera Obligatoria* o *Zona Costera Mínima* (Statutory Coastal Zone) propuesta por Clark (1998). También coincide con los límites dinámicos de la zona costera propuestos por Alongi (1998): un límite continental dado por el alcance de las mareas en el sistema dulceacuícola, y un límite marino en las aguas internas de plataforma, frecuentemente delineado por frentes de marea.

En la práctica, sin embargo, la delimitación estricta de esas franjas puede presentar problemas, ya que tanto el alcance de las mareas en el sistema dulceacuícola, como el ancho de las aguas internas de plataforma, pueden variar en el tiempo. La propuesta de esta tesis, aventurando que el ancho de las APEC y las AMIs es aproximadamente $1/5$ del ancho de la plataforma y de las planicies costeras, respectivamente, sólo pretende señalar entornos aproximados para escenarios de interfase que han sido poco explorados tanto en la investigación como en la planeación de uso del suelo (ver discusión del Objetivo 3).

El haber delineado la franja de las AMIs con base en la Ley Federal del Mar (DOF, 8-01-86) fue clave para integrar las cuencas hidrográficas a un esquema generalizado de Zona Costera mediante la figura de los deltas, un rasgo común a ambos sistemas.

Objetivo 2, Macroescala

Una contribución de esta tesis es el análisis de contorno, donde el lado terrestre y el lado acuático se vieron como dos elementos paisajísticos diferentes y en contacto, y fueron tratados con principios hasta ahora aplicados solamente al contacto entre unidades diferentes dentro de un mismo tipo de sistema, básicamente el medio terrestre (ver Forman y Moore, 1992 para ejemplos de contacto entre bosques y praderas naturales o inducidas). En ese sentido, el tratamiento de la interfase acuático-terrestre resulta original, y tiene pocos antecedentes.

La delineación precisa de la línea de costa es un procedimiento rutinario básico para generar cartas hidrográficas (Garófalo, 1979) y necesariamente un

profesional costero debe estar familiarizado con el estado del arte. Sin embargo, no fue ningún adelanto en esa herramienta lo que impulsó el salto conceptual subyacente al análisis de contorno que aquí se presenta. Mas bien, el impulso intelectual provino de haber integrado algunos principios de ecología del paisaje con la propuesta de Sorensen (1997) estableciendo que cualquier *Zona Costera* debe obligatoriamente incluir *la línea de costa*, y espacios de alguna dimensión hacia el lado terrestre y el lado marino. El razonamiento fue que, si esto fuera así, un análisis de contorno sería patrimonio exclusivo de una aproximación de *zona costera*, a la que por definición le pertenece la línea de costa, pero no sería necesariamente propio de una aproximación costera terrestre o costera marina.

De acuerdo con Farina (1998) la interfase acuático terrestre es el rasgo que define a los sistema de interfase. Entre estos, las costas y las marismas se encuentran entre los más importantes, sin que esto signifique que hayan sido suficientemente tratados en términos paisajísticos (Farina, op. cit.). Aunque la contribución de Naiman y Décamps (1990) desmentiría tal vacío en lo que hace a sistemas fluviales y marismas, el vacío persistiría en lo que son las costas. Si esto fuera así, la contribución de esta tesis constituiría un paso en la dirección correcta.

El análisis de la interfase acuático-terrestre no debe confundirse con su formalización en medidas objetivas, que se presentó aquí como *curvilinearidad*. La curvilinearidad es uno de los atributos estructurales del contacto entre diferentes elementos del paisaje, y aunque está poco explorada, probablemente sea la medida más global y útil de la *forma* de una frontera (Forman y Moore, 1992). El procedimiento seguido en esta tesis cumple con uno de los requisitos de esa

aproximación, al ofrecer las formas del contacto, y la distribución de diferentes tipos de contacto a lo largo de todo el perímetro.

El cálculo de la curvilinearidad indicado por dichos autores (longitud total, entre la longitud de una línea recta uniendo los puntos sobresalientes) es en todo similar a los métodos usados en ecología para medir rugosidad y complejidad del sustrato, específicamente al empleado por Luckhurst y Luckhurst (1978) y adaptado en esta tesis. En ecología, dichos métodos han sido aplicados a pequeña escala y en la dimensión vertical. Su uso, tal y como se hizo en esta tesis, no requirió modificación alguna de los procedimientos originales, sólo su visualización en la horizontal y no en la vertical, y su extrapolación a gran escala. En ese sentido, tiende un puente interesante entre la ecología tradicional y la ecología del paisaje.

Con este análisis de contorno, sin más apoyo que cartografía existente a una escala adecuada, y un poderoso apoyo conceptual convenientemente extrapolado, se pudo mostrar a nivel de país un mosaico de mares marginales y mares abiertos, esto últimos a su vez con porciones de márgenes costeras francas y de bahías marginales, con todo lo que esto conlleva en términos de capacidad de limpieza de los cuerpos receptores (Konovalov, 1999; Healy y Harada, 1991). Esto es quizás una primera instancia en que puede verse la posibilidad de obtener útiles aproximaciones generales con métodos relativamente sencillos y poco costosos, tales como mapas existentes y métodos gráficos (Riegl y Piller, 2000).

Con base en este análisis, se entiende la introducción de la figura de *bahías marginales* para ser aplicada a inflexiones como Bahía Vizcaíno, Golfo de Ulloa y Golfo de Tehuantepec, de tamaño intermedio entre mares marginales y bahías de

costa. La figura de bahías marginales no tiene antecedentes en cuanto a la nomenclatura, y de hecho es una propuesta de esta tesis. El término *marginal* se justifica porque al menos para bahía Vizcaíno, hay buenos antecedentes que repaldan su singularidad hidrodinámica y biológica respecto al mar adyacente (Barton y Argote, 1980; Dawson, 1951 y 1952; Lavaniegos, 1994 y 1995; Ortiz y Espinosa, 1991) y son justamente las singularidades respecto del mar adyacente las que respaldan y justifican la condición marginal de las grandes inflexiones (Dietrich, 1957; Healy y Harada, 1991).

Al descansar sobre este mosaico de contactos rectilíneos, cóncavos y fuertemente cóncavos, los incisos sobre corrección precautoria para capacidad de limpieza reflejan en forma bastante acabada el mosaico de cuerpos receptores que rodean a México. Dichos incisos permiten una relación conceptual con los *rasgos propiciatorios* (Funtowicz y Ravetz, 1991; Jassby, 1998) así como con la *sensibilidad en las condiciones iniciales*, propia de los sistemas complejos (Miramontes, 1999). En todas esas aproximaciones, el tema central es la identificación de las características que determinan la respuesta de diferentes ecosistemas frente a un mismo efector.

La aproximación de esta tesis, basada en la relación *area: profundidad* como indicador de la capacidad de autopurificación (dilución) se asemeja a la de una serie de contribuciones que procuran la identificación temprana de grandes patrones regionales de *rasgos predisponentes*, como paso prioritario para plantear el modo en que los sistemas responderán a las variaciones naturales y

antropogénicas (Magnuson y Browser, 1990; Magnuson et al. 1990; Kratz et al., 1991; Konovalov, 1999).

En términos generales, todo lo anterior está emparentado con algo tan concreto como la evaluación de riesgo ecológico, que busca definir hipótesis claras, antes que medir tantas variable como se pueda en tantos ecosistemas como se pueda (Calow y Forber, 1997). En tal aproximación, la pregunta concreta sería: ¿cuál es la probabilidad de que se pierda la función ecológica de autopurificación?. Las respuestas, y consecuentes hipótesis de trabajo que esta tesis podría dar serían: muy alta en el Golfo de California; mediana en Golfo de México, Mar Caribe, y bahías marginales; baja en márgenes costeras francas. De lo anterior, podrían derivarse programas de investigación para poner a prueba tales hipótesis.

Los escenarios presentados en esta tesis están directamente emparentados con las aproximaciones citadas, y con la operativización pionera de Beltrami y Carroll (1978). Igualmente, se ligan con principios de Ecología del Disturbio (Rykiel, 1985) y con los principios operativos para el desarrollo sustentable, incluyendo la escala óptima de carga del entorno, o *línea Plimsoll* (Daly, 1990, 1991).

En particular, la proyección de presión/respuesta muestra que cifras globales de concentración poblacional en la costa de los estados costeros pueden ser refinadas a la luz de los diferentes medios receptores a los que arribaría la carga poblacional reportada. Posiblemente, la proyección podrían refinarse aún más utilizando datos de municipios costeros (Juárez-Gutiérrez, 2001) por ser estos los más directamente involucrados con las descargas al medio receptor inmediato. También hay que reconocer que los resultados de dicha proyección son

especialmente claros porque el objeto escogido (el estado de Baja California) es particularmente idóneo para ilustrar la heterogeneidad de medios receptores que rodean a una misma entidad federativa, ya que como luego se demuestra en el análisis de heterogeneidad de los estados costeros, Baja California es uno de los más conspicuos en ese aspecto.

Siempre dentro del análisis de macroescala, el reconocimiento explícito de la interfase acuático-terrestre dió pié a otro resultado inédito, que fue la identificación de Unidades Costeras Homogéneas (UCHs).

Como la interfase conlleva sus dos lados adyacentes (territorio emergido, territorio marino) y en ambos lados se dan variaciones latitudinales que permiten tratarlos como gradientes continuos, el escenario se consideró adecuado para explorar la predicción de que la interacción entre más de un gradiente puede conducir a la identificación de situaciones nuevas, no detectables con ningún gradiente empleado en modo independiente (Keddy, 1991).

Sobre esta base, fue adecuada la hipótesis, de alguna manera anticipada por Hayden et al. (1984) de que las heterogeneidades reconocidas en el territorio emergido y en el ámbito marino eran *condición necesaria pero no suficiente* para regionalizar el espacio costero.

Los resultados confirmaron tanto la predicción general como la hipótesis particular, ya que las 11 UCHs identificadas conformaron un tercer gradiente latitudinal cualitativamente diferente de cualquiera de los gradientes individuales. Un faltante que puede notarse en este punto de la tesis es que las UCHs no incorporan la figura de las bahías marginales. Esto se hizo así porque dicha figura no está

contemplada en la concepción de los GEMs, pero podría asimilarse sin modificar dicha jerarquía mayor. En ese caso, las UCHs modificadas serían la 1 y la 2, en las que cabrían subdivisiones para las porciones de margen costera franca y las porciones de bahías marginales (bahía Vizcaíno y Golfo de Ulloa). En cambio, sería redundante hacerlo en el Pacífico Tropical, donde las porciones de margen costera franca y de bahía marginal (Golfo de Tehuantepec) ya están separadas en las UCHs 7 y 8 debido a que tienen diferentes RHs.

Debe notarse que la identificación de UCH derivó de dos métodos diferentes, cuyos resultados coincidieron. El primer método es el cartográfico directo, antes comentado. El segundo, más emparentado con el análisis multivariado en su modalidad *análisis directo de gradiente*, consiste en disponer los dos gradientes en forma ortogonal. Esto se hizo en la prueba de homogeneidad de los estados costeros, donde secundariamente se volvieron a formar las UCHs.

La ubicación de elementos u objetos en un espacio definido por dos o más gradientes dispuestos en forma ortogonal es una forma de análisis directo de gradiente, y equivale al diagrama de puntos en un marco n-dimensional de coordenadas, usado para explorar empíricamente los arreglos espaciales de objetos (Pielou, 1977). Siendo el procedimiento cartográfico más propio de la geografía, y el análisis multivariado más propio de la ecología, los resultados convergentes de ambos procedimientos, mostrados en esta tesis, bien podrían ilustrar la confluencia de ambas disciplinas en una aproximación de ecología del paisaje.

En la interacción del gradiente latitudinal de UCHs con el gradiente administrativo se repitió el fenómeno de que la interacción entre más de un gradiente puede conducir a la identificación de situaciones nuevas, no detectables con ningún gradiente empleado en modo independiente (Keddy, 1991). En este caso, mostró la segregación espacial de varios estados costeros en diferentes UCHs, un resultado directamente aplicable al manejo por respaldar la concepción de 24 entidades costeras en vez de los 17 estados costeros administrativamente reconocidos, concepción que conlleva reconocer la heterogeneidad costera de algunos estados.

La correspondencia o discrepancia entre entidades administrativas y el medio físico ha sido poco explorada. La mayoría de los estudios refieren a espacios físicamente homogéneos que, por haber sido fragmentados por límites políticos, deben ser compartidos entre diferentes entidades administrativas, con los desafíos para el manejo que eso conlleva. Ejemplos en el medio terrestre, los más profusos, pueden verse en Knight y Landres (1998). En el medio marino, aunque menos explorado, pueden citarse al menos tres casos. Bakun et al. (1999) Risjberman (2000) y Heyman y Kjerfe (2001) ilustran esta situación en el golfo de Fonseca, compartido por tres estados soberanos. César-Dachay y Arnais-Burne (1998) lo hacen para la bahía de Chetumal, compartida entre México y Belize. Sánchez (1990) lo explora en la frontera México-USA, sobre el lado del Pacífico. En cambio, el caso de una misma entidad político-administrativa enfrentada a un territorio heterogéneo, que es el que se trata en esta tesis en el caso de los estados costeros, ha sido menos explorado, y puede tomarse como una

contribución original. El trabajo de Merino (1987) no asocia sus zonas costeras con los estados comprendidos en ellas; el más reciente de Arriaga-Cabrera et al (1998, parcialmente reproducido en Botello et al., 2000) enlista los estados incluidos en las cinco provincias oceánicas y las siete provincias costeras que definen, sin análisis posteriores del punto.

El análisis que aquí se hizo muestra que en el universo formado por los estados costeros coexisten objetos físicamente homogéneos y objetos físicamente heterogéneos. En ese sentido, explora el supuesto de homogeneidad del universo bajo análisis, revelando dos verdades simultáneas: el universo es homogéneo en cuanto a que todos son estados costeros, pero es heterogéneo en cuanto a la conformación física. De cualquier modo, la nomenclatura propuesta en esta tesis permite simultáneamente explicitar la condición de heterogeneidad y conservar la entidad política, de modo que es sencillo acoplar el sistema de 24 entidades costeras con el sistema convencional de 17 estados costeros.

En general, el uso que se hizo del *Análisis Directo de Gradientes* tiene profundas raíces en los principios ecológicos de la heterogeneidad espacial (Kolasa y Pickett, 1991). La forma explícita y directa en que dicho método sirvió para analizar escenarios de gran escala espacial, abona a la convergencia de la ecología tradicional, la ecología del paisaje, y la geografía. Pero sobre todo, contribuye a demostrar las predicciones de que el *Análisis Directo de Gradientes*, quizás la parte menos explorada del análisis multivariado, aún espera su momento (Gauch, 1982; Keddy, 1991).

La pieza clave en el procedimiento para identificar unidades costeras homogéneas fue el haber reconocido no sólo las discontinuidades latitudinales del medio marino (GEMs) sino también las del medio terrestre (Regiones Hipsográficas Costeras, RHs) y haberlas acoplado en uso *simultáneo*. Otras aproximaciones también han considerado la componente terrestre para definir unidades costeras, ya sea como planicies costeras (Merino, 1987) o como la franja delimitada por la isohipsa de 15 m snmm (Arriaga-Cabrera et al., 1998). Sin embargo, al no haber dividido latitudinalmente la componente terrestre en unidades formales, en la práctica sus unidades costeras resultan rastreables sólo por la componente marina. Un ejercicio interesante sería acoplar las unidades costeras de esos dos trabajos con las componentes terrestres empleadas en esta tesis (RHs), pudiendo predecirse que se arribaría a resultados similares a los aquí presentados.

Fue únicamente a partir de todos los resultados anteriores que pudo producirse una aproximación semianalítica a la definición de grupos con coherencia física y política. Los grupos definidos por el análisis de agrupamiento no son demasiado diferentes de los delineados en la contribución de Merino (1987) sino que más bien los corroboran en su mayor parte, los profundizan al hacerlos más repetibles analíticamente, y los operativizan al añadirle el ingrediente administrativo.

En el análisis de agrupamiento, el haber seleccionado el Coeficiente de Gower como medida de similitud fue coherente con la aproximación orientada al manejo seguida en esta tesis, ya que es el único que admite variables cuyo estado se expresa en diferentes escalas (Davis, 1973; Betters y Rubbing, 1978). Aunque en esta tesis sólo se empleó la escala nominal, el comentario es pertinente porque

dicho coeficiente es compatible con atributos relevantes al manejo, y cuyo estado frecuentemente se expresa en escala ordinal (por ejemplo, grado de naturalidad).

El haber expresado los atributos en una simple escala nominal de presencia-ausencia podría cuestionarse, pero el cuestionamiento sería rebatible considerando que se trata de atributos de gran escala geográfica, y por tanto asimilables al tratamiento que tradicionalmente se acepta en estudios de biogeografía (Digby y Kempton, 1987; Sanchez y López, 1988; Bakus, 1990).

El inciso sobre heterogeneidad de diseño no tiene ningún antecedente, y podría considerarse un preciosísimo metodológico. Sin embargo aporta a corroborar la diversidad estructural del perímetro costero y por tanto refuerzan la idea de un programa regionalizado de manejo costero.

Los elementos considerados en dicho inciso provenían de mapas que contenían unidades relativamente homogéneas caracterizadas por factores *que pueden cartografiarse y estudiarse independientemente de los usuarios*, conformando así un *mapa fisonómico* (Vos y Storterdal, 1992; Farina, 1998). Por lo tanto, se ajustaban a los requerimientos para intentar alguna medida absoluta de heterogeneidad, o heterogeneidad determinística.

La heterogeneidad determinística es la única que puede ser satisfactoriamente abordada en términos absolutos. En esos casos, se habla de heterogeneidad *medida*. En otros casos, las medidas de heterogeneidad dependen de la respuesta de los usuarios, y se la denomina heterogeneidad *funcional* (Kolasa y Rollo, 1991). En apoyo y complemento a lo anterior, se consideró que el término “diversidad de diseño” que Pielou (1975) da a la Diversidad β la hacía idónea para explorar

operativamente la heterogeneidad espacial a gran escala, ya que *el diseño es el equivalente geométrico de la heterogeneidad determinística* (Kolasa y Rollo, 1991).

El inciso que analiza a México en el contexto internacional fue motivado por el reconocimiento de que las agencias de asistencia a países costeros en desarrollo requiere de comparaciones cruzadas para evaluar necesidades y logros (Sorensen y Brandani, 1987; Sorensen, 1997; Sherman y Duda, 1999; Olsen y Christie, 2000) . Al mismo tiempo, esto demanda establecer atributos y criterios comunes, donde la mayor limitante está en disponer de datos accesibles para todos los países bajo comparación (Englander et al., 1977).

En ese sentido, la aproximación de este trabajo es original, porque recurre a un esquema mundial no utilizado antes para este tipo de comparación (Grandes Ecosistemas Marinos, GEMs). Los resultados, mostrando que México resulta mejor evaluado en un universo continental más amplio que el de pares latinoamericanos, revela las limitantes del universo "Latinoamérica y Caribe" de uso común. Por otro lado, aporta metodológicamente al mostrar que el número absoluto y número de tipos de GEM's complementa a los indicadores de orientación costera existentes.

Objetivo 3, Mesoescala.

Quizás la aproximación más original de este inciso fue el haber rescatado la figura de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) tal y como lo establece la Ley Federal del Mar. Este procedimiento había sido tratado antes únicamente por Serrano (2000) a la escala regional del corredor costero Tijuana-Ensenada. En esta tesis, una

aportación consiste en haberla dimensionado como una franja subordinada tanto del espacio costero marino como de las planicies costeras. En ese sentido, las AMIs se constituyen en el epitoma del carácter ecotónico de la zona costera, la *bisagra* clave entre el medio terrestre y el medio marino.

La figura de las AMIs tiene valor operativo tanto en el sentido físico del territorio como en el sentido político-administrativo, y por lo tanto es relevante a los fines del ordenamiento. El atractivo de su aplicación es que puede complementar las grandes subdivisiones del espacio marino, las grandes subdivisiones del espacio terrestre, las grandes subdivisiones de las cuencas hidrológicas, y las aproximaciones locales de rasgos geomórficos costeros, incluyendo rasgos antrópico como los puertos (Escofet, 2003).

Físicamente, al tratar unitariamente una serie de rasgos geomórficos costeros que habitualmente se tratan en forma individual, permite integrar la escala local con la mesoescala, y a su vez integra ésta con la macroescala. En el sentido político-administrativo, el que las AMIs sean una figura basada en rasgos físicos pero que a su vez estén contempladas en una Ley Nacional (Ley Nacional del Mar) las constituye automáticamente en un elemento del ordenamiento territorial con vigencia a nivel de toda una nación, y justifica la conveniencia de incluirla como rasgo jerárquico en tales estudios. Específicamente, ayudaría al tratamiento jerárquico de la franja hipsométrica de 0-200 m snmm, que es una categoría fisiográfica formalmente reconocida.

La figura de las AMIs fue particularmente útil en el tratamiento del Golfo de California. En primer lugar, el que entre los rasgos incluidos en las AMIs por la Ley

Federal del Mar se encuentre la parte norte del Golfo de California, permitió separar nítidamente esa porción como elemento singular que coincide con las separaciones basadas en la hidrodinámica (Lavín et al., 1997). Al mismo tiempo, el caso del Golfo de California, particularmente la parte norte ayudó a acuñar el término AMIs *perimetrales* para designar únicamente a las inflexiones de la línea de costa.

Dentro del tratamiento de las AMIs, otra aportación la constituye el haber organizado los cuerpos costeros según su comunicación directa o intermediada con las aguas costeras más libres. Este es un punto clave para la exploración de la hidrodinámica de recambio en la mesoescala (Afonso de Almeida, 2003; Avila-Armella, 2003; Ramirez et al., 2003) ligando la complejidad topográfica e hidrológica en modo similar al que, a gran escala, se conoce para mares marginales interconectados (Nishimura, 1983).

Con base en la información de esta tesis, podría ensayarse un gradiente de capacidad de limpieza, donde la mayor capacidad se asocia con la comunicación directa, y va disminuyendo en los elementos subordinados. Si esto fuera así, la proporción de bahías compuestas respecto al total de AMIs daría una idea del grado de confinamiento de esa franja, y rápidamente podría visualizarse, por ejemplo, la mayor vulnerabilidad del lado continental del Golfo de California respecto del lado peninsular.

El intento de proponer dimensiones aproximadas de la franja de aguas de plataforma encarriladas a la costa es quizás la mayor audacia de esta tesis, ya que es una franja poco explorada por los oceanógrafos.

Tomando como base sólo los insumos teóricos, esta audacia se justificaría por la claridad con que sus pocos proponentes la describen funcionalmente, aunque sin medirla (Ray y Hayden, 1992; Beer, 1996; Alongi, 1998). También, tomando el tema del manejo costero, se justificaría por lo que aporta a formalizar la "Statutory Coastal Zone" propuesta por Clark (1996, 1998).

Sin embargo, aunque escasos, hay antecedentes específicos que lo justificarían más ajustadamente. Guzmán del Prío et al. (2000) exploraron la hidrodinámica ligada a la dispersión de gametos y estadíos larvales del abulón en Bahía Tortugas, demostrando un flujo neto paralelo a la costa al norte y sur de la bahía, interrumpido por las corrientes de marea hacia y desde la misma. Con base en esto, postulan un escaso flujo genético entre los bancos del sur y del norte, y proponen su singularidad en términos pesqueros. Dicho trabajo también apoyaría lo expuesto en esta tesis respecto a la AMIs, ya que los autores muestran la influencia prevalente del viento y el oleaje por fuera de la bahía, y sólo de las mareas al interior de la misma.

Objetivo 4, Microescala.

En el análisis de la problemática ambiental a nivel local, la aproximación paisajística que se siguió en esta tesis conlleva el concepto de escalas anidadas jerárquicamente (Allen y Starr, 1982; O'Neill et al., 1986; Farina, 1998) y el principio operativo de situar el espacio de interés en el espacio mayor que lo contiene (Nixon, 1996). Sobre esa base, el sólo cartografiado del espacio de interés en el espacio mayor que lo contiene hubiese bastado para contextualizar regionalmente los problemas ambientales percibidos localmente. En este caso,

eso fue profundizado y refinado con el análisis de impactos y sus causas, y con el recuento histórico de eventos naturales y de uso del suelo en el entorno.

Los resultados son concordantes con los de Bravo-Peña (1998) para bahía del Tóbari, situada al norte del complejo Yavaros-Moroncarit, donde con las mismas técnicas se demostró un elenco similar de impactos y causas, que responden a un patrón común de uso del entorno a nivel local y regional. Ambos casos parecen conformar un panorama representativo de las costas del sur de Sonora, con una cuenca de drenaje tres veces mayor que el área receptora.

Numerosas evidencias muestran que las aguas costeras, como receptores naturales de las cuencas, son sensibles a cambios de uso de suelo en las tierras altas y en las planicies costeras, y a las modificaciones en las rutas naturales del drenaje. La eutroficación, la contaminación química, los cambios en el balance sedimentario causados por erosión, represamiento ó diversión de ríos, son problemas ampliamente reconocidos en las aguas costeras (Churchill, 1987; Valiela, 1992; Milliman & Mei-e, 1995). Todos confirman la hipótesis de que los efectos ambientales a distancia, de nivel regional, no fueron previstos en la etapa de diseño de la mayoría de las actividades humanas, específicamente en los sistemas de irrigación, agricultura, y políticas para el agua (Panayotou, 1993).

Sin embargo, ha sido menos explorado el modo en que la heterogeneidad interna de los sistemas receptores, ya sea natural o inducida, puede modificar localmente el destino y los efectos de los ingresos (Leppakosky & Bonsdorff, 1989). Ese punto queda bien ilustrado en el caso del complejo Yavaros-Moroncarit, donde la convoluta configuración natural, que por sí sola anticiparía una compleja dinámica

de flujo y reflujo, ha sido además reforzada por construcciones locales y consecuentes bloqueos, en modo similar al ocurrido en Bahía del Tóbari con la construcción del pedraplén que comunica con la isla Huivulai (Bravo-Peña, 1998). Así tratado, el complejo Yavaros-Moroncarit puede ser visto como un sistema local altamente heterogéneo por razones naturales e inducidas, que ha estado sometido por 50 años a una influencia desigual de ingresos regionales y locales, y que ha respondido históricamente de acuerdo a las limitantes impuestas por su propia heterogeneidad. Por eso emerge como un *mosaico* de escenarios impactados, donde cada subsistema es hasta cierto punto único de acuerdo a los impactos más relevantes, o a la importancia relativa de sus causas.

Sobre esa base, la exploración de arreglos de manejo puede hacerse más ordenadamente, y pueden delinearse algunas direcciones orientadoras. Básicamente, los resultados sugieren que un único programa de manejo parecería poco realista, pero podría pivotar sobre dos opciones principales, no necesariamente excluyentes: control de ingresos desde el exterior; aumento y/o recuperación de la capacidad de limpieza del cuerpo receptor. Para lo primero, serían necesarios arreglos tanto con actores locales como regionales. Para lo segundo, serían necesarias soluciones ingenieriles. El balance de una u otra opción variaría según que se deseara atacar problemas comunes, causas, ó subsistemas.

Objetivo 5, Manejo.

Por el énfasis que se pone en demostrar de varias formas la capacidad de limpieza diferencial de los tipos de mares y de las franjas receptoras, esta tesis

aportaría a temas de agendas internacionales. En lo general, a las propuestas de protección del medio marino frente a actividades situadas en tierra (GPA, 1995). En lo específico, al objetivo B de la agenda de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (1991) que propone límites máximos de efluentes contaminantes en función de las capacidades de asimilación de la naturaleza.

La descripción de problemas ambientales en el medio marino ya está ampliamente representada en la literatura. Sin embargo, la relación explícita entre diferentes capacidades de limpieza del medio receptor y la carga del entorno ha sido menos explorada. Beltrami y Carroll (1978) fueron pioneros en plantearla a nivel de sistemas lagunares. Konovalov (1999) lo hizo a gran escala, a nivel de Grandes Ecosistemas Marinos de tipo Semicerrado. En México, hasta donde es posible rastrear, estas aproximaciones no han sido integradas a estudios de ordenamiento del territorio, a excepción de Díaz-Salgado y López-Blanco (2000) y Bravo-Peña et al (2002) a escalas micro-regionales.

Esta tesis muestra que la capacidad de limpieza de las aguas, tanto a macro como a mesoescala, puede integrarse como un rasgo de fragilidad estructural del territorio, específicamente frente a descargas desde tierra (cfr SEMARNAT, 2003). Concretamente, los resultados sugieren una regionalización integral, iniciando por la macroescala, de las cargas del entorno sobre los medios receptores, ya el esquema de franjas funcionales del medio receptor es profundamente modificado por el mosaico de mares marginales y abiertos y, dentro de estos últimos, en porciones de márgenes costeras francas y bahías marginales.

Lo anterior coincide tanto con Ray y Hayden (1992) como con Ross (1994). Con el primero, en que las divisiones naturales identificadas con un enfoque sistémico-paisajístico pueden servir de referencia para establecer unidades de investigación y la planeación del uso del suelo. Con el segundo, en que las evaluaciones ambientales integradas deben combinar escalas pequeñas, medianas y grandes en forma *anidada*, en cualquiera de sus versiones (varias pequeñas en el marco de una mediana, varias medianas dentro de una grande; las tres escalas en un diseño de anidación múltiple). Es justamente en esa combinación de escalas dónde el enfoque de esta tesis coincide con los principios operativos de UNESCO (1992).

Sin embargo, todo lo anterior debería ser posible de concretar a nivel de las dos grandes herramientas ambientales, es decir, el Ordenamiento Ecológico y las Evaluaciones de Impacto Ambiental. En ese sentido, el enfoque de esta tesis, al mostrar a la Zona Costera como parte de un continuo ligado funcionalmente, no apoyaría la idea de ordenamientos o evaluaciones de impacto ambiental exclusivos para zona costera. Más bien, apoyarían la concepción de ordenamientos costeros que guardaran coherencia con lo terrestre y lo marino, y de evaluaciones de impacto ambiental y/o diagnósticos ambientales que integren en su visión preanalítica espacial al menos un nivel por encima de la localidad específica (Nixon 1996) a fin de visualizar la Zona Costera como el potencial gran receptor de impactos a distancia (Banderas-Tarabay, 1993).

Quizás los mejores avances puedan lograrse no sólo con acciones tan específicas como ordenamientos territoriales y evaluaciones de impacto ambiental, sino con

una etapa previa de integración interdisciplinaria y planteamiento de enfoques superadores.

En ese sentido, la aplicación de técnicas como la de *Análisis de Campo de Fuerzas* (Fischer, 1999) empleada en esta tesis puede ser una alternativa. De hecho, ha sido usada con resultados clarificadores en varios casos (Vázquez-Suárez, 1998; Ortiz-Lozano, 2000; Semarnat-INE, 2000).

Otra técnica que aportaría a enfoques superadores es la de clasificación de actores, aplicada en esta tesis en el capítulo de microescala, en modo similar al de Leyva-Aguilera et al. (1997), Bravo-Peña (1998) y Ortiz-Lozano (2000).

La identificación de la compleja red espacial de responsabilidades que subyacen a una problemática ambiental dada, no es nueva. Dickie y Trites (1983) señalaron que el control de ingresos al Golfo de Saint Lawrence involucraría a cinco gobiernos provinciales de Canadá, cuyas comunidades costeras ejercen presión directa, pero también al nivel federal, del que constitucionalmente dependen las pesquerías, y a provincias tanto costeras como no costeras de Canadá, junto con varios estados de USA, que bajo acuerdos binacionales operan las hidroeléctricas e hidrovías modificadoras del patrón de ingresos de agua dulce desde los grandes lagos. Del mismo modo, Kullenberg (1983) señaló a los siete países en torno al Mar Báltico como responsables de su calidad ambiental, ya que todos ellos lo *usan como receptor de posibles contaminantes*, además de transporte, pesca, recreación, y extracción de recursos no-renovables.

Tampoco son nuevas las exhortaciones para desplegar adecuadamente las acciones conectadas funcionalmente en tiempo y espacio, a fin de identificar las

causantes de los problemas ambientales y la influencia de niveles superiores de organización sobre los sistemas locales (Costanza, 1991; Dunning et al., 1995; McCold & Saulsbury, 1996; Nixon, 1996).

Sin embargo, es hasta la formalización de técnicas como la de *clasificación de actores* (Sorensen et al., 1992) y la de *impactos y sus causas* (Andrade-Hernández et al, 1999) que se logra operativizar tales descripciones y exhortaciones mediante un rastreo de las causas subyacentes a los impactos, que a su vez facilita la identificación de actores y la exploración de arreglos de manejo.

Es en este tipo de técnicas donde se percibe que el manejo, como interdisciplina, es capaz de imprimir *valor agregado* a la información existente, transformando en insumos técnicos los datos disciplinarios, y en eso quizás resida su principal mérito (Clark, 1998).

9. CONCLUSIONES.

9.1. En relación con el Objetivo 1.

Dentro de un continuo zonificado que va desde el parteaguas continental hasta las mayores profundidades oceánicas, el EZC es un segmento ecotónico delimitable hacia ambos lados de la interfase tierra-mar, único rasgo exclusivo del EZC, e imprescindible para establecer límites formales hacia tierra y mar.

El EZC puede visualizarse como un mosaico jerárquico de parches zonificados. En cada nivel jerárquico, cada parche es definible funcionalmente por condiciones de contorno donde la tasa de cambio temporal es lenta, y puede ser representada como constante (rasgos físicos permanentes).

El esquema de cuencas hidrográficas es totalmente compatible con lo anterior, y es posible enlazar ambos sistemas a través de rasgos paisajísticos comunes.

9.2. En relación con el Objetivo 2 (Macroescala)

México está rodeado por un mosaico de mares marginales y mares abiertos, subdivisibles a su vez en márgenes costeras francas y bahías marginales. El esquema de franjas funcionales del medio receptor resulta profundamente modificado en cada una de esas condiciones.

El EZC de México presenta 11 Unidades Costeras Homogéneas, definidas por rasgos físicos. Los límites políticos de los 17 estados costeros no necesariamente coinciden con las Unidades Costeras Homogéneas.

La alta complejidad del EZC de México resulta mejor evaluada en el universo de países costeros del continente americano, más que en el universo de pares latinoamericanos habitualmente usado.

9.3. En relación con el Objetivo 3 (Mesoescala)

El Pacífico mexicano reúne la mayor variedad estructural del país: un mar marginal y dos mares abiertos, con sus correspondientes fracciones de márgenes costeras francas y bahías marginales. Por tanto, permite una exploración completa de rasgos de mesoescala en el marco de rasgos de macroescala.

La figura de las Aguas Marinas Interiores (AMIs) tal como lo contempla la Ley Federal del Mar, permite tratar unitariamente, como una franja, rasgos geomórficos que habitualmente se tratan en forma separada, incluyendo rasgos antrópicos como los puertos.

Dentro de las aguas de plataforma, las Aguas de Plataforma Encarriladas a la Costa (APEC) son la contraparte de la franja de las AMIs.

Las AMIs y las APEC son clave para visualizar las franjas más confinadas del medio receptor.

9.4. En relación con el Objetivo 4 (Microescala)

La problemática ambiental de escenarios costeros locales refleja, y permite reconstruir, la historia de uso espacial y temporal del entorno que funcionalmente los contienen.

La heterogeneidad interna de un medio receptor particular refuerza y modifica el destino y efecto de los ingresos.

9.5. En relación con el Objetivo 5 (Manejo)

9.5.1. Generales

Las divisiones naturales identificadas con un enfoque sistémico-paisajístico pueden servir de referencia para establecer unidades para la investigación y la planeación del uso del suelo.

La organización de los rasgos del territorio debe ser jerárquica, a fin de derivar esquemas de aplicación que sean a la vez autocontenidos y mutuamente complementarios.

A fin de propiciar la interdisciplina, los límites del EZC deben ser coherentes con las franjas funcionales reconocidas en el espacio marino y en el espacio terrestre. Esto puede operativizarse reconociendo que el EZC es un recorte de ambos, pero que *la interfase tierra-mar es un rasgo exclusivo del EZC*.

Cualquier escenario costero particular debe ubicarse en una franja funcional específica, dentro de una base completamente desglosada. Esto permite identificar las exterioridades que lo afectan, visualizar la relación entre el espacio de interés, el espacio funcional que lo contiene, y el espacio administrativo, y definir la "Zona de Control" y la "Zona de Planeación".

9.5.2. Específicos para México

El mosaico de mares marginales y mares abiertos, y dentro de estos las márgenes costeras francas y las bahías marginales, constituye una división de gran jerarquía espacial que automáticamente sugiere una regionalización en esos términos, ya que el esquema de franjas funcionales del medio receptor es profundamente modificado en cada una de esas condiciones de macroescala.

La homogeneidad física de las UCHs sugiere que la regionalización del territorio emergido y del territorio marino son condición necesaria pero no suficiente para definir unidades homogéneas en el EZC, y ayuda a revisar críticamente la coherencia entre límites políticos y límites naturales, a reconocer 24 entidades costeras reales en vez de 17 estados costeros, y a adecuar los arreglos de manejo a favor de una coherencia física más que administrativa.

La franja de las AMIs y la de las APEC pueden servir como base operativa para delimitar el *EZC mínimo*. Por constituir entre ambas la porción más confinada del medio receptor, darían las bases para regionalización en términos de fragilidad del medio receptor, y consecuente programación de la carga del entorno.

La figura de las AMIs es clave para enlazar el sistema costero con el sistema de cuencas, a través de los deltas, rasgo paisajístico común a ambos.

Existe duplicidad en el tratamiento de la franja de las Aguas Marinas Interiores, que tanto es considerada una parte de las planicies costeras (tierras de marea) como una parte de las aguas de plataforma (aguas marinas interiores). Existen vacíos metodológicos (escalas) que permitan acoplar los rasgos físicos con los rasgos jurisdiccionales de la Ley Federal del Mar. Ambas condiciones sugiere la necesidad de esfuerzos conjuntos de geógrafos y oceanógrafos.

Para trascender las instancias descriptivas y acceder a estadios de remediación estructural, el análisis de la problemática ambiental de ambientes particulares requiere análisis específicos que permitan sistematizar la heterogeneidad interna, y desentrañar las redes causales tanto en espacio como en tiempo.

10. REFERENCIAS CITADAS.

- Addicott, J. F., J. M. Aho, M. F. Antilín et al. 1987. Ecological neighbourhoods: scaling environmental patterns. *Oikos* 49: 340-346.
- Afonso de Almeida. P. S. 2003. Red de observaciones y predicciones de variables oceánicas (ROVPO) en las costas y puertos de México. Memorias del IV Congreso Internacional AMIP: Puertos y Costas, Realidades y Perspectivas (Acapulco, Guerrero, México, 12-14 noviembre).
- Allen, T. H. F. y T. B. Starr. 1982. Hierarchy, perspectives for ecological complexity. University of Chicago Press, Chicago.
- Alongi, D. M. 1998. Coastal Ecosystem Processes. CRC Press, Boca Ratón, 419 pp.
- Alvarez-Arellano, A. D. y J. Gaitán-Morán. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano: geología. pp. 13-74 En G. de la Lanza-Espino y C. Cáceres-Martínez (eds). Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México, 525 pp.
- Andrade-Hernandez, M., G. Morales-Abril y A. Hernandez-Yañez. 1999. Guía de Análisis de Impactos y sus Fuentes en Áreas Naturales. The Nature Conservancy, 44 pp.
- Arriaga-Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López y V. Aguilar-Sierra (coords). 1998. Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Mexico, 198 pp.

- Argote-Espinoza, M. L., F. J. Gavidia-Medina y A. Amador-Buenrostro. 1991. Wind-induced circulation in Todos Santos Bay, B.C., México. *Atmósfera* 4: 105-115.
- Avila-Armella, A. 2003. Principales teorías para el modelado matemático de la propagación del oleaje. *Memorias del IV Congreso Internacional AMIP: Puertos y Costas, Realidades y Perspectivas* (Acapulco, Guerrero, México, 12-14 noviembre).
- Azpurúa, P. P. y A. J. Gabaldón. 1982. Definición y alcance de la ordenación del territorio. *Revista Interamericana de Planificación* XVI (62): 171-183.
- Bakun, A., J. Csirke, D. Lluch-Belda y R. Steer-Ruiz. 1999. The Pacific Central American Coastal LME. pp 268-280 En K. Sherman and Q. Tang (Eds). *Large Marine Ecosystems on the Pacific Rim, Assessment, Sustainability and Management*. Blackwell Science, Massachusetts, 465 pp.
- Bakus, G. L. 1990. *Quantitative Ecology and Marine Biology*. A. A. Bakelma, Rotterdam, 157 pp.
- Banderas-Tarabay, A. G. 1993. Impacto ambiental de los desarrollos hidroagrícolas sobre las lagunas costeras del noroeste de México. pp 471-495 En G. de la Lanza-Espino y C. Cáceres-Martínez (eds). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México, 525 pp.
- Beer, T. 1996. *Environmental Oceanography*. CRC Press, Boca Ratón, 367 pp
- Beltrami, E. y T. O. Carroll. 1978. A land-use planning model for coastal zone management. *Coastal Zone Management Journal* 4 (1-2): 83-96.

- Bettors, D. R. y J. L. Rubbingh. 1978. Suitability Analysis and Wildlife Classification: An Approach. *Journal of Environmental Management* 7: 59-72.
- Bocco-Verdinelli, G. y M. A. Ortiz. 1994. Definición de unidades espaciales para el ordenamiento ecológico. *Jaina (Boletín Informativo EPOMEX)* 5 (1): 8-9.
- Bohem-Shoendube, .B. 2000. Comentarios a la segunda sesión del Seminario "Una Ventana a la Región Costera del Occidente de México: la investigación multidisciplinaria COLMICH-COLMEX-CICESE". Diciembre 6 y 7, El Colegio de México.
- Botello, A. V., A. O. Toledo, G. de la Lanza-Espino and S. Villanueva-Fragoso. 2000. The Pacific Coast of Mexico. Chapter 30, pp 483-499 En C. Sheppard (Ed). *Seas of the Millennium: An Environmental Evaluation*. Elsevier Science Ltd.
- Bothe, M.1993. The subsidiary principle. Cap. 8, pp 123-137 En: E. Dommen (ed). *Fair Principles for Sustainable Development, Essays on Environmental Policy and Developing Countries*. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland, published for and on behalf of the United Nations by Edward Elgar
- Bravo-Peña, L. C. 1998. Disminución antropogénica de la capacidad de limpieza en un ecosistema costero: el caso de bahía del Tóbari, Sonora. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, 164 pp.

- Bravo-Peña, L. C., C. E. Medina-Reyna, J. V. Durand-Sistach, J. Suárez-Bohorquez y P. Jacinto-Nolasco. 2002. Evaluación de la aptitud territorial para el desarrollo de la acuicultura en el litoral oaxaqueño del Mar Muerto. Instituto de Ecología-Universidad de Mar, Puerto Ángel, Oaxaca. Mimeo, 106 pp., 24 Figs, 57 tablas + Anexos.
- Burk. C. A. y C. L. Drake. 1974. *The Geology of Continental Margins*. Springer-Verlag, NY., 1009 pp.
- Caldow, R. W. G. y P. A. Racey. 2000. Large-scale processes in ecology and hydrology. *Journal of Applied Ecology* 37 (Suppl. 1): 6-12.
- Calow, P. y V. E. Forbes. 1997. Science and subjectivity in the practice of Ecological Risk Assessment. pp 805-808 En: M Power y S. M. Adam (eds). *Perspectives of the scientific community in the status of Ecological Risk Assessment*. Special Section, *Environmental Management* 21 (6): 803-830.
- Carter, R. W. G. 1988. *Coastal Environments. An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines*. Academic Press, San Diego, 617 pp.
- Cesar-Dachary, A. y S. M. Arnais-Burne. 1998. *El Caribe mexicano: una frontera olvidada*. Universidad de Quintana Róo-Fundación de Parques y Museos de Cozumel, México, 456 pp.
- Chrisholm, A. H. y H. R. Clarke. 1993. Natural Resource Management and the Precautionary Principle. pp 109-137 En E. Dommen (ed). *Fair Principles for Sustainable Development, Essays on Environmental Policy and Developing Countries*. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva,

Switzerland, published for and on behalf of the United Nations by Edward Elgar

- Churchill, J. 1987. Assessing hazards due to contaminant discharges in coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 24 (2): 225-241.
- Clark, J. R. 1998. *Coastal Seas, the Conservation Challenge*. Blackwell Science, Oxford, 134 pp.
- Cody, M. L. 1975. Towards a theory of continental species diversities: bird distribution over mediterranean habitat gradients. pp 214-257 En M. L. Cody y J. M. Diamond (eds). *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. 1991. *Nuestra Propia Agenda sobre Desarrollo y Medio Ambiente*. BID-FCE-PNUD, México, 102 pp.
- Cushing, D. H. 1989. A difference in structure between ecosystems in strongly stratified waters and those that are rarely stratified. *Journal of Plankton Research* 11: 1-13.
- Costanza, R. 1991. Assuring Sustainability of Ecological Economics Systems. pp 331-343 En: R. Costanza (Ed). *Ecological Economics, the Science of Management of Sustainability*. Columbia University Press, NY, 524 pp.
- Dahl, A. L. 1973. Surface area in ecological analysis: quantification of benthic coral-reef algae. *Marine Biology* 23: 239-249.
- Daly, H. E. 1990. Towards some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics* 2: 1-6.

- Daly, H. E. 1991. Elements of environmental macroeconomics. pp 32-46 En R. Costanza (ed) Ecological Economics, The Science and Management of Sustainability. Columbia University Press, New York, 525 pp.
- Davis, J. C. 1973. Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley & Sons, New York, 646 pp.
- Dawson, E. Y. 1951. A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, Mexico. *Journal of Marine Research* 10: 39-58.
- Dawson, E. Y. 1952. Circulation within Bahía Vizcaíno, Baja California, and its effects on marine vegetation. *American Journal of Botany* 39: 425-432.
- Décamps, H. y R. J. Naiman (comps). 1990. The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones. New Jersey, UNESCO/The Parthenon Publishing Group, 316 pp.
- Díaz-Salgado, J. y J. López-Blanco. 2000. Evaluación del potencial para acuicultura costera de camarón en el entorno de la laguna de Mar Muerto, mediante la aplicación de técnicas de análisis multicriterio con un SIG. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 41: 62-80.
- Dickie, L. M. y R. W. Trites. 1983. The Gulf of Saint Lawrence. Cap. 16, pp 403-425 En B. H. Ketchum (ed). *Ecosystems of the World 26, Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Dietrich, D. 1957, 1963. *General Oceanography: An Introduction*. Interscience Publishers, New York, NY, 588 pp.

- Digby, P. G. N y R. A. Kempton. 1987. *Multivariate Analysis of Ecological Communities*. Chapman & Hall, London, 206 pp.
- Durazo, R., N. M. Harrison y A. E. Hill. 1998. Seabird observations at a tidal mixing front En: the Irish Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 47: 153-164.
- Dunning, J. B., D. J. Steward, B. J. Danielson, B. R. Noon, T. L. Root, R. H. Lamberson & E. E. Stevens. 1995. Spatially explicit population models: current forms and future uses. *Ecological Applications* 5 (1): 3-11.
- Duval, G. 1999. Teoría de sistemas: una perspectiva constructivista. pp 62-69 En: S. Ramírez (coord.). *Perspectivas en las teorías de sistemas*. Siglo XXI Editores- Centro de Investigaciones Interdisciplinarias, UNAM. México, 109 pp.
- Escofet, A. 2003. Los puertos en el marco del desarrollo costero sustentable. *Memorias del IV Congreso Internacional AMIP: Puertos y Costas, Realidades y Perspectivas* (Acapulco, Guerrero, México, 12-14 noviembre).
- Escofet, A. y J. C. Burgueño. 1993. Natural cleaning proficiency as a coastal macrodescriptor. pp 82-92 En: *Proceedings, 8th Symposium on Coastal and Ocean Management*, New Orleans.
- Farina, A. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall, London, 235 pp.
- Forman, R. T. T. y P. N. Moore. 1992. Theoretical foundations for understanding boundaries in landscape mosaics. pp 236-258 En A. J Hansen y F. di Castri (eds). *Landscape Boundaries, Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Springer-Verlag, New York, 452 pp.

- Forman, R. T. T. 1995. Land Mosaics, The Ecology of Landscape and Regions. Cambridge University Press, Cambridge, 632 pp.
- Funtowicz, S. O. y J. R. Ravetz. 1991. A new scientific methodology for global environmental issues. pp 137-152 En R. Costanza (ed). Ecological Economics: the science and management of sustainability. Columbia University Press, New York, 525 pp.
- García-Martínez, B. 1997. La organización colonial del espacio: un tema mexicano de geografía e historia. Pp 83-100 En Memorias del II Simposio Panamericano de Historia. Pub. No 504, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 420 pp.
- García-Martínez, B. 2000. Historia General de México, versión 2000. El Colegio de México, 1103 pp.
- García, R. 1986. Conceptos Básicos para el Estudio de Sistemas Complejos. pp 45-71 En: E. Leff (coord). Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo. Siglo XXI, México.
- García, R. 1994. Interdisciplinariedad y Sistemas Complejos. pp 85-123 en: E. Leff (coord.) Ciencias Sociales y formación ambiental. Gedisa, Barcelona.
- Garófalo, D. 1979. Air and spacecraft remote sensing applied to coastal geomorphology. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 17: 43-100.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, New York, 356 pp.
- Gottfried, R. R. 1992. The value of watershed as a series of linked multiproduct assets. Ecological Economics 5: 145-161.

- GPA. 1995. Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities. UNEP (OCA)/LBA/IG.2/7.
- Guzmán del Prío, S. A., F. Salinas, O. Zaysev, J. Belmar-Pérez y J. Carrillo-Laguna. 2000. Potential dispersion of reproductive products and larval stages of abalone (*Haliotis* spp.) as a function of the hydrodynamics of Bahía Tortugas, México. *Journal of Shellfish Research* 19 (2): 869-881.
- Hansen, A. J., P. G. Risser y F. di Castri. 1992. Biodiversity and Ecological Flows Across Ecotones. pp 429-438 En A. J Hansen y F. di Castri (eds). *Landscape Boundaries, Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Springer-Verlag, New York.
- Hayden, B. P., G. C. Ray y R. Dolan. 1984. Classification of coastal and marine environments. *Environmental Conservation* 11 (3): 199-207.
- Healy, T. y K. Harada. 1991. Definition and physical characteristics of the world's enclosed coastal seas. *Marine Pollution Bulletin* 23: 639-644.
- Hertz, R., M. S. F. Argento y L. A. H. Acevedo. 1992. Programa brasileiro para el manejo costero. pp. 55-78 En OEA, Dep. Asuntos Científicos y Tecnológicos (ed). *El Manejo de Ambientes y Recursos Costeros en América Latina y el Caribe*. Buenos Aires, 269 pp.
- Heyman, W. D. y B. Kjerfve. 2001. The Gulf of Honduras. pp 17-32 In: *Ecological Studies*, Vol. 144. U. Seelinger and B. Kjerfve (Eds.). *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hodge, R. A. 1996. Indicators and their role in assessing progress toward sustainability. pp 19-24 En: A. R. Berger y W. J. Iams (eds). *Geoinicators*.

- Assessing Rapid Environmental Changes in Earth Systems. A. A. Bakelma, Rotterdam, 466 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México). 2000. <http://www.inegi.gob.mx/difusion/español/productos/páginas/fprodyse.html>
- Inman, D. L. y B. M. Brush. 1973. The coastal challenge. *Science* 181: 20-32
- Instituto Nacional de Ecología. 2000. Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP, México, 40 pp.
- Jassby, A. D. 1998. Interannual variability at three inland water sites: implications for sentinel ecosystems. *Ecological Applications* 8 (2): 277-287.
- Johnson, L. B. y S. T. Gage. 1997. Landscape approaches to the analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology* 37: 113-132.
- Juárez-Gutiérrez, M. C. 2001. Discontinuidades microregional en las costas mexicanas. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 44: 144-159.
- Karr, J. R. 1976. Within and between-habitat avian diversity in african and neotropical lowland habitats. *Ecological Monographs* 46: 457-481.
- Karr, J. R. 1994. Biological monitoring: challenges for the future. pp 357-373 En S. L. Loeb y A. Spacie (eds). *Biological monitoring of aquatic systems*. Lewis Publishers, Boca Ratón, 381 pp.
- Keddy, P. A. 1991. Working with heterogeneity: an operator's guide to environmental gradients. pp 181-201 EN: J. Kolasa y S. T. A. Pickett (eds). *Ecological Heterogeneity*. Springer-Verlag, New York, 332 pp

- Kessler, J.J., P. van Ginniken, W. Cornelissen y B. Romijn. 2001. Environmental Management, Towards a Conceptual Framework for Environmental Governance. Working Paper, Inter-American Development Bank. <http://www.iadb.org/sds/env>
- Kennington, R. A. 1990. Managing Marine Environments. Taylor y Francis, New York, 247 pp.
- Ketchum, B. H. (ed). 1983. Ecosystem of the World: Estuaries and Enclosed Seas. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 500 pp.
- Knight, R. L. y P. B. Landres (Eds). 1998. Stewardship Across Boundaries. Island Press, Washington, 371 pp.
- Kolasa, J. y S.T.A. Pickett (eds.). 1991. Ecological Heterogeneity. Springer-Verlag, NY, 332 pp.
- Kolasa, J. y C. D. Rollo. 1991. Introduction: the heterogeneity of heterogeneity: a glossary. pp 2-23 En: J. Kolasa y S. T. A. Pickett (eds). Ecological Heterogeneity. Springer-Verlag, New York, 332 pp.
- Konovalov, S. M. 1999. Ecological carrying capacity of semi-enclosed large marine ecosystems. pp 380-402 En: K. Sherman and Q. Tang (Eds). Large Marine Ecosystems on the Pacific Rim, Assessment, Sustainability and Management. Blackwell Science, Massachusetts, 465 pp.
- Kratz, T. K., B. J. Benson, E. R. Blood, G. L. Cunningham y R. A. Dahlgren. 1991. The influence of landscape position on temporal variability in four North American ecosystems. The American Naturalist 138 (2): 355-378.

- Kullenberg, G. 1983. The Baltic Sea. Cap. 13, pp 309-335 En B. H. Ketchum (ed). Ecosystems of the World 26, Estuaries and Enclosed Seas. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Lavaniegos, B. E. 1994. Dispersion and development patterns in larvae of *Nyctiphanes simplex* (Euphausiacea) in the upwelling region off Baja California. Marine Ecology Progress Series 106: 207-225.
- Lavaniegos, B. E. 1995. Production of the euphausid *Nyctiphanes simplex* in Vizcaíno Bay, Western Baja California. Journal of Crustacean Biology 15 (3): 444-453.
- Lavers, C. J. y R. Haines-Young. 1993. Equilibrium landscapes and their aftermath: spatial heterogeneity and the role of the new technology. pp. 57-74 En: R. Haines-Young y S. H. Cousin (eds). Landscape Ecology and GIS. Taylor & Fancis, London, 288 pp.
- Lavín, M. F., E. Beier y A. Badán. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacionales e interanuales. pp 141-171 En: M. F. Lavín (ed). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía N° 3, Unión Geofísica Mexicana, UGM, 272 pp.
- Leyva-Aguilera, C., M. Angoa y A. Escofet. 1997. Definición de un contexto operativo para la aplicación de políticas de protección en el estero de Punta Banda (Baja California, México). p. 74 En: Programa y Memoria de resúmenes, III Congreso Nacional sobre Áreas Naturales Protegidas de México, "Dr. Miguel Álvarez del Toro" (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 12-14 noviembre).

- Levin, S. A. y L. Buttel. 1986. Measurements of patchiness in ecological systems. Publication ERC-130, Ecosystem Research Center, Cornell University, Ithaca;
- Lluch-Cota, S. 2000. Propuesta de bases para un sistema de información ambiental para la pesquería de sardina del Golfo de California. Tesis de Doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. La Paz, BCS, México, 43 p.
- Loeb, S. L. y A. Spacie (eds). 1994. Biological Monitoring of Aquatic Systems. Lewis Publishers, Boca Ratón, 381 pp.
- Longhurst, A. 1998. Ecological Geography of the Seas. Academic Press, San Diego, 398 pp.
- Luckhurst, B. E. y K. Luckhurst. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49: 317-323.
- Macías-Zamora, J. V. 1996. Distribution of hydrocarbons in recent marine sediments off the coast of Baja California. *Environmental Pollution* 92 (1): 45-53.
- Magnuson, J. J y C. J. Browser. 1990. A network for long-term research in the United States. *Freshwater Biology* 23: 137-143.
- Magnuson, J. J., B. J. Benson y T. K. Kratz. 1990. Temporal coherence in the limnology of a suite of lakes in Wisconsin, USA. *Freshwater Biology* 23: 145-159.
- Malone, T. 1999. Toward an integrated, sustained ocean observing system. *U.S. Globec News* 14: 21-27.

- Mann, K. H. 1982. Ecology of Coastal Waters: a System Approach. University of California Press, Berkely and Los Angeles, 322 pp.
- Merino, M. 1987. The coastal zone of Mexico. Coastal Management 15:27-42.
- Milliman, J. D. & R. Mei-e. 1995. River flux to the sea: impact of human intervention on river systems and adjacent coastal water areas. pp 57-83 En: D. Eisma (Ed). Climate Change:260 pp. Impact on Coastal Habitation. Lewis Publishers,
- Mittelstaedt, E. 1991. The ocean boundary along the northwest African coast: Circulation and oceanographic properties at the sea surface. Progress in Oceanography 26: 307-355.
- Miramontes, P. 1999. El estructuralismo dinámico. pp 70-82 En: S. Ramírez (coord.). Perspectivas en las teorías de sistemas. Siglo XXI Editores-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias, UNAM. México, 109 pp.
- Naiman, R. J. y H. Décamps.1990. Aquatic-terrestrial ecotones: summary and recommendations. pp 295-301 En: H. Décamps y R. J. Naiman (comps). The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones. New Jersey, UNESCO/The ParthenonPublishing Group, 316 pp.
- Natunewicz, C. C. y Ch. E. Epifanio. 2001. Spatial and temporal scales of patches of crab larvae in coastal waters. Marine Ecology Progress Series 212: 217-222.
- Naveh, Z. 1994. From biodiversity to ecodiversity: a landscape-ecology approach to conservation and restoration. Restoration Ecology 2: 180-189.

- Nishimura, S. 1983. Okhotsk Sea, Japan Sea, East China Sea. pp 375-401 En B. H. Ketchum (ed). *Ecosystems of the World 26, Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Nixon, S. W. 1996. Regional coastal research- what is it? why do it? what role should NAML play? *The Biological Bulletin* 190: 252-259.
- O'Neill, R. V., D. I. De Angelis, J. B. Waide y T. F. H. Allen. 1986. *A Hierarchical Concept of Ecosystems*. Princeton University Press, Princeton.
- Odum, H. T. 1983. *System Ecology*. John Wiley & Sons, New York,
- O'Neill, R. V., R. H. Gardner, B. T. Milne, M. G. Turner y B. Jackson. 1991. Heterogeneity and spatial hierarchies. pp 85-96 En: J. Kolasa y S. T. A. Pickett (eds). *Ecological Heterogeneity*. Springer-Verlag, New York, 332 pp.
- O'Riordan, T. y P. Vellinga. 1993. *Integrated Coastal Zone Management: the next step*. Keynote paper for the World Coast Conference:1-11.
- Ortiz, M. A. y L. M. Espinoza. 1991. Clasificación geomorfológica de las costas de México. *Geografía y Desarrollo* 2 (6): 2-9.
- Padilla y Sotelo, L. S. 2000. La población en la región costera de México en la segunda mitad del siglo XX. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 41: 81-95.
- Panayotou, T. 1993. The economics of environmental degradation: problems, causes and responses. pp 316-363 En: A. Markandya and J. Richardson (eds). *The Earthscan Reader in Environmental Economics*. Earthscan Publ. Ltd, London, 469 pp.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley & Sons, New York.

- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, New York, 385 pp.
- Pielou, E. C. 1979. *Biogeography*. Wiley-Interscience, New York, NY, USA, ix+351 pp
- Proctor, Ch. M., J. C. García, D. V. Galvin, T. Joyner, G. B. Lewis, L. C. Loehr y A. M. Masa. 1980. *An Ecological Characterization of the Pacific Northwest Coastal Region. Vol 1, Conceptual Models*. U.S.Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, FWS/OBS-79/11, 389 pp.
- Purves, W. K. y G. H. Orians, 1993. *Life, the Science of Biology*. Sinauer Associated Inc, Publishers and Willard Grant Press, Massachusetts, 1181 pp.
- Ramirez, I., C. Coronado y S. Czitrom. 2003. *Hidrodinámica del puerto de Ensenada. Memorias del IV Congreso Internacional AMIP: Puertos y Costas, Realidades y Perspectivas (Acapulco, Guerrero, México, 12-14 noviembre)*.
- Ray, G. C. y B. P. Hayden. 1992. Coastal zones ecotones. pp 403-420 En: A. J. Hansen y F. di Castri (eds). *Landscape Boundaries, Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Springer-Verlag, New York, 452 pp.
- Ray, G. C. y W. P. Gregg Jr. 1991. Establishing biosphere reserves for coastal barrier ecosystems. *BioScience* 41 (5): 301-309.
- Riegl, B. y W. E. Piller. 2000. Mapping of benthic habitat in northern Safaga Bay (Red Sea, Egypt): a tool for proactive management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 10: 127-140.

- Rijsberman, F. 2000. Conflict Management and Consensus Building for Integrated Coastal Management in Latin America and the Caribbean. <http://www.iadb.org/sds/utility.cfm/205/ENGLISH/pub/1532>
- Robins, W. J. 1999. Indígenas guaraníes y ecotonos acuático-terrestres en el Paraguay oriental. pp 37-54 En: B. García-Martínez y A. González-Jácome (comps). Estudios sobre Historia y Ambiente en América Latina. I. Argentina, Bolivia, México, Paraguay. El Colegio de México/Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 249 pp.
- Ross, P. E. 1994. Small, medium and large scale assessments: what do they tell about ecosystem health?. pp 128 *En* Proceedings of The 37th Conference of the International Association for Great Lakes Research (Ontario, Canada, Junio 5-9 1994).
- Rykiel, E. J. 1985. Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology* 10: 361-365.
- Sabatés, A. y M. P. Olivar. 1996. Variation of larval fish distribution associated with variability in the location of a shelf-slope front. *Marine Ecology Progress Series* 135: 11-20.
- Sánchez, R. 1990. El Medio Ambiente como Fuente de Conflicto en la Relación Binacional México-Estados Unidos. El Colegio de la Frontera Norte, México, 134 pp.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75: 119-145.

- Secretaría General de Gobierno. 1995. Acuerdo y versión abreviada del Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada. Periódico oficial del Estado de Baja California, Tomo CII, 2 de junio, No 2, Mexicali, BC, 75 pp.
- SEMARNAT, 2003. Ordenamiento Ecológico de la región Mar de Cortés. www.semarnat.gob.mx
- Serrano, J. R. 2000. Subsistema submareal en el corredor costero Tijuana-Ensenada: un ensayo de clasificación con propósitos aplicados. Tesis de Maestría, Departamento de Ecología, CICESE, 88 pp.
- Sherman, K. 1994. Sustainability, biomass yields and health of coastal ecosystems: an ecological perspective. *Marine Ecology Progress Series* 112: 277-301.
- Sherman, K. 1996. Achieving regional cooperation in the management of marine ecosystems: the use of the large marine ecosystem approach. *Ocean and Coastal Management* 29 (1-3): 165-185.
- Sherman, K. and Q. Tang, eds. 1999. *Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim, Assessment, Sustainability and Management*. Blackwell Science. Massachusetts, 465 pp.
- Shugart, H. H. 1990. Ecological models and the ecotone. pp 23-36 En R. J. Naiman y H. Décamps (eds) *The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*. UNESCO París and The Parthenon Publishing Group, 316 pp.

- Shumpeter, J. 1954. *History of Economic Analysis*. Oxford University Press, New York.
- Sorensen, J. 1997. National and international efforts at integrated coastal management: definitions, achievements, and lessons. *Coastal Management* 25: 3-41.
- Sorensen, J. y A. Brandani. 1987. An overview of coastal management efforts in Latin America. *Coastal Management* 15: 1-25.
- Sorensen, J. C., S. T. McCreary y A. Brandani. 1992. *Costas, arreglos institucionales para manejar ambientes y recursos costeros*. Centro de Recursos Costeros, Universidad de Rhode Island, 184 pp.
- Southwick, Ch. H. (ed). 1985. *Global Ecology*. Sinauer Associates Inc, Publishers. Sunderland, Massachusetts, 323 pp.
- Tomczak, M. y J. S. Godfrey. 1994. *Regional Oceanography: An Introduction*. Pergamon, Elmsford, NY, 422 pp.
- Urban, D. L., R. V. O'Neill y H. H. Shugart. 1987. Landscape Ecology. A hiererarchical perspective can help scientist understand spatial patterns. *BioScience* 37 (2): 119-127.
- U S Globec.1994. Eastern boundary current program, a science plan for the California Current. Report 11, August, 134 pp.
- Valiela, I. 1992. Coupling of watersheds and coastal water: sources and consequences of nutrient enrichment. *Estuaries* 15 (5): 443-458.
- Vos, W y A. Storterdel. 1992. *Vanishing Tuscan landscapes*. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.

- Weyl, P. K. 1976. Pollution susceptibility: an environmental parameter for coastal zone management. *Coastal Zone Management Journal* 2 (4): 327-343
- Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. MacMillan, London.
- Whittaker, R. H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology* 10: 1-67.
- Wiens, J. A. 1992. Ecological flows across landscape boundaries: a conceptual overview. pp. 217-235 En A. J. Hansen y F. di Castri (eds). *Landscape Boundaries, Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Springer-Verlag, New York, 452 pp.
- Wilches-Chau, G. 1993. La vulnerabilidad global. pp 9-50 En A. Maskrey (comp.). *Los Desastres no son Naturales*. La Red-ITDG, Colombia, 165 pp.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

Expresiones gráficas fundamentales que apoyan los principios de Sistemas Complejos, Heterogeneidad Espacial, y Ecología del Paisaje

Figura 1. Posibles combinaciones de parches en paisajes heterogéneos

Figura 2. Diferentes tipos de parches zonificados.

Figura 3. Tipos de contacto entre parches ó elementos de un mosaico.

Figura 4. Tipos de comportamiento de materiales u organismos desde un punto de liberación.

Figura 5. Respuestas tipo de un sistema ecológico a una variable ambiental.

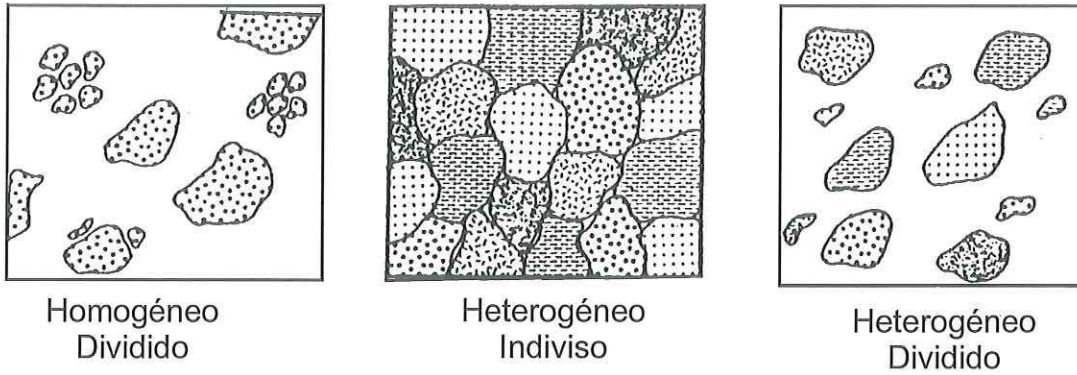


Figura 1. Posibles combinaciones de parches en paisajes heterogéneos (tomado de Addicot et al., 1987, en Farina, 1998).

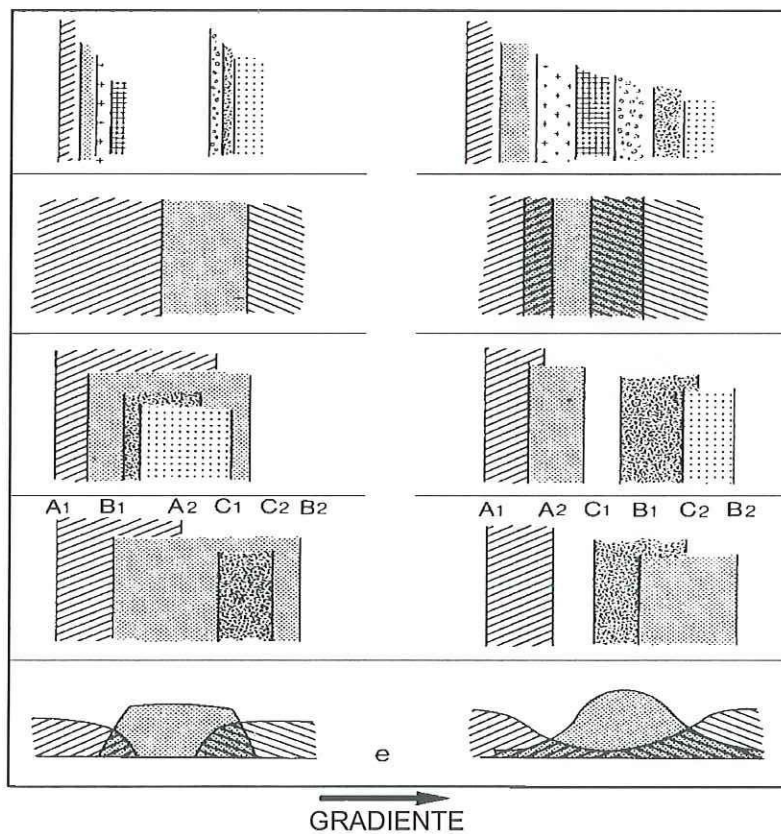


Figura 2. Diferentes tipos de parches zonificados (tomado de Pielou, 1977).

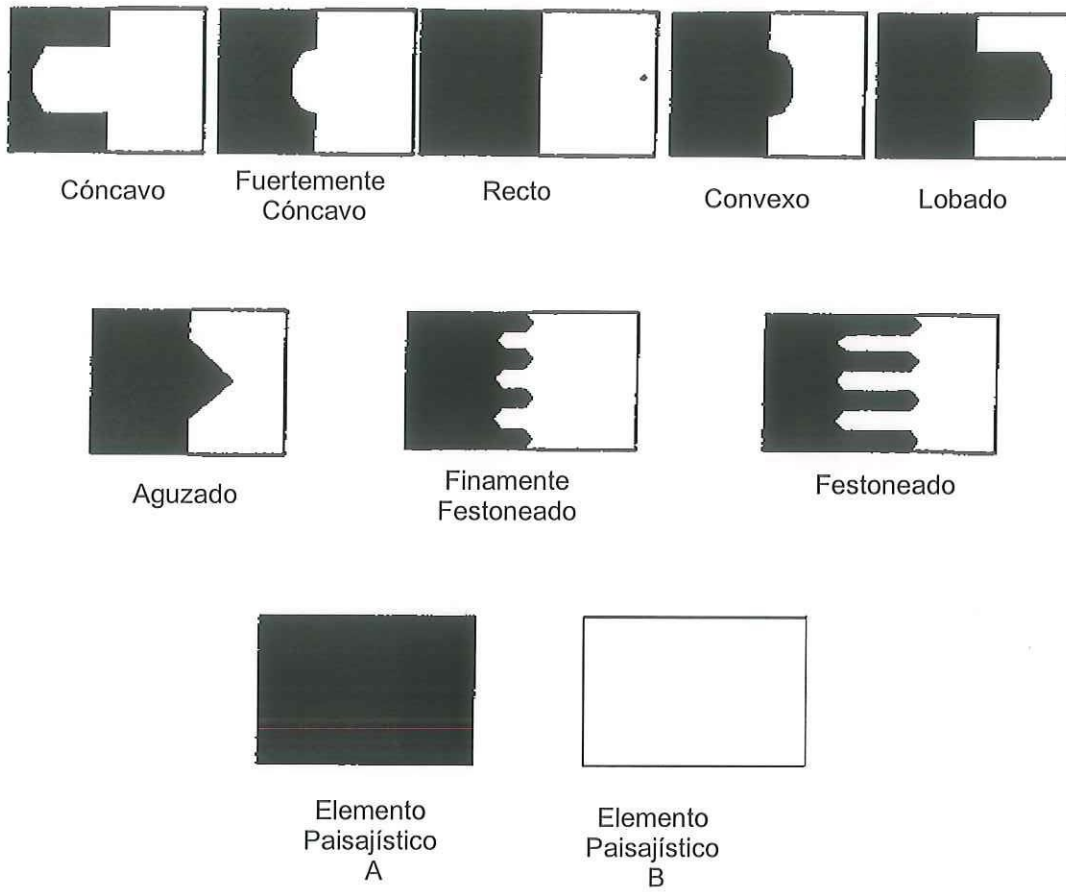


Figura 3. Tipos de contacto entre parches ó elementos de un mosaico (tomado de Forman y Moore, 1992).

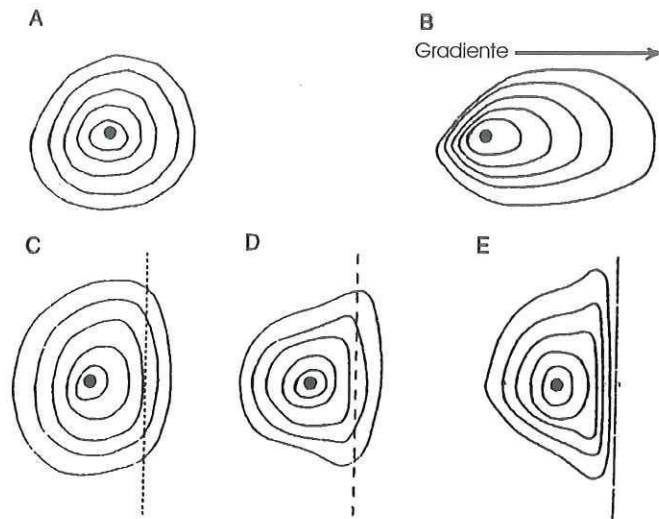


Figura 4. Tipos de comportamiento de materiales u organismos desde un punto de liberación, según que el medio sea perfectamente homogéneo (A); exista un gradiente (B); exista una frontera permeable (C); exista una frontera semipermeable (D); exista una membrana impermeable (E). (Tomado de Farina, 1992).

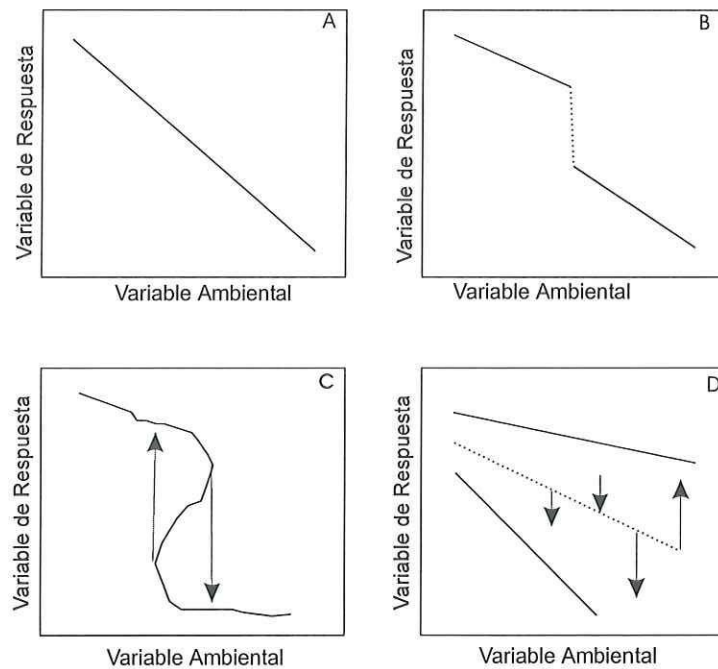


Figura 5. Respuestas tipo de un sistema ecológico a una variable ambiental gradual (A), discontinua (B), histerética (C), y múltiple (D). (Tomado de Shugart, 1990 y Farina, 1998)

APÉNDICE 2

LISTADO CARTOGRAFICO

- Esparza-Ramón, C. 2001. Península de Baja California: mapa turístico de carreteras. Escala 1:700 000. Esparza Editores. México, D. F.
- INEGI. 1978. Carta Topográfica H 12-11, Sierra libre. Escala 1:250 000.
- INEGI. 1979. Carta Topográfica G12B76, Gustavo Díaz Ordaz. Escala 1: 50 000.
- INEGI. 1980. Carta Topográfica G 11-3, Guerrero Negro. Escala 1:250 000.
- INEGI. 1980. Carta Topográfica G12D26, Topolobampo. Escala 1:50 000.
- INEGI. 1980. Carta Topográfica H12A21, Gustavo Sotelo. Escala 1:50 000.
- INEGI. 1981. Carta Topográfica H12A43, Estación Almejas. Escala 1:50 000.
- INEGI. 1982. Carta batimétrica CB-002, Golfo de California. Escala 1:1 000 000.
- INEGI. 1982. Carta Topográfica G11B27, Bahía Tortugas. Escala 1:50 000.
- INEGI. 1983. Carta Batimétrica CB-006, Islas Revillagigedo. Escala 1: 1 000 000.
- INEGI. 1983. Carta batimétrica CB-007, costa suroeste. Escala 1:1 000 000.
- INEGI. 1983. Carta batimétrica CB-008, Golfo de Tehuantepec. Escala 1:1 000 000.
- INEGI. 1989. Carta Topográfica D 14-3, Puerto Escondido. Escala 1:250 000.
- Instituto de Geografía UNAM. 1990. Las Islas y las Fronteras, VII.3.1. Escala 1: 5 500 000.
- Instituto de Geografía UNAM. 1990. Transporte Marítimo, VI.10.4. Escala 1:4 000 000.
- Instituto de Geografía UNAM. 1990. Hipsometría y batimetría. Escala. 1: 4 000 000
- INEGI. 1983. Carta batimétrica CB-001, Baja California. Escala 1:1 000 000.

INEGI. 2000. Carta hipsográfica en relieve. Escala. 1:4 000 000

Secretaría de Marina. 1998. Carta SM 100, San Diego a Pta San Pablo. Escala 1:
750 000

Secretaría de Marina, Dirección general de oceanografía naval. 1979 y 2000.
Carta SM 010, Ensenada a Mazatlán incluyendo el Golfo de California.
Escala 1: 1 601 538

Secretaría de Programación y Presupuesto.1976. Carta Topográfica G12B55,
Huatabampo. Escala 1:50 000.

Secretaría de Programación y Presupuesto. 1979. Carta Topográfica G12B65,
Yavaros. Escala 1:50 000.

Secretaría de Turismo del Estado de Colima,sin año. Mapa turístico de Manzanillo
(Colima, Méx). Escala 1:78 000.

APÉNDICE 3

México en el contexto de esquemas de regionalización del medio marino

Figura 1. El Espacio Marino de México en el contexto de los ambientes costeros y marinos (Hayden et al, 1984) y de las regiones de la Corriente de California (U S Globec, 1992).

Figura 2. El espacio marino de México en el contexto de los Grandes Ecosistemas Marinos (GEM's) (Sherman y Tang, 1999; Konovalov, 1999; Bakun et al., 1999) y de las regiones de la Corriente de California (US Globec, 1992.).

Figura 3. El Espacio Marino de México en el contexto de los Biomas Marinos y Costeros (Longhurst, 1998) y de las regiones de la Corriente de California (US Globec, 1992).

Figura 4. El Espacio Marino de México en el contexto de mares y bahías cerradas y semicerradas (a partir de Healy y Harada, 1991).

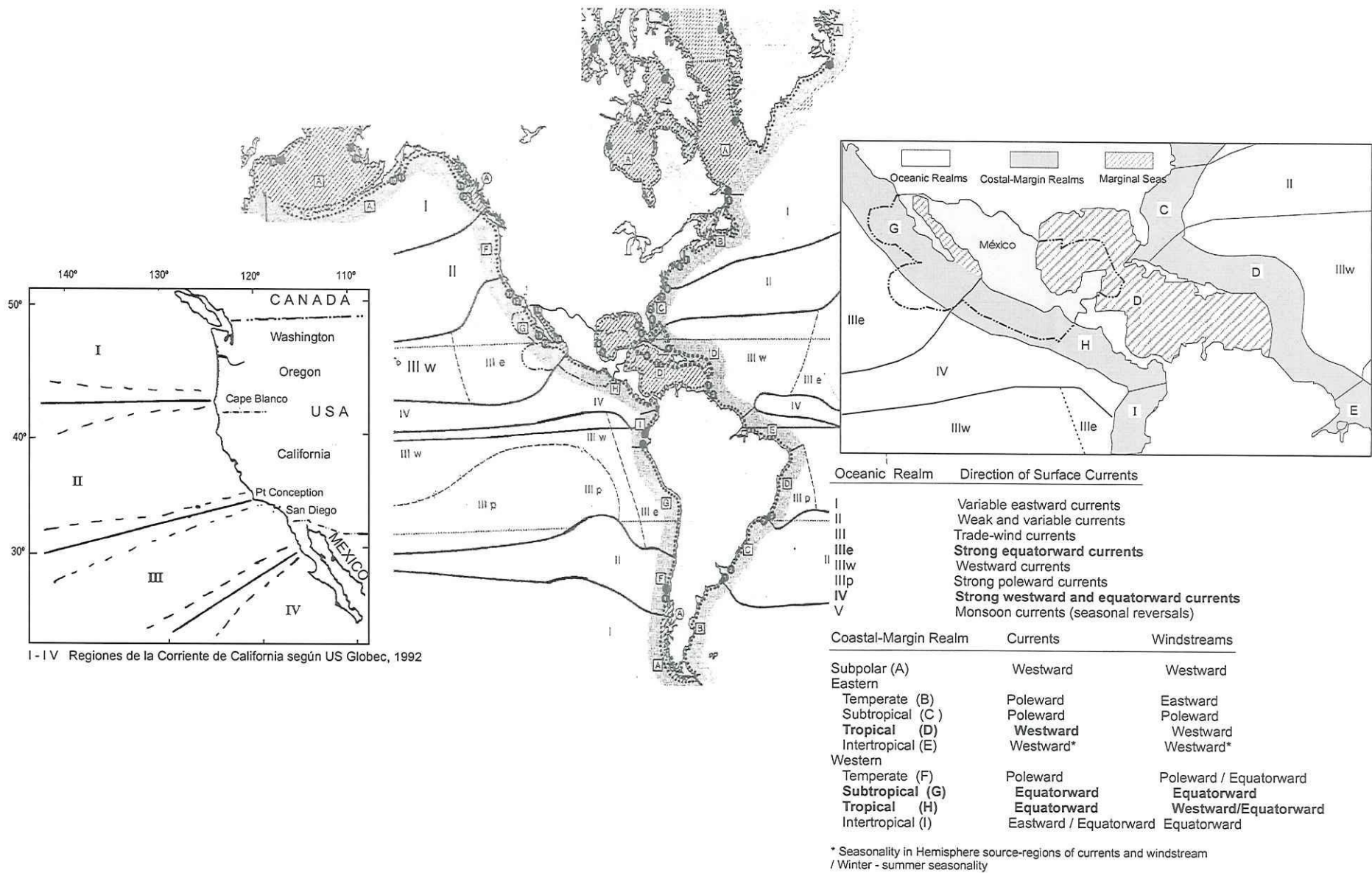
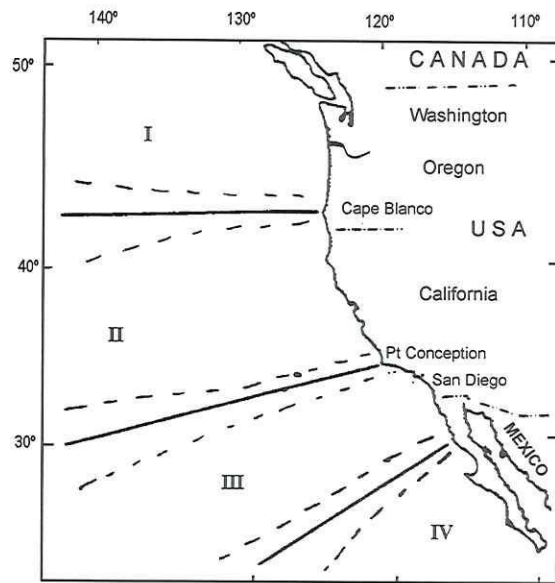


Figura 1. El Espacio Marino de México en el contexto de los ambientes costeros y marinos (Hayden et al, 1984) y de las regiones de la Corriente de California (U S Globec, 1992)



I - IV Regiones de la Corriente de California según US Globec, 1992

Large Marine Ecosystems (LME's)

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| ① Eastern Bering Sea | ⑫ Caribbean Sea |
| ② Gulf of Alaska | ⑬ Humboldt Current |
| ③ California Current | ⑭ Patagonian Shelf |
| ④ Gulf of California | ⑮ Brazil Current |
| ⑤ Gulf of Mexico | ⑯ Northeast Brazil Shelf |
| ⑥ Southeast U.S. Continental Shelf | ⑰ Pacific Central American Coastal |
| ⑦ Northeast U.S. Continental Shelf | |
| ⑧ Scotian Shelf | |
| ⑨ Newfoundland Shelf | |

Type of LME

- | | |
|--|---|
| | OPEN, Oceanic Limit set by Large Oceanic Currents |
| | OPEN, Oceanic Limit set by Continental Shelf |
| | SEMI-ENCLOSED, High Ecological Carrying Capacity |
| | SEMI-ENCLOSED, Low Ecological Carrying Capacity |

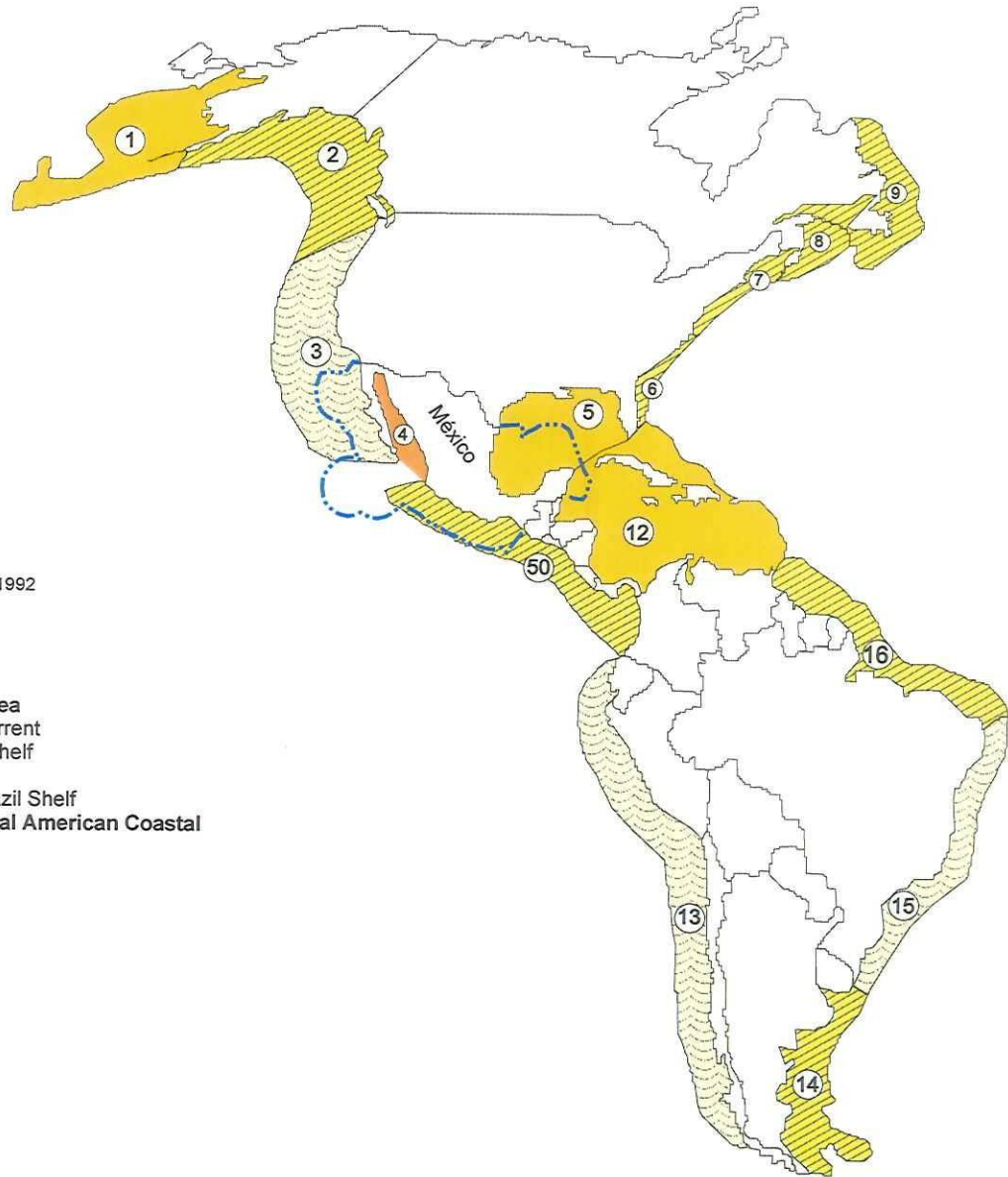
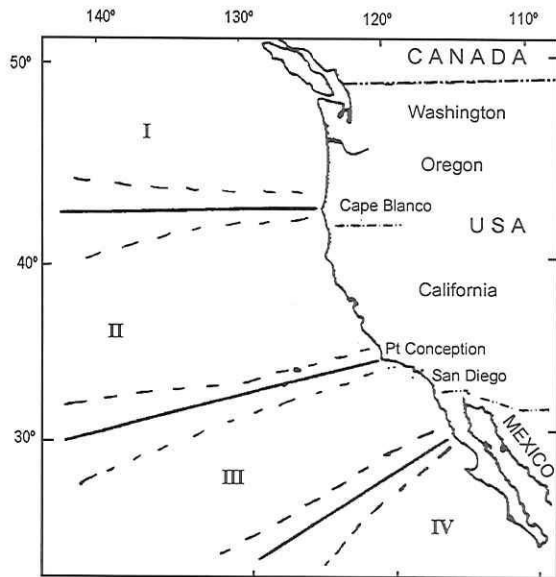


Figura 2. El espacio marino de México en el contexto de los Grandes Ecosistemas Marinos (GEM's) (Sherman y Tang, 1999; Konovalov, 1999; Bakun et al., 1999) y de las regiones de la Corriente de California (US Globec, 1992.).



I - IV Regiones de la Corriente de California según US Globec, 1992

- | | |
|--|---|
| ATLANTIC POLAR BIOME | PACIFIC COASTAL BIOME |
| ARCT Atlantic Arctic Province | ALSK Alaska Downwelling Coastal Province |
| ATLANTIC WESTERLY WINDS BIOME | CALC California Current Province |
| GFST Gulf Stream Province | CAMR Central American Coastal Province |
| NADR North Atlantic Drift Province | HUMB Humboldt Current Coastal Province |
| NAST North Atlantic Subtropical Gyral Province | PACIFIC WESTERLY WINDS BIOME |
| ATLANTIC TRADE WIND BIOME | NPPF North Pacific Transition Zone Province |
| CARB Caribbean Province | PSAG (E) Pacific Subarctic Gyres (East) |
| NATR North Atlantic Tropical Gyral Province | PACIFIC TRADE WIND BIOME |
| SATL South Atlantic Gyral Province | NPTG (W) North Pacific Tropical Gyre Province (West) |
| WTRA Western Tropical Atlantic Province | PEQD Pacific Equatorial Divergence Province |
| ATLANTIC COASTAL BIOME | PNEC North Pacific Equatorial Countercurrent Province |
| BRAZ Brazil Current Coastal Province | SPSG South Pacific Subtropical Gyre Province |
| FKLD Southwest Atlantic Shelves Province | |
| GUIA Guianas Coastal Province | |
| NWCS Northwest Atlantic Shelves Province | |

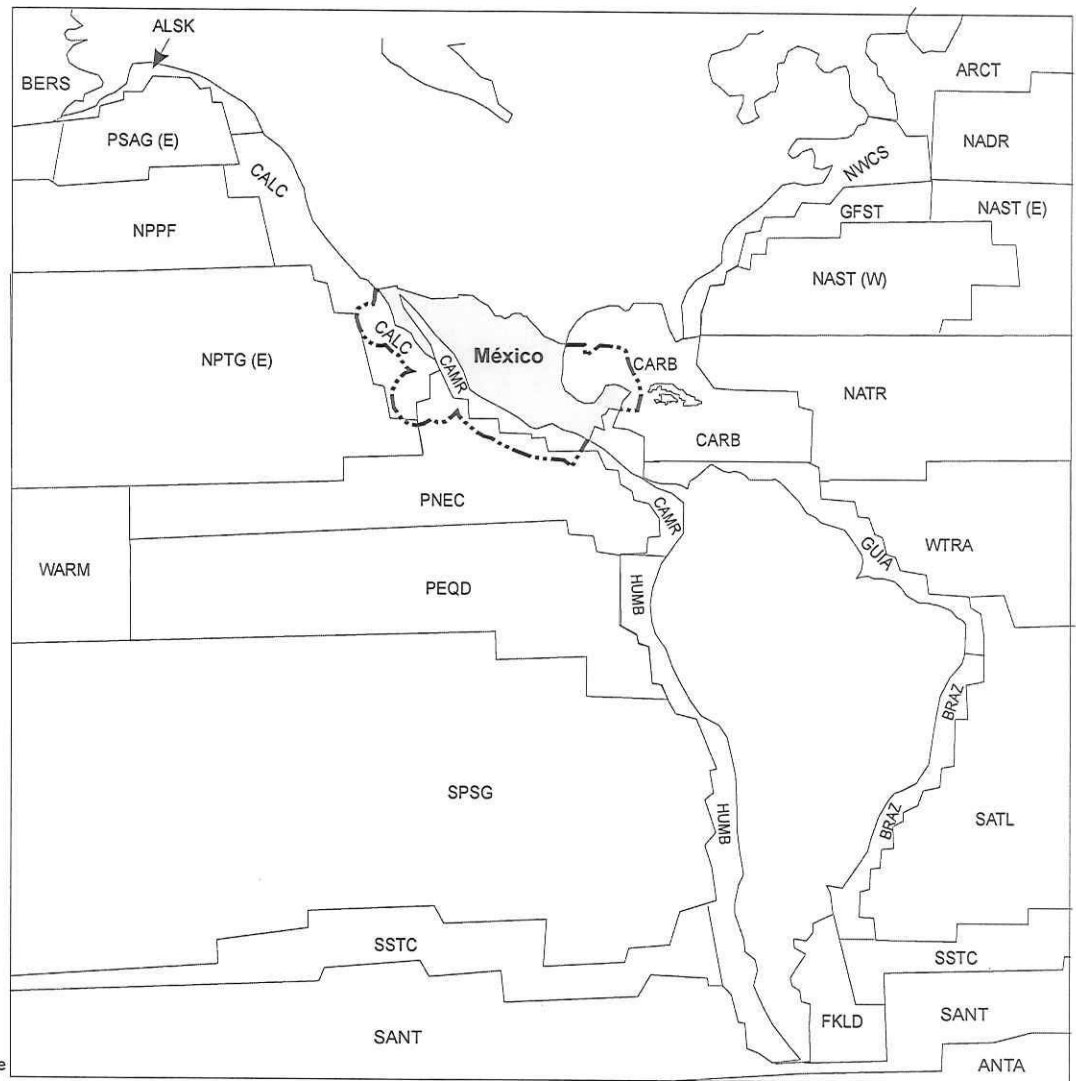


Figura 3. El Espacio Marino de México en el contexto de los Biomas Marinos y Costeros (Longhurst, 1998) y de las regiones de la Corriente de California (US Globec, 1992).

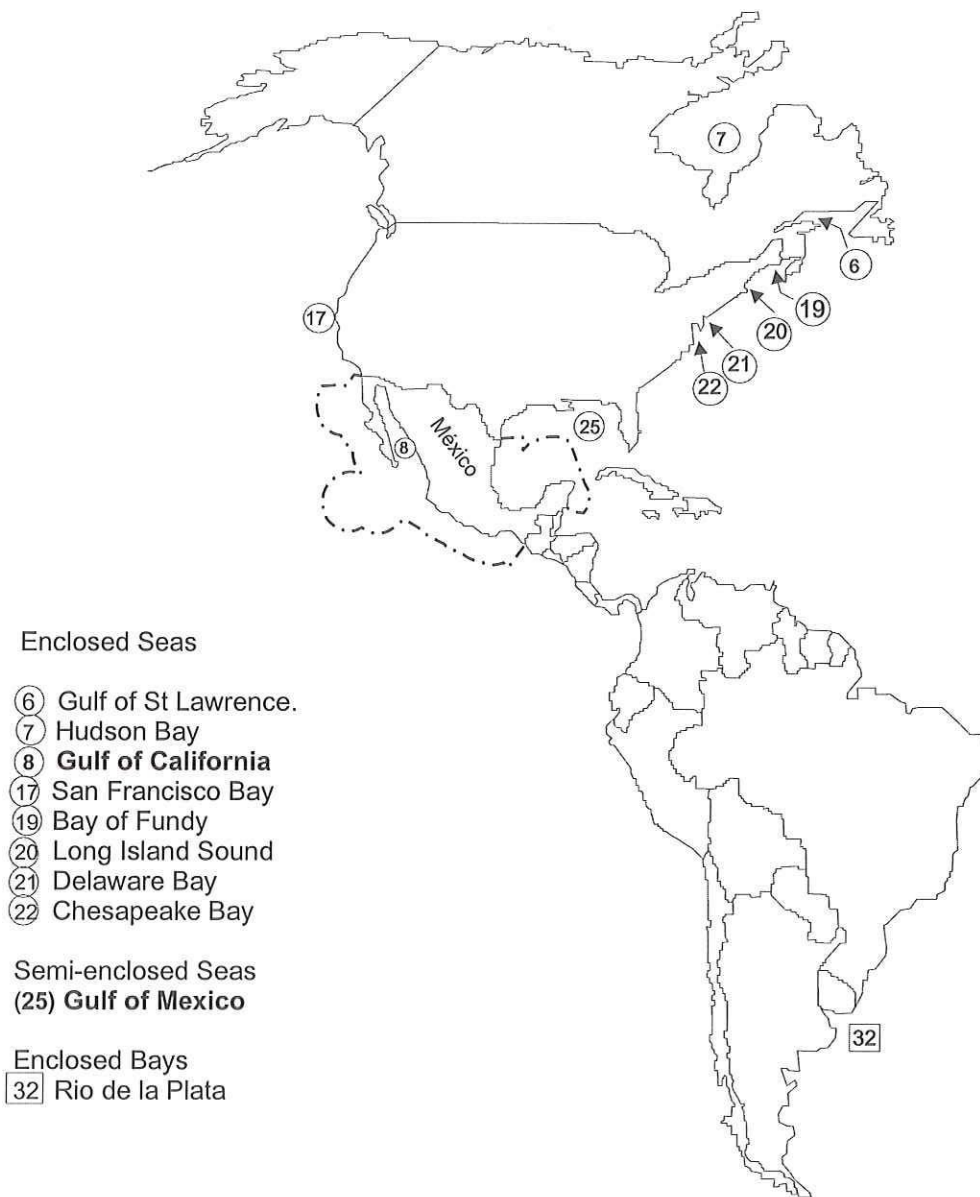


Figura 4. El Espacio Marino de México en el contexto de mares y bahías cerradas y semicerradas (a partir de Healy y Harada, 1991).

