

- PIN-ABE-362 1/7/73 -

C O S T A S

Publicación No.2 sobre Manejo de Costas
Serie de Información sobre Recursos Renovables

SAMUEL C. SNEDAKER • CHARLES D. GETTER
Research Planning Institute, Inc.



NATIONAL PARK SERVICE • USDI
U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

64723

Serie de Información sobre Recursos Renovables
Publicación No.2 sobre Manejo de Costas

PAUTAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS COSTEROS

SAMUEL C. SNEDAKER
Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science
University of Miami

CHARLES D. GETTER
Research Planning Institute, Inc.

Preparado por
Research Planning Institute, Inc.
Columbia, South Carolina

Para

NATIONAL PARK SERVICE
U.S. Department of the Interior
and
U.S. Agency for International Development

Enero, 1985

Las opiniones, resultados, conclusiones o recomendaciones expuestos en este informe pertenecen a los autores, y no reflejan necesariamente el punto de vista oficial del Servicio Nacional de Parques o la Agencia para el Desarrollo Internacional.

Snedaker, S.

Pautas para el Manejo de los Recursos Costeros

(Serie de Información sobre Recursos Renovables Publicación No. 2 sobre Manejo de Costas)

"Preparado por Research Planning Institute, Inc., Columbia, South Carolina, para National Park Service, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C." "August 1984."

Bibliografía: p.

- 1) Manejo de zonas costeras.
- 2) Ecología de costas.
- 3) Protección de riberas.

- I. Getter, Charles D.
- II. Research Planning Institute, Inc., (Columbia, SC)
- III. United States. National Park Service.
- IV. United States. Agency for International Development.
- V. Title.
- VI. Series.

HT391.S57 1985; 333.91'717; 85-60528 ISBN 0-931531-01-2

Disponible en : Research Planning Institute, Inc.
925 Gervais Street
Columbia, SC, USA 29201

Spanish Translation prepared by Holton Associates
for the U.S. Agency for International Development

PROLOGO

La mayoría de los países reconocen que sus zonas costeras son regiones bien definidas con recursos que requieren atención especial. Muchos de ellos, han realizado acciones específicas con el objeto de conservar los recursos costeros y manejar el desarrollo de las costas. Algunos han creado programas de manejo costeros de gran amplitud y alcance nacional, que están completamente integrados a otros programas económicos y de conservación de recursos. Actualmente existe una tendencia hacia la creación de programas costeros más globales e integrados. No obstante, puesto que los programas más globales deben organizarse de manera tal, que den tratamiento a proyectos específicos de desarrollo y a necesidades de conservación también específicas, esta guía ha sido diseñada para suministrar pautas específicas para el manejo de proyectos. En este esfuerzo pionero, los autores han suministrado una guía provisional que beneficie a aquellos países cuyos problemas son urgentes, y a la vez estimule comentarios para una futura versión, más completa, de la guía.

Esta guía es parte de una serie de publicaciones que está produciendo el Servicio de Nacional de Parques (NPS) para la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). El propósito de la guía es suministrar un asesoramiento de expertos en la planificación y manejo para lograr un desarrollo costero sostenido y la conservación de los recursos costeros. En adición a este libro producido por el Instituto de Planificación de Investigaciones Inc., (Research Planning Institute, Inc. Contract

No. CX-001-3-0050), la serie sobre zonas costeras incluye un libro de "casos" en el que se incluyen ocho estudios de casos, un informe sobre convenios institucionales para el manejo de los recursos costeros, y un folleto resumido sobre ayudas de diseño.

Esta serie costera forma parte de una asociación más amplia publicaciones y capacitación entre la AID y el NPS, en el proyecto de "Base de Información Ampliada en Recursos Naturales" (Natural Resource Expanded Information Base), iniciado en 1980 como respuesta a una necesidad mundial de orientar mejor la planificación regional integrada y el diseño integrado de proyectos. El proyecto produce publicaciones sobre tierras de pastores, áridas y semiáridas, sistemas tropicales húmedos, así como también zonas costeras. Las publicaciones y los componentes de capacitación están dirigidos a fortalecer las capacidades técnicas e institucionales de países en desarrollo en el campo de los recursos naturales y la protección ambiental, así como suministrar a otras entidades de apoyo al desarrollo internacional un acceso rápido a la información práctica.

Aun que la presencia de una planificación integrada y un manejo global por sí mismos tal vez no aseguren una producción sostenida y abundante de los recursos costeros naturales de un país, su ausencia acarreará el agotamiento de éstos. Las oportunidades para un desarrollo basado en la explotación excesiva de los recursos costeros naturales, están desapareciendo rápidamente. En un mundo de rápido crecimiento demográfico y recursos naturales decrecientes, los países que no pueden planificar su estrategia de desarrollo económico en armonía con

la conservación de recursos y el manejo ambiental, quizás no puedan sustener ninguna clase de progreso en las áreas de salud, alimentación, vivienda, energía y otras necesidades nacionales críticas. El futuro depende de un desarrollo íntimamente ligado a la conservación de los recursos. En las zonas costeras, es mucho más urgente atender ilustrado esta necesidad.

Al producir la serie de publicaciones sobre costas para la AID, nos hemos dado cuenta que a lo mucho, hemos suministrado una base de apoyo para tratar diferentes aspectos de los recursos naturales dentro de este nuevo y creciente campo del manejo de los recursos costeros. Mucho trabajo queda por hacer en muchas de las áreas técnicas. Nosotros reconocemos particularmente la necesidad de suministrar materiales de trabajo específicos sobre recursos naturales, para planificadores regionales y de desarrollo económico. De la misma manera, existe la necesidad de una asesoría en lo que concierne la protección de vidas y propiedad contra tormentas y peligros naturales costeros. Es igualmente importante asesorar a los planificadores acerca del papel que las áreas protegidas designadas para protección como las reservas, parques y santuarios, juegan en el mejoramiento del turismo, el manejo de pesca, y la conservación de áreas y especies críticas. Esperamos que la presente serie sirva de trampolín para impulsar los estudios en estos importantes aspectos.

El Señor Hugh Bell Muller dirigió la ejecución del proyecto "Base Ampliada de Información" (Expanded Information Base) y el Señor John Clark se encargó de los componentes costeros.

Agradecemos a la AID por su apoyo al proyecto. Expresamos especiales agradecimientos al Señor William Feldman, la Señora Molly Kux y el Señor William Roseborough de la Oficina de Bosques, Ambiente y Recursos Naturales del Departamento de Ciencia y Tecnología, por su estímulo y paciencia.

Robert C. Milne
Chief, International Affairs
National Park Service
Washington, D.C.

PREFACIO

Hasta la mitad de los años sesenta, la zona costera tropical se consideraba en gran parte una zona yerma, que tenía sólo un valor marginal a menos que fuera "aprovechada" para algún uso, tal como la agricultura de arroz. Con la excepción de algunas antiguas colonias europeas, donde llegaron a establecerse formas limitadas de utilización y manejo de recursos costeros como políticas gubernamentales, la zona costera en la mayoría de los países tropicales languidecía bajo un benigno abandono. A comienzos de los años sesenta, el valor ecológico y económico de los recursos costeros llegó a ser firmemente establecido gracias a la documentación científica. En los Estados Unidos, el reconocimiento de dichos valores condujo a la creación de una prometedora política nacional de manejo de zonas costeras (MZC), basada en instituciones políticas y legales ya existentes, con el objeto de promover la protección de los hábitat costeros. En el resto de las regiones tropicales, la base de recursos costeros se estaba destruyendo debido a una sobreexplotación, no solamente con miras a una ganancia a corto plazo, sino también como un resultado secundario de esquemas de desarrollo regional que tuvieron cursos de influencia sobre la zona costera mediante la desviación de cursos de agua dulce.

En respuesta a los eventos en progreso en los países tropicales del tercer mundo, científicos y administradores locales empezaron a buscar asesoría científica y tecnológica sobre asuntos relacionados con las zonas costeras. Entre los que

proporcionaron la ayuda inicial, se cuentan la División de Ciencias Marinas de la UNESCO, La Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, y el Consejo para el Desarrollo de la Agricultura, así como muchos otros. Como resultado de estos esfuerzos iniciales, de los cuales la mayoría aún continúan, existe hoy en día un grupo relativamente grande de jóvenes científicos y administradores de zonas costeras bien informados esparcidos alrededor del mundo.

En la preparación de esta guía, nosotros, como autores, nos vimos enfrentados con el dilema filosófico de qué enfoque tomar. (Deberíamos adaptar el ejemplo estadounidense relativamente exitoso sobre manejo de zonas costeras y retroajustarlo a circunstancias específicas en los países tropicales, o deberíamos ser más sensibles respecto a necesidades económicas especiales de desarrollo de aquellos países y concebir un modelo completamente nuevo? Debido a que el manejo de zonas costeras de los Estados Unidos no promueve activamente la utilización económica de la base de recursos, decidimos buscar un nuevo enfoque. Como resultado, elegimos trabajar bajo el supuesto que la administración y utilización de recursos son metas deseables en muchos países en desarrollo, y que cuando se emprenden en un plan integrado, basado en un rendimiento sostenido, estas actividades efectivamente fomentan la conservación de los recursos costeros. Al trabajar bajo este supuesto, también aceptamos el corolario que las metas de protección y utilización restringida de recursos, como en el modelo estadounidense, eran alternativas primordialmente inapropiadas para la mayoría de los países en vía

de desarrollo.

La guía resultante, sujeta a continuo refinamiento, esquematiza una variedad de opciones de utilización, que pueden dar como resultado ganancias económicas si se ejecutan de manera que se conserve la base de recursos. La guía también suministra pautas de conservación de recursos concentradas en actividades que normalmente se realizan en las zonas costeras. La mayoría del material presentado en la guía, y particularmente en lo que concierne a las opciones de aprovechamiento, está necesariamente basado en las experiencias de los autores en el extranjero, debido a que, con ciertas excepciones, hay una gran falta de material de referencia publicado, sobre el cual se puedan basar las discusiones. Cada una de las opciones o alternativas de utilización contiene un conjunto de metas operacionales o pautas de ejecución, que identifican las principales consideraciones asociadas con una exitosa realización. En cada región o país deben desarrollarse procedimientos y métodos específicos de utilización, que deben estar basados en las características locales de la zona costera, el contexto sociopolítico, y el valor económico potencial de cierta actividad en una determinada región.

Debido a que el refinamiento de la guía es un proceso continuo, se sugiere a los lectores y usuarios a que recomienden cambios y adiciones, ya sea a los patrocinadores o a los autores.

Estamos muy agradecidos por la gran contribución realizada durante la edición, por el Señor Random duBois (University of Chicago) y Jane G. Snedaker (Tropic House International); nuestra

funcionaria para el contrato, Señor John Clark (NPS); y el Señor Jeffrey Goodson (AID).

Samuel C. Snedaker
Professor and Director,
Division of Marine Affairs
Rosenstiel School of Marine
and Atmospheric Science
University of Miami
4600 Rickenbacker Causeway
Miami, FL, USA 33149

Charles D. Getter
Research Planning
Institute, Inc.
925 Gervais Street
Columbia, SC, USA 29201

GUIA PARA EL LECTOR

Este libro fué escrito como una guía para aquellas personas comprometidas con programas internacionales de ayuda económica, que afectan los recursos costeros renovables del mundo. Frecuentemente estas personas son planificadores, administradores de proyectos, funcionarios de entidades para el desarrollo y asesores, que conciben la idea de que nuestras áreas costeras pueden ser desarrolladas mientras que nuestros recursos siguen siendo renovables.

Esta guía abarca 22 temas específicos acerca de los principales sistemas costeros y el desarrollo de sus recursos, y ha sido dividida en dos secciones.

Al hojear este libro para ser usado como una guía de referencia, se recomienda al lector que primero se refiera al sistema principal de recursos que sea apropiado dentro de Manejo de Recursos Costeros (Parte I), y que entonces prosiga con la sección adecuada sobre desarrollo listada dentro de Gestión del Desarrollo Costero (Parte II). La figura 1 presenta los contenidos de ambas secciones, de acuerdo con la morfología costera y los cuerpos de agua.

La parte I, Manejo de Recursos Costeros, proporciona descripciones de cinco sistemas costeros principales junto con sus recursos asociados. Los cinco sistemas descritos son: (1) arrecifes coralinos, (2) ecosistemas de manglar, (3) sistemas de playas (4) estuarios y lagunas (5) lechos de pastos marinos. Cada

X

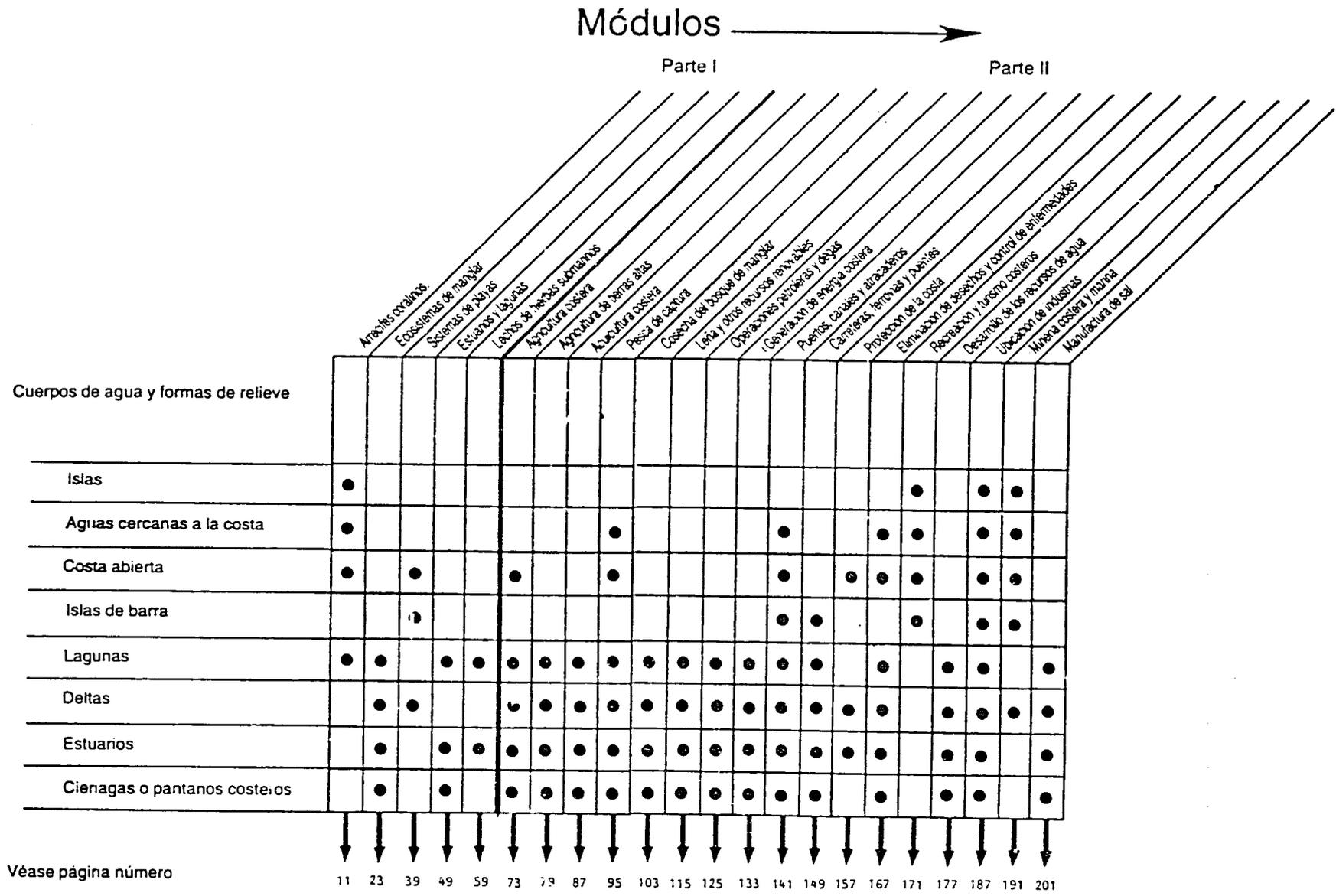


Figura 1. Matriz de las aguas y configuraciones de tierras costeras cubiertas en cada módulo.

uno de estos sistemas costeros se presenta por medio de una evaluación de los beneficios ecológicos y económicos que éstos proveen al hombre. A continuación, se proporcionan ejemplos sobre el manejo previo de estos sistemas, de manera que se dé una idea con respecto a problemas específicos que ya han sido detectados. Se hace énfasis a los puntos sensibles de cada sistema de recursos y se ilustran casos en los cuales ha habido conflicto de intereses entre los recursos, el sistema y la actividad orientada al desarrollo.

La Parte II, Manejo del Desarrollo Costero, cubre diecisiete asuntos referentes al desarrollo de los recursos costeros, y a los problemas de conservación que surgen cuando se lleva a cabo el desarrollo costero. Estos 17 recursos han sido agrupados en las siguientes categorías económicas: agricultura, pesquerías, desarrollo forestal, energía, transporte, urbanización e industria. Cada uno de los 17 temas empieza con un panorama y una descripción de la actividad de desarrollo costero.

Nuevamente, se proporcionan casos que ejemplifican y revelan en qué forma la actividad de desarrollo ha causado, o tiene el potencial de causar, impactos deletéreos o perjudiciales en el sistema costero principal. Se hacen sugerencias específicas para cada actividad de desarrollo, concernientes a la selección del sitio, el diseño del proyecto, las técnicas de operación, y otras aplicaciones, de manera que se conserven los recursos renovables para el futuro, mientras se aprovechan los beneficios de la tecnología.

En ambas secciones, se presentan pautas para cada uno de los 22 temas específicos, con la intención de que realmente se consideren como un asesoramiento de manejo real de nuestros sistemas de recursos costeros. Como se podrá ver, algunas de las pautas subrayarán el hecho de que el manejo racional, algunas veces incluye factores que ni siquiera están directamente relacionados con el litoral; por ejemplo el desmonte de la vegetación para la agricultura en la cuenca de un arroyo costero, o la conservación inadecuada del suelo en la agricultura de las tierras altas, deben tener en cuenta la forma en la cual estas actividades afectarán los sistemas aguas abajo.

Para la mayoría de los temas se han dado referencias cruzadas, por medio de las notas "véase también", que dirigen al lector a otras secciones dentro del libro donde el tema es pertinente. Esta facilidad se añadió para asegurar que el lector abarque el tema, y esté consciente que un cambio en un componente vital de un sistema de recursos importante, puede afectar el sistema total. Por ejemplo, al considerar una actividad de desarrollo dentro o cerca a estuarios y lagunas, sería prudente referirse a la información acerca de los manglares, puesto que éstos, frecuentemente son un componente crítico de los sistemas de estuarios y lagunas. Si la explotación minera de costas y mares se va a considerar como una actividad de desarrollo costero, la información concerniente a arrecifes y praderas submarinas daría una idea acerca de la forma en que estos importantes sistemas y sus componentes asociados son afectados, puesto que éstos son generalmente dañados o extraídos. También se

ofrecen referencias bibliográficas al final de la discusión de cada tema.

Puede encontrarse información adicional sobre el desarrollo de las zonas costeras en el libro de métodos titulado, Inventario de Recursos y Métodos Básicos de Estudio para Países en Desarrollo (Resource Inventory and Baseline Study Methods for Developing Countries). A este manual preparado por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS). Se hace referencia en la Figura 2 en que consta la lista de sus secciones. Estos son los componentes de ecosistemas acuáticos que deben ser vigilados cuando desarrollan a lo largo de la costa de acuerdo con la información requerida para la planificación de desarrollo costero, tal como se recomienda en el manual de la AAAS. Dicho manual de la AAAC describe los componentes de sistemas acuáticos que se recomiendan en la recolección de datos básicos y la vigilancia, en el caso de acciones específicas del proyecto.

Matriz de la AAAC Métodos para cada módulo

1. Propiedades físicas
 - a. Clima
 - b. Precipitación
 - c. Agua de la superficie
 - d. Agua subterránea
 - e. Acción de las mareas y las olas
 - f. Corrientes y circulación
 - g. Temperatura
 - h. Salinidad
 - i. Densidad y estratificación
 - j. Luz y transparencia
2. Propiedades químicas
 - a. Gases disueltos
 - b. Total de sólidos disueltos
 - c. Partículas
 - d. pH
 - e. Conductividad
3. Propiedades biológicas
 - a. Bentos
 - b. Plancton (zoo- y fito-)
 - c. Peces y pesca
 - d. Vegetación del litoral
 - e. Perifitos
 - f. Microbiota
4. Propiedades funcionales
 - a. Ciclo de nutrientes
 - b. Productividad primaria
 - c. Productividad secundaria
 - d. Eutroficación
 - e. Índices del ecosistema
 - f. Balance hídrico

Módulos →

	Parte I										Parte II											
	Arrecifes coralinos	Ecosistemas de manglar	Sistemas de playas	Estuarios y lagunas	Lechos de hiedras submarinas	Agricultura costera	Agricultura de tierras altas	Macuilla	Pesca de captura	Cosecha del bosque de manglar	Leña y otros recursos renovables	Operaciones petroleras y gasas	Generación de energía renovables	Puentes, canales y obras	Carteras, ferrocarriles y atracadores	Protección de la costa	Eliminación de desechos y puentes	Recreación y turismo	Desarrollo y turismo y control de enfermedades	Ubicación de los recursos de agua	Minera costera y marina	Manufactura de sal
1. a.																						
1. b.																						
1. c.																						
1. d.																						
1. e.																						
1. f.																						
1. g.																						
1. h.																						
1. i.																						
1. j.																						
2. a.																						
2. b.																						
2. c.																						
2. d.																						
2. e.																						
3. a.																						
3. b.																						
3. c.																						
3. d.																						
3. e.																						
3. f.																						
4. a.																						
4. b.																						
4. c.																						
4. d.																						
4. e.																						
4. f.																						

Figura 2. Matriz de los métodos de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (sigla en inglés AAAS). (Fuente: Ref. 1.) para cada módulo

CONTENIDO

	<u>Página</u>
PROLOGO.....	i
PREFACIO.....	v
GUIA PARA EL LECTOR.....	ix
INTRODUCCION.....	1
I. MANEJO DE RECURSOS COSTEROS.....	12
Arrecifes Coralinos.....	14
Ecosistemas de Manglares.....	33
Sistemas de Playas.....	54
Estuarios y Lagunas.....	69
Lechos de Hierbas Submarinas.....	85
II. MANEJO DEL DESARROLLO COSTERO.....	98
AGRICULTURA.....	101
Agricultura Costera.....	103
Agricultura de Tierras Altas.....	113
PESQUERAS.....	122
Acuicultura Costera.....	124
Pesca de Captura.....	135
BOSQUES.....	143
Cosecha de Bosques de Manglar.....	144
Leña y Otros Recursos Renovables.....	161
ENERGIA.....	175
Operaciones Petroleras y de Gas.....	176
Generación de Energía Costera.....	187
TRANSPORTE.....	195
Puertos, Canales y Atracaderos.....	196
Carreteras, Ferrovías y Puentes.....	206
URBANIZACION.....	213
Protección de la Orilla.....	214
Eliminación de Desechos y Control de Enfermedades.....	226
Recreación y Turismo Costero.....	234
Desarrollo del Recurso Acuático.....	243
INDUSTRIA.....	256
Ubicación de Industrias.....	258
Minería Costera y Marina.....	265
Fabricación de Sal.....	279

INTRODUCCION

La conservación de recursos naturales es una meta justificable ya que el patrimonio natural que beneficia a las sociedades locales proviene de las diversas clases de ecosistemas costeros que existen. Pero, si el desarrollo económico ha de ser el precursor del progreso social, el bienestar público y la armonía entre los hombres y las naciones, entonces los recursos costeros deberán ser usados en forma discursal para alcanzar estos objetivos. Esto señala un motivo económico que persigue la maximización del uso de los recursos naturales y de las ganancias derivadas de tal uso.

Las áreas costeras y su desarrollo son singulares, por que ocurren en la zona interfacial de la tierra y el mar puesto y están influenciados fuertemente por los dos. Ciertas actividades de desarrollo, tales como movilización extensiva de tierras y el desarrollo de cuencas hidrográficas, son transformaciones relativamente irreversibles que alteran drásticamente la superficie de interacción entre la tierra y el mar. Para evitar efectos nocivos, la mayoría de las actividades de desarrollo tratadas en esta guía no son transformaciones irreversibles, puesto que una planificación adecuada puede hacer que aún los efectos más perjudiciales sean asimilados por acción de los procesos naturales en las aguas cercanas a la costa. Estas fuerzas naturales, tales como las mareas y los gradientes de salinidad, controlan todos los aspectos de la zona costera,

incluyendo la distribución de ecosistemas, el modo de su utilización, y la magnitud del impacto del desarrollo sobre los recursos costeros (Figura 3). A lo largo de este libro, se han entretelado dos conceptos que subrayan la habilidad de los sistemas costeros en asimilar el impacto del desarrollo costero; éstos son conservación y diversidad.

La conservación es el uso prudente de recursos; en otros términos, es la prevención de desperdicio. En la conservación del área costera, la planificación es vital cuando se reconocen los siguientes factores: (1) existe la posibilidad de utilizar las fuerzas naturales en la superficie de interacción de la tierra y el mar y de las aguas cercanas a la costa, así como el potencial de conservar los recursos naturales renovables; (2) la importancia económica y el aporte de los recursos costeros pueden ser medidos; y (3) una variedad de opciones económicamente factibles, simples y existentes han resultado en el uso sostenido de los recursos costeros, que de otra manera habrían sido agotados por los efectos destructivos de un desarrollo costero no planificado. La conservación también lleva al mantenimiento de la diversidad.

La diversidad, para un ecólogo o un economista de recursos naturales, es una medida de la riqueza y la invulnerabilidad de un recurso costero, basada en la evaluación del número de especies que funcionan dentro del ecosistema. En general, entre más diverso sea el sistema, más resistente es al daño causado por el desarrollo costero. El mantenimiento de la diversidad de especies por medio de la conservación, es una técnica que aumenta

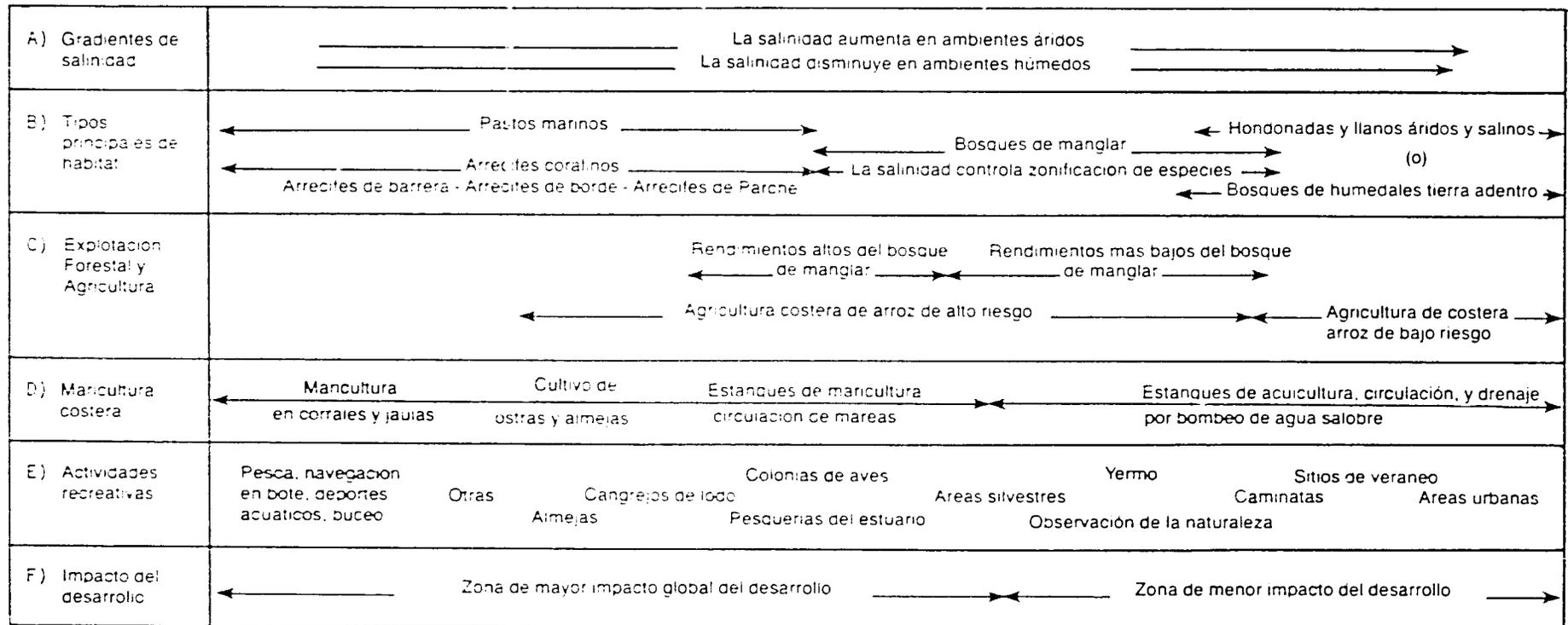


Figura 3. Interrelaciones generales entre los procesos costeros seleccionados, los hábitat naturales y las actividades humanas.

A) En ambientes áridos la salinidad del suelo es más alta tierra adentro, mientras que en los ambientes húmedos, la escorrentía de agua dulce reduce la salinidad del suelo.

B) La distribución espacial de los hábitat y los organismos dominantes se conforma con las gradientes generales de la elevación topográfica, las inundaciones por mareas y la salinidad.

C) Los rendimientos agrícola y forestal, así como los riesgos económicos, también tienden a estar correlacionados con su ubicación en la zona costera.

D) Diferentes formas de maricultura son practicadas en la zona costera aunque existe una tendencia creciente a convertir los hábitat intermareales en estanques abiertos.

E) El hombre es atraído a diferentes porciones de la zona costera para obtener una diversidad de productos marinos, y con propósitos exclusivamente recreativo.

F) En general, la sensibilidad de las comunidades de plantas y animales aumenta a medida que se avanza mar adentro, y estas zonas cercanas a la costa son las que tienden a sufrir más con las prácticas de desarrollo imprudentes que no perpetúan las condiciones naturales del hábitat.

la invulnerabilidad de un recurso costero. En este sentido, las especies al interior de los sistemas conforman recursos genéticos que proveen de invulnerabilidad hacia otros recursos costeros que han sido afectados por el desarrollo de la zona costera.

En la planificación de la conservación o desarrollo de los recursos costeros, es esencial considerar los efectos directos e indirectos de cualquier actividad sobre todos los sistemas adyacentes. Una "planificación integrada" para el desarrollo y la utilización de recursos, incluye los conceptos de uso sostenido y el de la obtención del mayor rendimiento derivado de los mejores usos múltiples del recurso dentro de un marco de trabajo que planee para el uso a largo plazo, tanto como para el uso multisectorial. Estos conceptos aseguran que el desarrollo del recurso y los esquemas de utilización alcancen las metas proyectadas, y a la vez minimicen las posibilidades de crear efectos secundarios sobre sistemas adyacentes, lo cual causa onerosos problemas (económicos, sociales, o políticos).

Planificación integrada, como se ha descrito anteriormente, es un término relativamente nuevo, que expresa un proceso con una larga historia de éxitos entre varias culturas que se han visto forzadas (por simples razones de supervivencia) a tomar decisiones críticas sobre el uso y conservación de sus recursos naturales. Un ejemplo de planificación integrada es descrito detalladamente más adelante en esta sección.

Generalmente, los recursos costeros renovables tienden a ser económicamente limitados. Durante cualquier periodo, la demanda económica por un recurso comunemente excede la oferta, ya sean

terrenos arables o vírgenes, agua dulce, madera o peces. Para asegurar que los recursos renovables estén al alcance de generaciones futuras, el manejo técnico de los recursos tiene como una de sus principales metas de la administración del recursos. El criterio para un aprovechamiento prudente, dentro de un periodo, consiste en que el recurso no sea cosechado, extraído o usado más allá de aquella cantidad que puede ser producida o renovada durante el mismo periodo de tiempo. En esencia, el concepto de un aprovechamiento prudente especifica que el recurso es una inversión de capital con un rentabilidad anual; de manera que es el rendimiento el que es utilizado, y no la inversión de capital, que es la base de recurso. Al preservar la base de recurso, se aseguran a perpetuidad los rendimientos anuales.

El concepto del mayor rendimiento derivado del mejor uso múltiple, considera que los sistemas de recursos específicos (algunas veces tratados como sistemas aislados), son siempre componentes de un sistema ecológico mayor que contiene muchos otros recursos con valores económicos y sociales. Otro aspecto que también se tiene en cuenta, es el hecho de que los sistemas componentes del recurso tienden a estar altamente integrados y a ser altamente dependientes entre sí. Por ejemplo, en muchas partes de mundo, el agua dulce es considerada como un recurso limitado al uso agrícola y doméstico. En tiempos pasados no muy lejanos, especialistas en desarrollo tendían a asignar el uso de agua basándose en las más obvias demandas de tipo doméstico y económico, pero fallaron en considerar el papel del agua dulce en

el mantenimiento de los estuarios y sus recursos pesqueros (p. ej., la cuenca del Nilo en Egipto y la cuenca del Indo en Pakistán). El mayor rendimiento que se pueda obtener con el concepto del mejor uso múltiple requiere que todos los usos actuales y potenciales sean determinados en el esquema de aprovechamiento del recurso, de manera que se asegure que la suma de los costos de oportunidad sea mínima. Los costos de oportunidad representan el valor de esas opciones (u oportunidades) perdidas, que hubieran sido de otra forma derivadas del uso de otros recursos, en lugar de dedicar un solo recurso a un uso exclusivo. Por ejemplo, en la determinación de la distribución del agua dulce, ya sea para la irrigación o para el mantenimiento de las pesquerías, si el uso del agua dulce se designa exclusivamente para la irrigación, esto impone un costo de oportunidad a las pesquerías que es igual al ingreso anual que hubiera podido ser obtenido, por este sector pero, debido a su fracaso se ha perdido (p.ej., la pesca de sardinas en Egipto y la pesca de hilsa en Pakistán. Al tomar en cuenta todos los usos en efecto y potenciales, es posible determinar el rendimiento potencial mas grande de los mejores usos múltiples, que produciría los menores costos posibles de oportunidad.

La figura 4 ilustra el Tji Tarum (nuevo nombre Cituram) estuario de Java, que demuestra el principio de utilización prudente y el mayor uso múltiple de recursos. También demuestra que es posible alcanzar una acertada y sólida planificación que no esté subordinada a excesiva sofisticación técnica o dirección gubernamental. En el área de Cituram, todos los recursos humanos

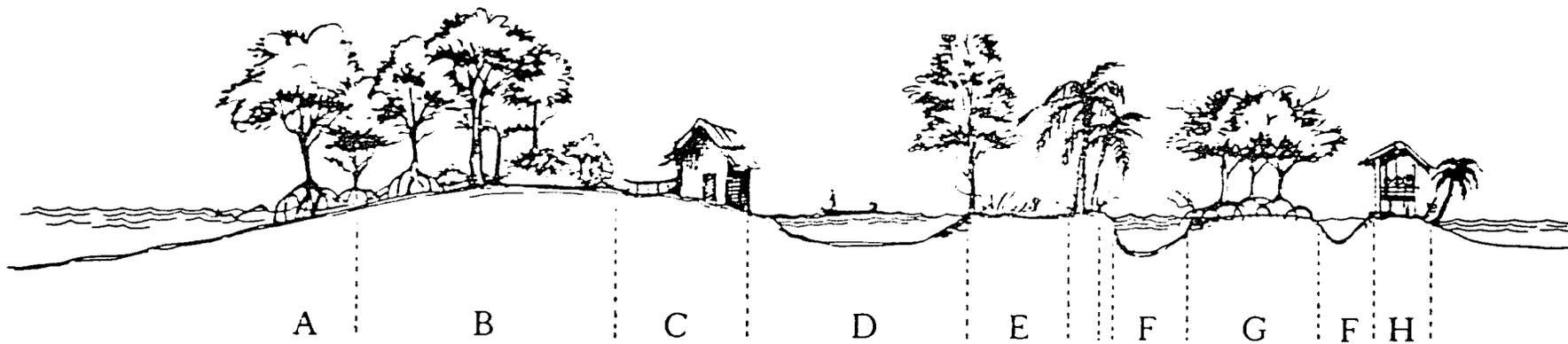


Figura 4. Ejemplo de la utilización para subsistencia (ver texto para encontrar la clave de las letras).

y naturales están integrados bajo un esquema socioeconómico de aprovechamiento con el objeto de alcanzar un rendimiento armónico y múltiple a largo plazo. En la figura 4, el área de estuarios (A) es un recurso pesquero que depende ecológicamente, y es apoyado por, el manglar adyacente, el cual es una zona de especies mezcladas (B), que sirve como una fuente maderera de troncos pequeños, para una variedad de usos domésticos. Tierra adentro, inmediatamente después del bosque de manglares mixtos, están las aldeas de la población local (C) que da a los canales de marea internos y vías fluviales (D). La red de canales interconectores de agua salobre sirve como ruta principal de transporte dentro del área de Cituram. Entremezclados dentro del área se encuentran lugares agrícolas (E) que producen arroz, caña de azúcar, cocoteros y otras cosechas menores. Alternando con los campos agrícolas existen estanques para el acuacultivo (F) cuyos bancos son estabilizados por medio del plantío de juncias herbáceas para protegerlos de la erosión. Estos estanques son usados para la producción de peces y camarones, y al mismo tiempo, poblaciones de estos estanques son mantenidas nutricionalmente por los bosques de manglar adyacentes (G) gracias a la introducción de hojarascas y detrito a los estanques. Estos bosques de manglar existen como plantaciones administradas que producen madera y productos derivados, los cuales son usados localmente o vendidos. El ganado ovino, que suministra proteína y lana, es criado en jaulas elevadas y es alimentado con forraje verde cosechado de los manglares, junto con otros tipos de vegetación, tales como matorrales y ciertas

variedades de pastos locales. La supervivencia de la comunidad humana junto con su variada base de recursos naturales se ve enteramente asegurada con la planificación a largo plazo para el aprovechamiento múltiple y prudente de los recursos.

En el libro hemos hecho referencia a varios casos estudiados. Estos casos aparecen en la publicación No. 3 de esta serie.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AAAS. 1984. Resource inventory and baseline study methods for developing countries. American Association for the Advancement of Science. Report to the National Park Service. 539 pp.

PARTE 1 - MANEJO DE RECURSOS COSTEROS

I. MANEJO DE RECURSOS COSTEROS

Las áreas costeras contienen importantes recursos naturales y económicos que en muchas regiones del mundo, no se utilizan o son utilizados de tal forma que los beneficios económicos no son optimizados a su máximo potencial. Los países que han obtenido alguna ganancia económica de sus recursos costeros, han empleado varias estrategias. Por ejemplo, Holanda ha convertido sus tierras costeras bajas en zonas agrícolas y tierras para que sean usadas para la habitación humana; Bangladesh depende del manejo del delta del Ganges como una fuente de pulpa, madera para uso del país y productos alimenticios; el estado insular de Singapur ha identificado su zona costera como un foco de desarrollo económico, el cual está basado en transporte marítimo y comercio. Mientras algunos países han decidido desarrollar sus ambientes costeros basándose en evaluaciones y planes acertados, otros países no lo han hecho, y como resultado, han contemplado la pérdida y deterioro de estos recursos, así como la pérdida de los beneficios a largo plazo que podrían derivarse de ellos. En muchos casos, esta pérdida o deterioro se debe a los impactos secundarios que pueden resultar de sus proyectos de desarrollo local, si la planificación a largo plazo de los recursos costeros naturales no ha sido considerada adecuadamente.

En las siguientes secciones se consideran cinco unidades principales de recursos: arrecifes coralinos, ecosistemas de manglar, sistemas de playas, estuarios y lagunas, y lechos de

hierbas submarinas. Aquí adoptamos el siguiente punto de vista:
(1) los impactos sobre estos recursos deben ser considerados concienzudamente antes de que se aprueben los proyectos de desarrollo; (2) cada unidad de recurso debe ser considerada un sub-ecosistema y también deben conocerse los impactos sobre el ecosistema costera en general, del cual forma parte la unidad de recurso.

ARRECIFES CORALINOS

Descripción del Recurso y el Habitat

Los arrecifes coralinos ocurren a lo largo de los litorales tropicales donde las aguas marinas son someras, oxigenadas, claras, calientes y están libres de sedimentos en suspensión, excesivas corrientes de agua dulce y contaminantes (Figura 5). El arrecife en sí consiste en una masa estructural grande y rígida de carbonato de calcio formada por los residuos cementados de los esqueletos resultantes de un crecimiento y el desarrollo sucesivos de corales hermatípicos (es decir, corales constructores de arrecifes). Aunque los corales son colonias de pequeños animales, cada unidad viviente de los corales hermatípicos contiene poblaciones de algas dentro de sus propios tejidos, que tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis, suministrando así una fuente de energía, tanto para el coral, como para el alga. Los mismos corales son colonias de animales con un crecimiento relativamente lento, poseen tasas de crecimiento que varían entre un milímetro y diez centímetros de longitud al año. Las poblaciones de animales grandes y diversas, asociadas al arrecife, son mantenidas tanto por la producción primaria neta que ocurre en el arrecife, como por los materiales orgánicos (incluyendo el plancton) que son constantemente traídos al arrecife por las corrientes marinas.

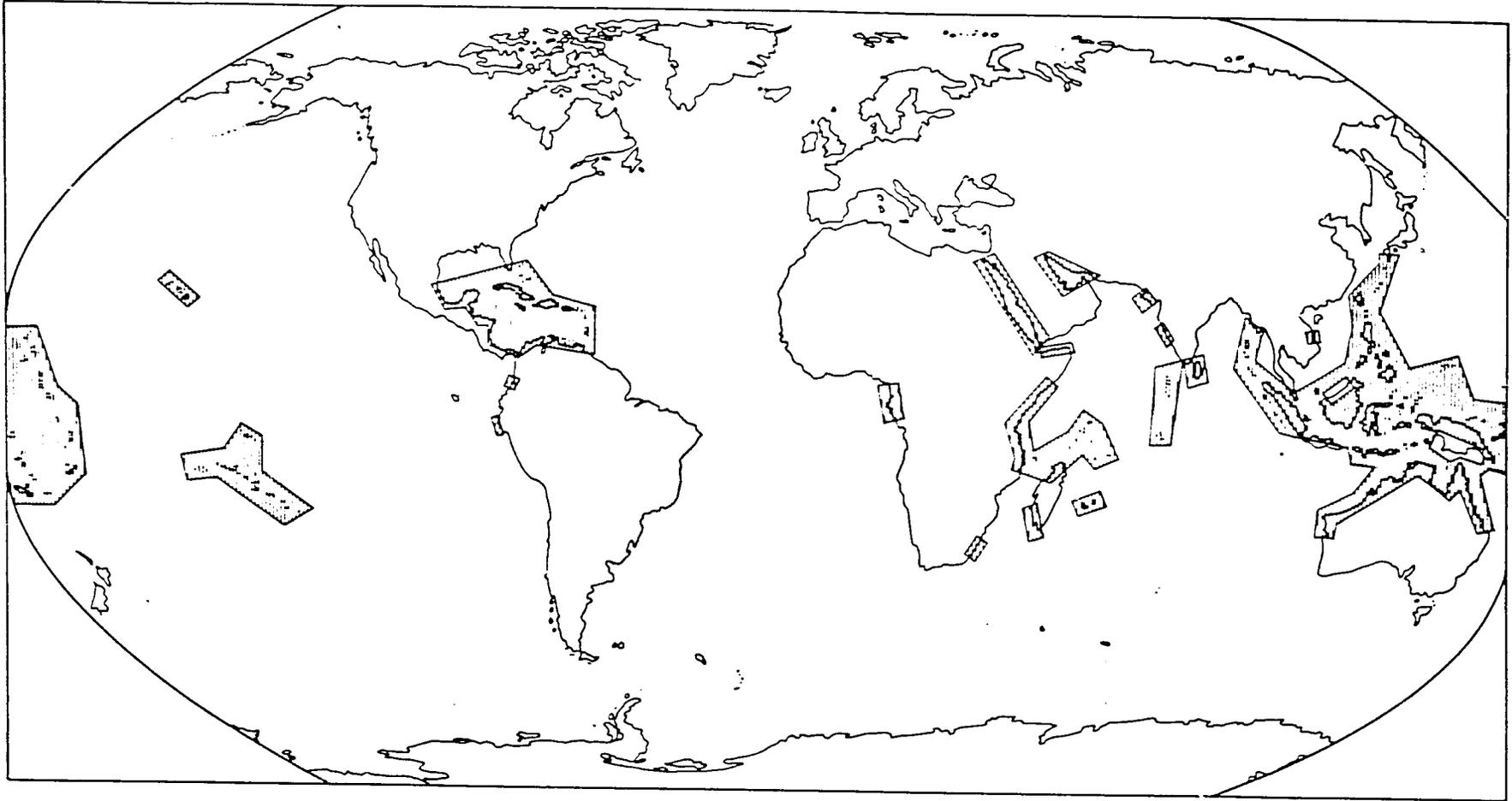


Figura 5. Distribución geográfica de los arrecifes coralinos alrededor del mundo. (Fuente: Ref.1.)

Distribución

Para la mayoría de las especies de coral, el desarrollo del arrecife ocurre a temperaturas del agua superiores a los 20 centígrados, aunque se conocen arrecifes formados a temperaturas apenas de 16°C. Como resultado, la mayoría de los arrecifes se encuentran en los trópicos, y en latitudes más altas donde existen corrientes oceánicas cálidas (p.ej., las Islas Bermudas, los Cayos de la Florida, y partes de la Gran Barrera de Coral mar adentro en la costa oriental de Australia. Las áreas de mayor desarrollo de arrecifes coralinos se encuentran en el Pacífico Occidental y el Océano Índico. Sistemas de arrecifes menos desarrollados ocurren cerca de la costa occidental del África tropical y en el Océano Atlántico Occidental, principalmente en el Mar Caribe y la región de las Islas Bahamas. En las demás partes a lo largo de los litorales, surgencias de aguas frías, escorrentía de agua dulce de los ríos y/o la falta de un sustrato adecuado impide la presencia de animales constructores de arrecife. Sin embargo, corales aislados y pequeños grupos de corales pueden encontrarse dispersos a lo largo de aguas someras tropicales en asociación con otras clases de comunidades marinas bentónicas.

Los corales hermatípicos se encuentran creciendo activamente sobre la cresta, el frente arrecifal en donde el arrecife crece hacia el mar, y hacia la superficie. Aunque los corales no-hermatípicos no son responsables de la formación de los arrecifes, constituyen un valioso sustrato y proveen la base para el desarrollo de comunidades diversas y productivas. Estas

especies se encuentran tanto cerca de la costa, como en aguas más profundas y muy frecuentemente son valiosas en la formación de substratos sedimentarios, incluyendo playas y bancos de arena o bajíos.

Tipos Estructurales

Los arrecifes de coral se presentan en varios tipos morfológicos o estructurales importantes. Los arrecifes de orilla o de borde son la estructura más común y más extendida de los arrecifes. Estos ocurren en los ambientes cercanos a la costa y donde se desarrollan mejor es a lo largo de las costas rocosas de litorales continentales elevados y en costas insulares, así como a lo largo de las costas de islas con piedra caliza expuesta en las que existe un substrato firme. Su distribución hacia la orilla, los hace susceptibles a las actividades en las costas, inclusive en mayor grado que los otros tipos estructurales de arrecife. Los arrecifes de borde se encuentran casi siempre por debajo del nivel de marea baja, pero se sabe que se producen amplios llanos de marea debido a la amplia exposición entre mareas en aquellas zonas donde existen mareas entre moderadas y grandes. Estos arrecifes de borde frecuentemente son simplemente enchapados compuestos de organismos arrecifales que cubren algún tipo de material duro que no pertenece al arrecife. En otros lugares, como sucede en la isla de Oahu en Hawai, el arrecife de borde en sí mismo tiene cientos de metros de profundidad, lo cual refleja un hundimiento del terreno o una elevación del nivel del mar. Una de las

formaciones de coral de borde más grandes se encuentra adyacente al litoral del Mar Rojo, el cual es notorio por la ausencia de escorrentía de agua fresca o sedimentos. Los arrecifes de parches están asociados con aguas costeras someras y consisten en parches aislados o discontinuos de corales de borde que ocurren frecuentemente en ambientes donde se reciben depósitos de sedimentos (p.ej., sitios adyacentes a los deltas, donde, de otro modo, existen condiciones favorables). Los arrecifes de barrera son estructuras lineales, a distancia de la costa que se extienden paralelamente a los litorales y surgen de plataformas salientes sumergidas; el agua que se encuentra entre la costa y el arrecife se denomina una laguna. El arrecife de barrera más grande del mundo, el Gran Arrecife de Barrera, ocurre mar adentro de la costa de Queensland, en Australia, y es en realidad un complejo de muchos arrecifes diferentes de variadas formas y tamaños; por ejemplo, la muralla escalonada que da al mar, da lugar a una morfología de arrecife denominada arrecife cintado o de cinta. Otros grandes sistemas de arrecifes de barrera ocurren en el Pacífico Sur, como sucede mar adentro en Nueva Caledonia y al norte de las Islas Fiji, Viti Levu, Vanua Levu, y en el Caribe Occidental mar adentro de la costa de Belice. Los atolones o islas madreporicas, son sistemas de arrecifes coralinos circulares o semicirculares que pueden erigirse de una plataforma submarina profunda (atolones submarinos) o de una plataforma saliente superficial (atolones de plataforma salientes). La mayoría de los atolones submarinos ocurren dentro del cinturón de vientos alisios y donde son más comunes es en el Océano Pacífico;

sin embargo, también se presentan en el Océano Indico. También existen ejemplos similares en la región del Caribe, pero son menos desarrollados.¹

Productividad

Los arrecifes de coral son uno de los ecosistemas más productivos del mundo en cuando al sustento y mantenimiento de una gran biomasa (cantidad de materia viva). Aunque la productividad primaria en bruto de los productores arrecifales es equivalente a la de la mayoría de plantas productoras, el sistema del arrecife se ha adaptado para utilizar una gran variedad de materiales orgánicos e inorgánicos traídos al arrecife por las corrientes y por la migración diurna, tanto de especies que son del arrecife como de especies que no lo son. Aunque el arrecife parezca ser un sistema ecológico separado y contenido en sí mismo, su productividad es completamente mantenida por las características del ambiente que lo rodea. En este sentido, la base para la alta productividad del ecosistema de arrecife coralino, es un resultado de la producción del arrecife en sí mismo, junto con sus alrededores y el ambiente que lo mantiene.² Precisamente es este nivel de productividad el que constituye la base para mantener la alta diversidad característica del arrecife, y la abundancia de biomasa de peces (las estimaciones calculan entre 490 y 1,450 kg/ha).³

Enlaces

El ecosistema de arrecife coralino desempeña una gran variedad de papeles útiles, todos ellos tienen una influencia relevante y positiva sobre los habitats costeros asociados. El papel más prominente es el suministro de un habitat diverso para un gran número de organismos sésiles y móviles. En este aspecto, una característica notable es la gran proporción de especies que viven dentro del sistema del arrecife, pero buscan forraje y se alimentan en áreas contiguas durante el ciclo diurno. A la inversa, muchas especies que no pertenecen al arrecife, visitan el arrecife a intervalos periódicos con el propósito de alimentarse y hacer presa de los distintos habitantes arrecifales. De manera que el arrecife es ambos a la vez, un habitat y una fuente de alimentos para muchas especies que típicamente se encuentran en las áreas costeras dominadas por los arrecifes.

Aunque el ecosistema de arrecife coralino depende de que el agua del mar posea condiciones óptimas de calidad, el arrecife en sí mismo tiene un papel muy importante en el mantenimiento de la calidad de las aguas locales. Las corrientes de agua que circulan sobre y dentro del arrecife de coral, son filtradas puesto que el arrecife utiliza una gran variedad de minerales inorgánicos, oxígeno, detrito orgánico, y plancton. El agua que fluye del arrecife arrastra consigo pequeñas concentraciones de desperdicios metabólicos fuera del arrecife, y larvas del plancton, que son entonces dispersas en las otras áreas.

Los arrecifes de coral parecen colocarse perpendicularmente a la dirección media del oleaje de las corrientes que fluyen sobre el arrecife generadas por los vientos. Dependiendo de la proximidad del arrecife a las áreas costeras adyacentes, esta característica puede servir para debilitar las olas entrantes a la costa, reduciendo al mínimo la erosión y los peligros costeros detrás del arrecife. Esto crea una laguna, y un ambiente costero protegido (Figura 6).

Usos

Los arrecifes coralinos tienen una gran variedad de usos directos e indirectos que benefician al hombre y a la sociedad. Entre los usos más predominantes y valiosos, está el gran rendimiento derivado de la pesca, mantenida por el sistema del arrecife, el cual se estima que llega hasta las cinco toneladas por km^2 . Este rendimiento no se limita a los peces y crustáceos que se cosechan dentro del sistema del arrecife, sino que también incluye una variedad y volumen más grande de organismos capturados en otras partes, cuya subsistencia depende del arrecife. Por ejemplo, un examen de los contenidos estomacales de un atún capturado cerca de Nueva Caledonia, indicaba que entre un 53 y un 73% alimento ingerido por el pez tenía origen en el arrecife.³ Las capturas provenientes del arrecife muchas veces incluyen una porción significativa de la pesca del lugar. Una encuesta sobre las capturas pesqueras totales de Sabah Occidental (Malasia) indicó que los peces del arrecife constituían casi un cuarto del total de pesca capturada en las áreas de Kudat y Kota

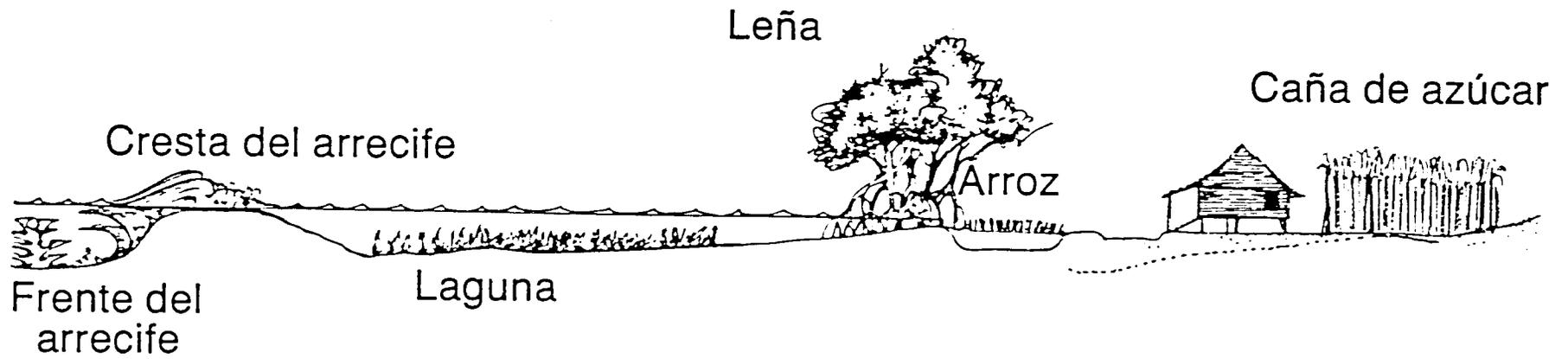


Figura 6. Los arrecifes coralinos pueden servir como zonas amortiguadoras contra los oleajes de tormentas, protegiendo así el litoral, las tierras costeras, los cultivos, las residencias y la vida humana.

Kinabulu.³ La contribución real de los arrecifes de coral en la pesca tal vez sea aún más alta en aquellas áreas donde los pescadores virtualmente subsisten de las capturas que logren en los arrecifes, tal como ocurre en muchas partes del mundo, una de ellas, la Laguna de Chiriquí (Panamá) y en muchos lugares de las Filipinas. En la mayoría de los casos, la pesca de subsistencia lograda por estos pescadores, muy rara vez alcanza a registrarse en los libros de sus respectivas oficinas de pesca.⁴

El minado del arrecife de coral vivo y las áreas detrás del arrecife es todavía una práctica común en muchas partes del mundo. El minado del coral ha sido documentado como una fuente en la producción de caliza en la Isla Mauricio y en India, y constituye también una fuente de material de construcción en Indonesia.^{5,6,7}

Algunos de los usos más valiosos, pero menos reconocidos, es su importancia en la promoción y desarrollo de industrias turísticas generadoras de ingresos. En muchos países, los aspectos recreacionales y estéticos de los arrecifes de coral puede ser la base de importantes industrias turísticas, cuyo objetivo son los buceadores, los pescadores y otros quienes valoran la presencia de los arrecifes de coral con propósitos recreativos.

También existe cierta cosecha de especies de corales que tienen un valor precioso y semiprecioso, y también de especies con valor estético que, por su apariencia, son de interés para los turistas. En las Filipinas, por ejemplo, los mercados locales de corales abarcan una pequeña porción del mercado total,

mientras que las exportaciones al exterior (principalmente a los Estados Unidos, Europa, y Japón) constituyen la mayor parte del comercio (90%). En 1977, las exportaciones de coral desde las Filipinas superaron la suma de los 2 millones de dólares, con una ganancia en el mercado al por mayor entre el 10 y el 20%.⁸ Recientemente, una veda parcial en la recolección de coral fue instaurada en las Filipinas, puesto que las redes de enganche y arrastre de los pescadores extranjeros estaban causando una degradación significativa y creciente de los arrecifes.

Problemas

Los ecosistemas de corales y arrecifes coralinos ocurren en un conjunto de condiciones ambientales bien definidas, que están en gran parte asociadas con áreas de plataforma continental superficiales, y con ambientes insulares en los océanos tropicales. El desarrollo máximo del arrecife coralino requiere aguas claras y cristalinas, temperaturas calientes, agua marina de alta energía, circulación continua de agua, ausencia de excesivos sedimentos en suspensión, y un substrato adecuado es decir duro.

Como resultado, los arrecifes de coral y los organismos del arrecife son extremadamente sensibles a: (1) flujos entrantes de agua dulce que reduzcan la salinidad del ambiente, (2) sedimentos en el agua que interfieran con la acción filtradora de los residentes del arrecife que se alimentan filtrando las aguas; (3) temperaturas extremas que sobrepasen los límites térmicos adecuados para el coral; (4) contaminantes, tales como biocidas

agrícolas, que pueden penetrar en las aguas locales; (5) ruptura, tal como la causada por tormentas de ciclones y las anclas de los barcos; y, (6) una excesiva carga de nutrientes que estimule un crecimiento excesivo de las algas que compiten con los corales, y que, cubren y matan los organismos de coral. Un exceso de nutrientes también puede producir un florecimiento de fitoplancton, el cual puede ensombrecer el arrecife y reducir la tasa de fotosíntesis.

A causa del papel que el arrecife juega en amortiguar las oleadas producidas por las tormentas, el minado del arrecife de coral causa el aumento de la erosión y los peligros costeros.⁸ Un estudio realizado sobre un arrecife de coral parcialmente destruido por el minado en Indonesia, documentó la grave erosión resultante de dicha actividad, la cual amenazaba las poblaciones locales y los patrones de uso del suelo (Figura 7). Una tendencia similar ha sido reportada en progreso en las playas de Minglanilla y San Fernando, Cebu, donde las personas de la localidad han estado minando el arrecife de borde para la manufactura de azulejos o baldosas de coral.⁸ El minado del coral constituye un uso especialmente destructivo del recurso debido a que las lentas tasas de crecimiento en la mayoría de las especies de coral, los convierte en un recurso prácticamente no-renovable.

Una segunda fuente de degradación del arrecife coralino está asociada con el mal manejo de las tierras altas, lo cual da como resultado altas tasas de erosión y sedimentación, la cual sin duda alguna, termina por asfixiar el coral.⁸

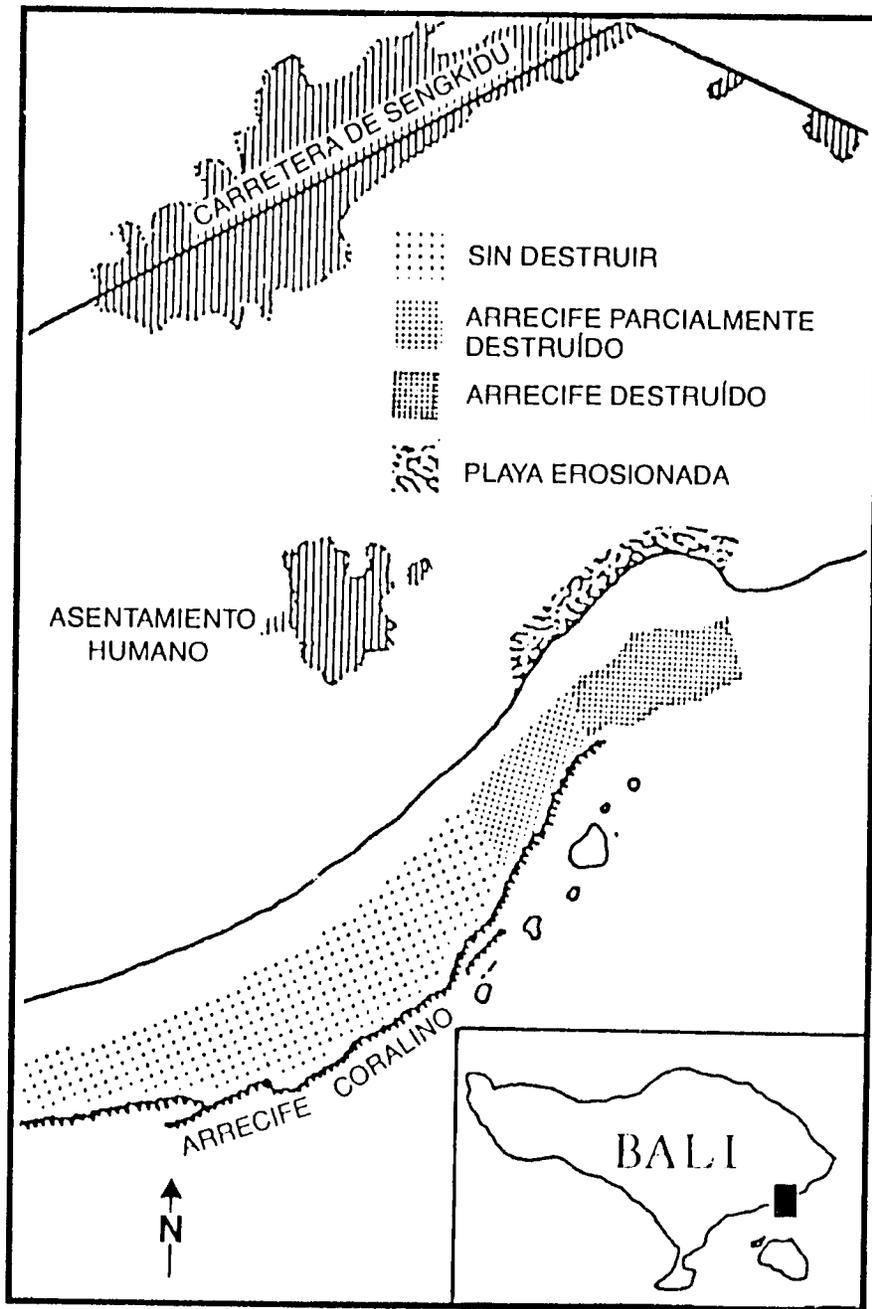


Figura 7. Erosión de las playas inducida por el minado de arrecifes coralinos (Fuente: Ref. 7.)

También ocurren pérdidas naturales de los arrecifes coralinos, como los daños causados por las tormentas, y en algunas áreas del Pacífico tropical, los daños son causados por estrellas de mar consumidoras de coral. Se ha postulado que este agente biológico podría producir en una pérdida tal de arrecifes, que llegaría a amenazar la tierra, acarreando la pérdida de vidas y propiedad, que de otra forma estarían protegidas y seguras gracias a un arrecife coralino sano. Sin embargo, la rapiña ejercida por la estrella de mar sobre el arrecife de coral, es contemplada como un evento natural y cíclico, que tal vez esté contribuyendo a que el sistema del arrecife como un todo, mantenga su alta productividad.

En adición a las causas de degradación del arrecife previamente mencionadas, existen otras acciones que afectan su bienestar y éstas incluyen: (1) sedimentación y siltación creados por el dragado, relleno o terraplenado y demás actividades relacionadas con la construcción; (2) la degradación de la calidad del agua como resultado de los cambios en su salinidad y temperatura, y de la contaminación, incluyendo derrames petroleros, aguas negras provenientes de la industria y el alcantarillado doméstico; (3) la descarga de grandes volúmenes de agua dulce que puede resultar de la desviación de ríos, el desagüe de alcantarillados domésticos y escorrentías de tormentas; (4) prácticas pesqueras destructivas, que incluyen el uso de explosivos, venenos y trampas no selectivas; (5) explotación excesiva de ciertas especies de coral para su uso como ornamentos y joyas semipreciosas en los mercados turísticos;

(6) recolección de especies exóticas para su posterior venta en los mercados de acuarios marinos; (7) visitas de turistas a los sistemas arrecifales que resultan en la ruptura del arrecife causada por las anclas y por la recolección de recuerdos por parte de los visitantes.

Pautas

Los ecosistemas del arrecife coralino poseen una asombrosa capacidad natural para mantenerse y renovarse a si mismos, cuando no son alterados y cuando se mantienen características que favorecen la formación del arrecife de coral. Como otros ecosistemas naturales, el arrecife coralino no necesita manipulación visible o directa por parte del hombre para asegurar su supervivencia. Sin embargo, debido a que las acciones que amenazan la existencia de los arrecifes de coral son principalmente causadas por el hombre, podrían ser sujeto de acciones correctivas. Estas acciones correctivas serían el resultado de una planificación costera integrada, que tomaría en cuenta los aspectos sensibles de los corales y de los arrecifes de coral. Las siguientes pautas, son consideradas como los requisitos mínimos necesarios para el mantenimiento y la perpetuación de arrecifes de coral de alta calidad.

1) Buscar fuentes alternativas de agregados de construcción y carbonato de calcio (para caliza y cemento), de manera que se evite el minado y la pérdida casi irreversible de estos recursos vivos de lento crecimiento. Algunas de las alternativas posibles

incluyen el minado de corales muertos, incluyendo las zonas de escombros detrás de los arrecifes y arrecifes pleistocénicos ligados a tierra firme, sin embargo, estos recursos deben ser explotados con cautela debido a su papel como amortiguadores de tormentas y agentes en la detención de las tasas de erosión.

2) No emprender actividades de dragado o de otro tipo que causan disturbio en los sedimentos y creen aguas fangosas o limosas cerca de los arrecifes o aguas arriba. Cuando esto no sea posible, deben considerarse medidas de contención o control de sedimentos (por ejemplo, cortinas de sedimentos), y de la misma forma debe iniciarse un programa de vigilancia, que sirva también para regular las actividades mineras y de visto se cifran a normas aceptables de calidad de aguas.

3) Evitar la introducción de contaminantes y nutrientes en exceso al ambiente del arrecife. Una ubicación apropiada de las industrias, lejos de las áreas de coral, reduciría al mínimo el riesgo de ciertas clases de contaminantes industriales. De la misma forma, no se debería permitir que los desagües de aguas negras de alcantarillado influyan sobre las áreas de arrecifes. Algunas medidas para aliviar este problema incluyen el tratamiento de aguas negras, estanques de asentamiento, decantación y enfriamiento, y evacuación de estas aguas mar adentro, lejos del arrecife.

4) Terminar con el uso de explosivos y venenos para cosechar los peces del arrecife. Estos métodos son extremadamente destructivos, para los corales de lento crecimiento y para las comunidades del arrecife en general, al igual que puede representar un peligro para los consumidores humanos.

5) Fijar límites máximos anuales para la cosecha de materiales, peces y especies de mariscos asociadas al arrecife. Fije un límite de cosecha para cada especie que tenga valor, que sea el nivel máximo que pueda ser sostenido.

6) Promover y controlar el turismo desde la perspectiva que los ecosistemas del arrecife coralino son bienes nacionales muy valiosos. Por ejemplo, a los visitantes del arrecife coralino no les debe ser permitido anclar sus botes en los arrecifes o recoger corales como recuerdos de su visita.

7) Evitar la alteración de la gama de salinidad del agua en el ambiente del área. La evacuación de desechos de salmuera o el drenaje de estanques salados, eleva la salinidad, mientras que la entrada de agua dulce en exceso al sistema la reduce ; deben evitarse estos dos extremos. Esto puede lograrse mediante técnicas de dilución y tasas reguladoras de descarga.

8) Evitar la alteración de las temperaturas del agua fuera de su gama ya conocida. Para mantener esta gama de temperaturas,

la descarga de aguas cuya temperatura haya sido elevada no debe ser introducida en las áreas de coral. Una solución a este problema sería el almacenamiento de aguas de descarga en estanques de enfriamiento, hasta que se mantengan a la temperatura ambiente. Asimismo, las escorrentías de agua dulce son a veces más frías que el agua de mar, además que el exponer los corales a estas escorrentías agrava el problema de la reducción de la salinidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Jones, O.A. y Endean, R. (Editores), 1976. *Biology and Geology of Coral Reefs: Vol. III, Biology 2*. Academic Press. New York, 435 pp.
2. Odum, H.T. y Odum, E.P., 1955. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. *Monografía de Ecología*, 25:291-320.
3. Philippines Ministry of Natural Resources, 1979. Forum on Philippine corals: issues on conservation and management. Ninth natural resources management forum. *Jour. of the Natural Resources Management Forum*, 50 p.
4. Stevenson, D.K., 1981. A review of the marine resources of the western Atlantic commission (WECAFC) region. *FAO Fish. Tech. Pap. No. 211*, FAO, Roma, 131 pp.
5. Walker, H.J., 1962. Coral and the lime industry of Mauritius. *Geog. Rev.*, 52(3):325-336.
6. Mahadevan, S. y Nayar, K.N., 1972. Distribution of the coral reefs in the Gulf of Mannar and Palk Bay and their exploitation and utilization. *Proc. First Symp. Coral Reefs*, sponsored by the Marine Biological Association of India, January, 1969, Cochin.
7. Praseno D.P. y Surkano, 1977. Observation on beach erosion and coral destruction by remote sensing techniques. *Mar. Resh. Indo.*, 17:59-68

8. DuBois, R. and Towle, E.L., 1984. Coral and sand mining. Case Study No. 6. Agency for International Development and U.S. National Park Service, Washington, D.C.

Véase también: Minería Costera y Marina (p. 265).

ECOSISTEMAS DE MANGLAR

Descripción del Recurso y del Habitat

Los manglares son plantas halófitas (tolerantes a la sal), leñosas, y productoras de semillas. Su tamaño varía desde estructuras de grandes árboles a matorrales y en todo el mundo existen más de 50 especies.¹ Se caracterizan por su común habilidad para crecer y prosperar a lo largo de litorales de entre mareas, protegidos, localizados sobre sedimentos salinos, frecuentemente anaeróbicos y algunas veces ácidos. Muchas especies poseen adaptaciones singulares, tales como raíces de apoyo, neumatoforos (raíces verticales parecidas a un lápiz), lenticelas (agujeros de aire), y propágulos vivíparos (semillas que germinan en el árbol), que permiten su existencia en un ambiente relativamente adverso (Figura 8). Aunque los manglares se desarrollan en un ambiente salino, tienen las mismas necesidades que otras plantas de agua dulce, nutrientes, y oxígeno. La salinidad, que se presenta en gradientes dentro de las zonas entre mareas, exige un costo metabólico por parte de los manglares¹, pero también sirve para eliminar la competencia presentada por las especies de plantas no-halófitas. La variación de los patrones topográficos, de tipos de sedimentos, e hidroperíodos (período estacional de inundaciones de agua dulce/agua salada), así como los patrones de salinidad, determinan la distribución espacial de las especies y los tipos de estructuras del bosque de manglar. Aún sin tomar en consideración la amplia gama de variaciones entre las especies de

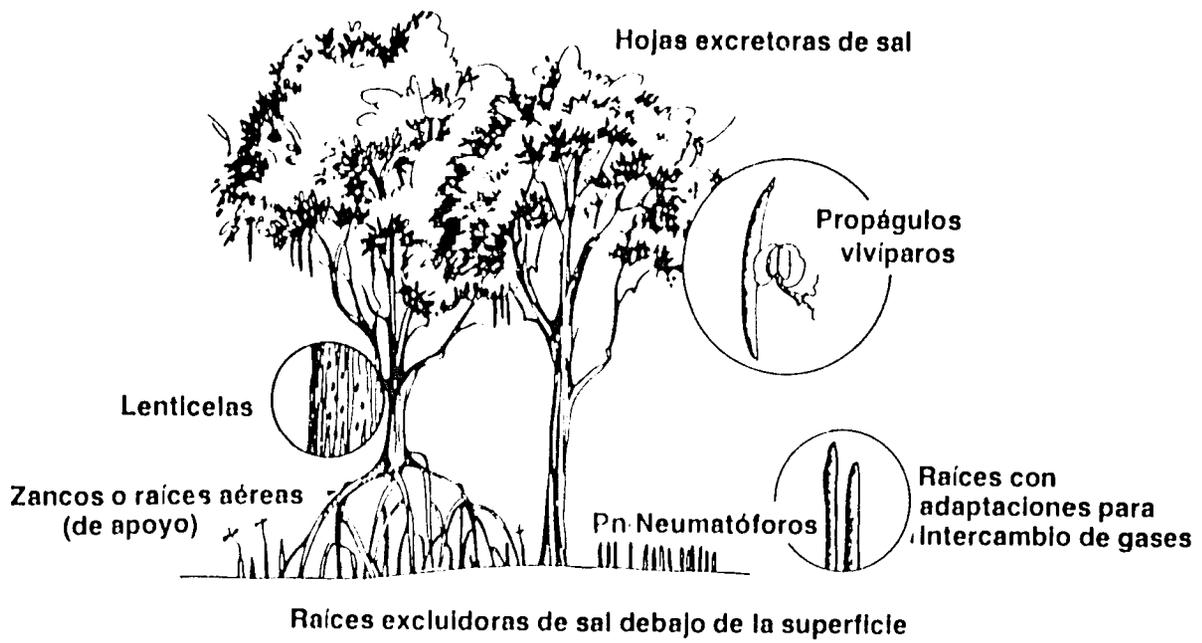


Figura 8. Las especies de manglar tienen adaptaciones singulares que les permiten existir en un ambiente difícil.

manglar, y los tipos de bosque de manglar, este ecosistema es económicamente y socialmente significativo debido al papel que juega en la existencia y perpetuación de la pesca cerca de las costas, la protección de litorales, y en su capacidad de recurso renovable, como sitio para asentamientos humanos de carácter temporal y permanente.

Distribución

Existen alrededor de 24 millones de hectáreas de terreno entre las mareas o sobre ellas dominadas por manglares, dispersos a lo largo de la mayoría de los países tropicales y subtropicales alrededor del mundo.² Debido a que los manglares son sensibles a temperaturas de heladas o congelamiento, los límites de latitud están determinados por la temperatura, extendiéndose al norte o al sur de estos límites solamente en aquellas regiones donde las corrientes costeras modifican el clima (Figura 9).³ Su dependencia en la disponibilidad de agua dulce de escorrentías, impide que los manglares se desarrollen a su máximo potencial, en áreas extremadamente áridas, particularmente donde existe un efecto "secante" como resultado de fuertes vientos predominantes en el área. A nivel regional, los manglares se encuentran a lo largo de litorales donde el oleaje tiende a ser mínimo. Consecuentemente, los manglares tienden a ser la comunidad de plantas dominante en la zona entre mareas asociada con estuarios, deltas y lagunas. Las regiones donde los manglares han logrado su máximo alcance son Asia y el Oriente, seguidos por Africa y America del Sur (Tabla 1).

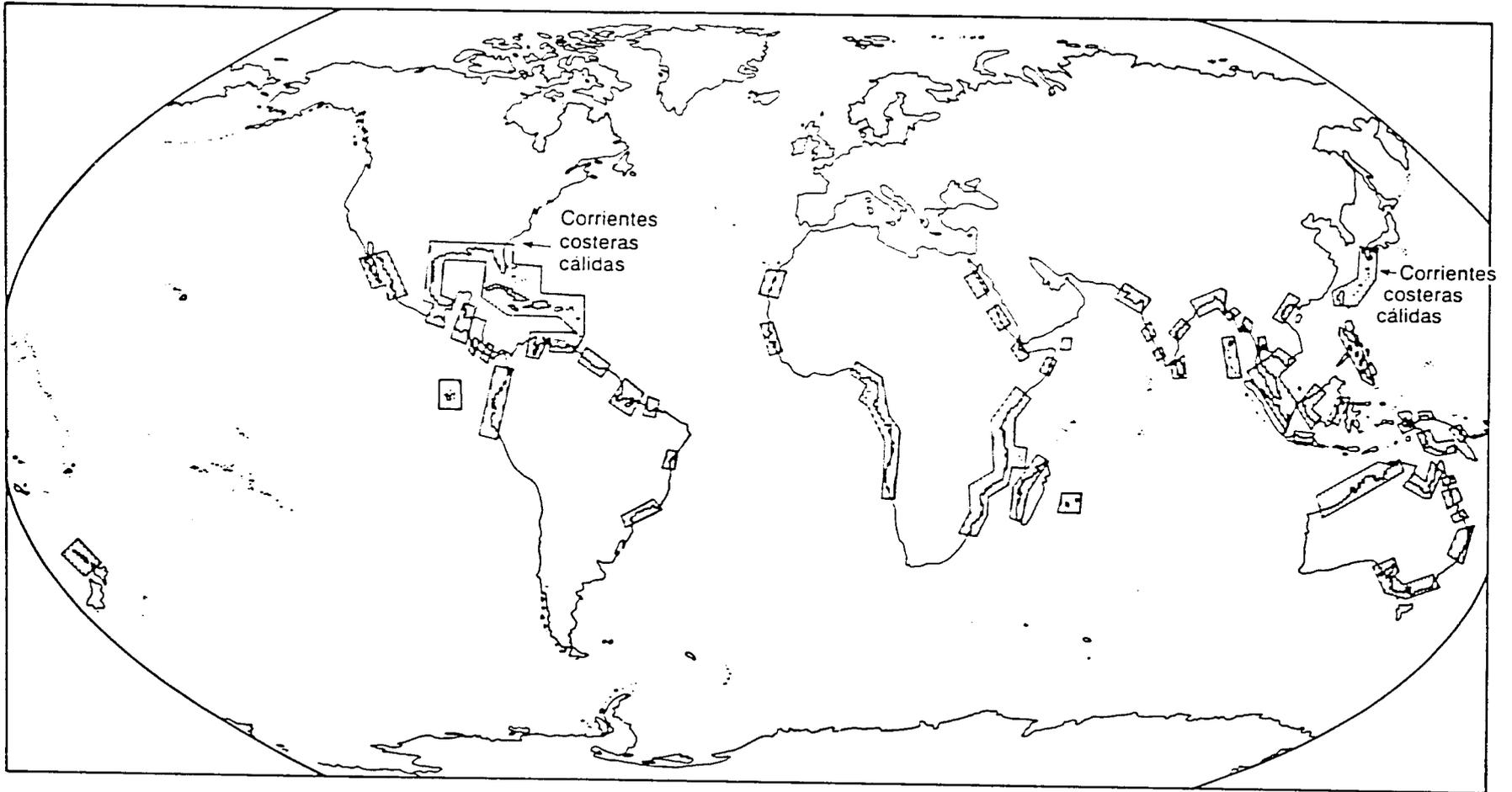


Figura 9. Distribución geográfica de los manglares del mundo. (Fuente: Ref. 3.)

TABLA 1. Distribución regional de los bosques de manglar (en hectáreas). (Fuente: Ref. 2.)

Asia y el Oriente	6,517,000
Africa	5,117,000
América del Sur	4,105,000
América del Norte	1,670,000
Oceania	1,515,000
El Caribe	962,000
América Central	888,000

Tipos Estructurales

El manejo del bosque de manglar está basado en las características estructurales y funcionales del bosque. La organización estructural de los manglares ha sido tradicionalmente interpretada como una consecuencia de la zonificación por especies, creada por los gradientes topográficos y de salinidad; de manera que cada especie domina aquella zona a la cual se ha adaptado mejor. Aunque frecuentemente se observa zonificación por especies, las influencias dominantes en la estructura del bosque están más íntimamente asociadas con las diferencias en la forma de relieve costero, los patrones de transporte de las aguas superficiales y la salinidad. Se reconocen cinco principales tipos estructurales de bosque: de franja o borde, de cuenca, ribereño, de sobreinundación y enano (Figura 10)¹. Los manglares de borde están situados a lo largo de litorales ligeramente inclinados de tierra firme e islas grandes. Frecuentemente están expuestos a bahías abiertas y reciben oleajes entre moderados y suaves. Se encuentran mejor definidos en aquellas islas con elevaciones que impiden el excesivo lavado de la costa producido por las mareas altas. Por lo tanto, el movimiento de la marea es reducido a un patrón entrante y saliente, que en un momento dado puede manifestarse dentro del bosque de franja como una elevación y un descendimiento del nivel del agua. Las velocidades de flujo son tan pequeñas, que no transportan grandes cantidades de escombros y detritos a las aguas adyacentes en mareas descendientes. Los egresos orgánicos que salen del interior del bosque ocurren en

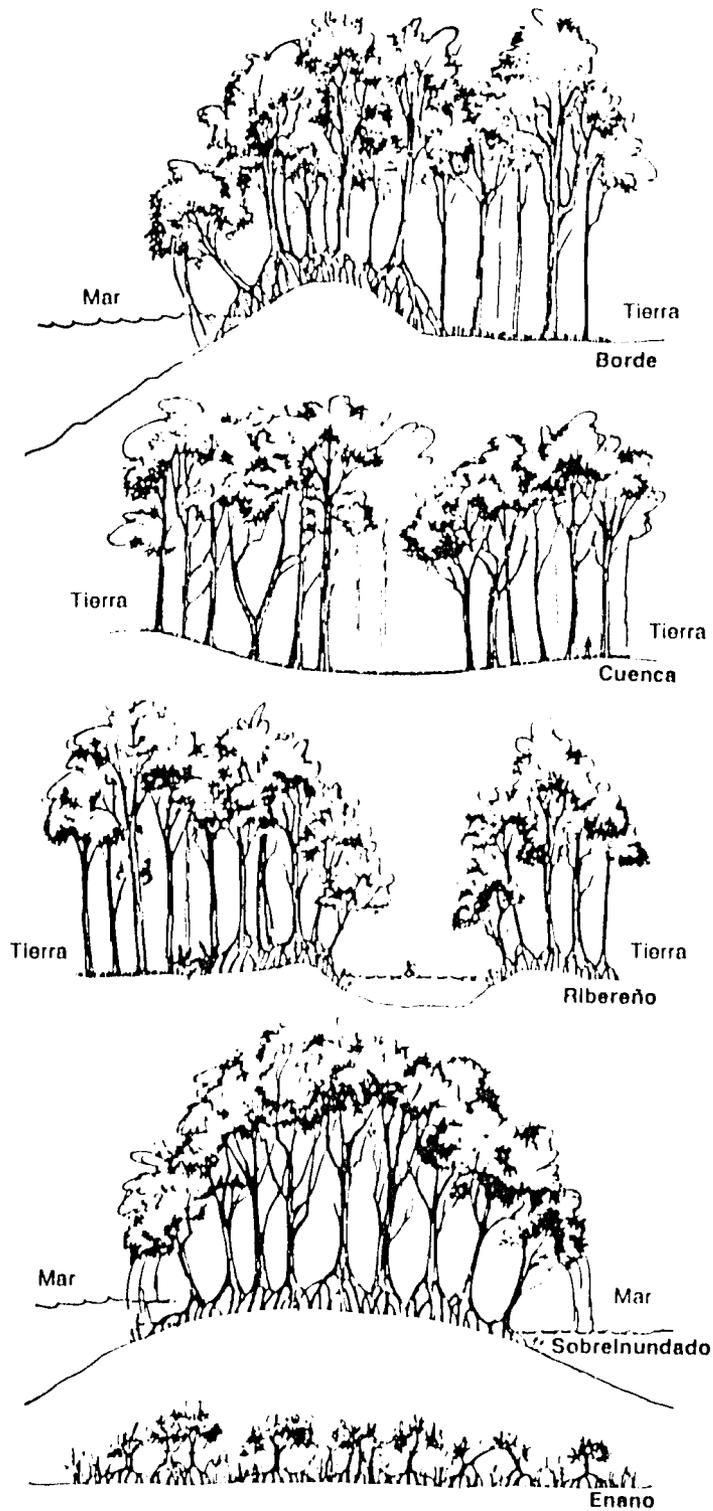


Figura 10. Cinco tipos estructurales importantes de bosque de manglar. (Fuente: Ref.1.)

forma de materiales lábiles disueltos y en forma de partículas. Los manglares de cuenca ocurren en depresiones topográficas con poco flujo y reflujó de aguas. Las aguas de inundación tienden a acumularse en la depresión y raramente sufren un completo intercambio durante el ciclo completo de mareas. Estos tipos de bosques están situados frecuentemente tierra adentro en formaciones semejantes a una franja o hilera de ramales a lo largo de los drenajes terrestres internos y ocurren también en el centro de grandes islas. Como tales, estos manglares están expuestos a aguas menos salinas por períodos más largos del año en comparación con los bosques más costeros. El flujo y reflujó de aguas salinas ocurre probablemente durante mareas extremadamente altas y mareas causadas por tormentas. En áreas húmedas, estos bosques poseen muy a menudo una flora de epífitas bien desarrollada, dominada principalmente por bromeliáceas y orquídeas. Los bosques ribereños ocurren en los llanos de inundación de los drenajes de agua dulce proveniente de ríos, los cuales son inundados por corrientes de agua durante los períodos de abundantes lluvias y escorrentías. Algunos estudios han demostrado que este tipo de bosque es tal vez uno de los tipos estructurales más productivos.⁴ Los Bosques de sobreinundación tienden a ocurrir en llanos de mareas e islas completamente inundadas y "sobre-bañadas" durante la mayoría de los ciclos mareales. Debido a que las aguas entrantes y salientes bañan completamente las islas, las basuras y los escombros no se acumulan. Los bosques enanos ocurren donde existen severas limitaciones para el crecimiento y desarrollo de los manglares.

Tipicamente, éstos forman una comunidad escasa y dispersa de especies de manglar en forma de matorrales, las cuales, muy raramente alcanzan a dos metros de altura. Los bosques enanos ocurren comúnmente en ambientes con carbonatos y en áreas áridas. Aunque cada tipo de bosque realiza las mismas funciones (p.ej., producción, respiración, reciclaje de nutrientes, etc.), cada uno tiene un patrón diferente y diferente regulación, los cuales están relacionados con condiciones ambientales específicas, que promueven o restringen cada función.

Productividad

Los manglares exhiben relativamente altas tasas de productividad primaria bruta, que alcanzan niveles hasta de 14 gramos de carbono/m² al día, en condiciones favorables.^{1,4} Parte de la producción orgánica que no se usa en la respiración es acumulada como biomasa boscosa, y una fracción significativa también se destina a la producción de hojarasca y residuos leñosos. Aunque las tasas de productividad y acumulación de biomasa pueden variar en órdenes de magnitud, la producción de hojarasca permanece relativamente uniforme (esto es, entre uno y cuatro gramos de carbono/m² al día).⁴ La productividad más alta se alcanza en condiciones de salinidad moderada, temperaturas cálidas todo el año, reflujo regular de las aguas de la superficie, y exposición a escorrentías de agua terrestres.

Su Papel en el Ecosistema

Las comunidades de manglar juegan una gran variedad de papeles en el ecosistema general en el cual se presentan (Figura 11). El papel más destacado es la producción de hojarasca y detritos, los cuales son exportados durante el proceso de flujo y reflujó hacia el ambiente marino cercano a la costa. Por medio de un proceso de descomposición microbiana y enriquecimiento microbianos, las partículas de detrito llegan a ser un recurso nutritivo de alimentos para una gran variedad de animales marinos. Adicionalmente, los materiales orgánicos solubles que resultan de la descomposición dentro del bosque, también ingresan al ambiente cercano a la costa, donde se tornan disponibles a una variedad de consumidores filtradores del mar y del estuario, así como necrófagos béticos. La materia orgánica exportada del habitat de manglar es aprovechada de una forma u otra, incluyendo la utilización por parte de los habitantes de los lechos de hierbas submarinas y de los arrecifes de coral que puedan existir en el área. Mientras que el papel de los manglares en la producción y mantenimiento de la pesca costera es un hecho aceptado, los manglares desempeñan otros papeles que son ya reconocidos en diferentes partes del mundo. En áreas donde anualmente existe actividad de ciclones o tormentas similares, los manglares son reconocidos como un amortiguador contra los oleajes derivados de la marea y las tormentas, que de otra forma tendrían un efecto perjudicial sobre las áreas terrestres bajas. En otros lugares, los manglares son notorios por su habilidad para estabilizar los litorales que de otra forma estarían sujetos

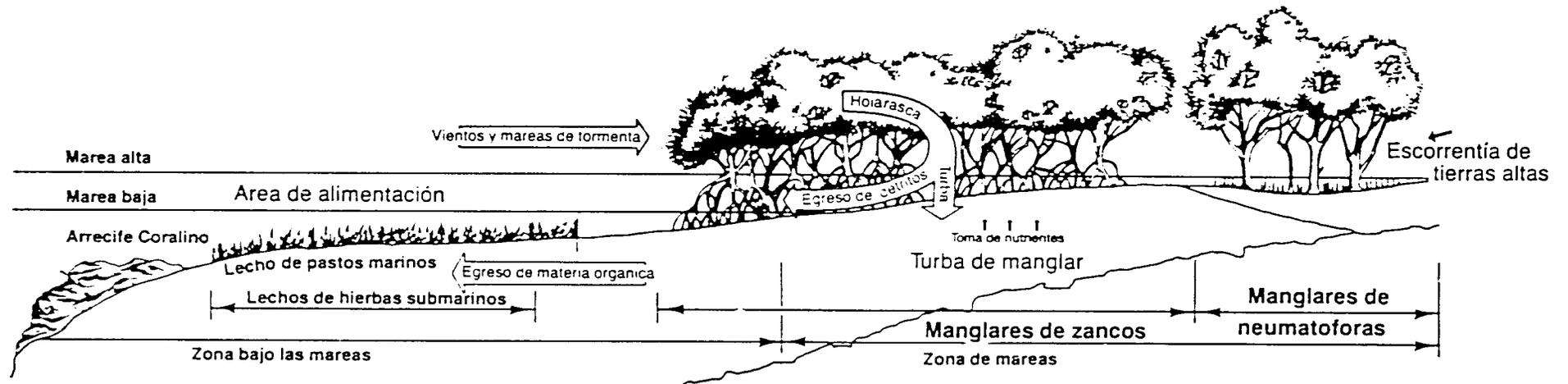


Figura 11. Papeles beneficios que desempeñan los bosques de manglar en el ecosistema tropical costero.

a la erosión y destrucción.⁵ Probablemente, uno de sus papeles más importantes es la preservación de la calidad del agua. Debido a su habilidad para extraer nutrientes de aguas en circulación, la eutroficación (enriquecimiento excesivo de nutrientes) potencial de las aguas cercanas a la costa se reduce al mínimo. También los sedimentos de manglar salinos y anaeróbicos (carentes de oxígeno) tienen una habilidad limitada para aislar y/o desintoxicar contaminantes comunes.⁶ Por ejemplo, algunos metales pesados son aislados como sulfuros insolubles, y ciertos contaminantes orgánicos son oxidados o descompuestos a través de la actividad microbiana.

Usos

Adicionalmente a la variedad de papeles naturales que juegan los manglares en las áreas costeras, el bosque de manglar es una fuente de muchos productos diferentes que tienen valor comercial e importancia doméstica (Figura 12). En muchas partes del mundo, donde la dependencia directa en los recursos locales es la base para la supervivencia, las poblaciones humanas dependen de una variedad de productos que pueden ser obtenidos de este habitat. En tiempos recientes, en la medida que los recursos se vuelven más escasos, el habitat de manglar y los bosques se han convertido en recursos de uso comercial, para extraer productos como maderas, pulpa, astillas, leña y carbón, producción de miel y diversos productos domésticos. En aquellas partes donde se ha reconocido que el modo de vida de la sociedad y su supervivencia dependen de un sistema de manglar en funcionamiento, los



Figura 12. Una especie de manglar muy valiosa en Bangladesh (Sundri), es cosechada en una forma de rendimiento sostenido con el objeto de proveer madera de alta calidad para la construcción de botes, muebles, gabinetes, y construcción de casas. Los troncos son transportados por botes locales hasta el sitio de venta o uso.

habitantes han tomado medidas para cuidarlo y protegerlo. Por ejemplo, en ciertas partes de Asia, existen centros de población relativamente grandes dentro de los bosques de manglar en plataformas elevadas, las cuales incluyen hogares, tiendas, teatros, vías de peatones, y pequeñas industrias. Es precisamente la variedad de usos dados a los productos derivados del bosque de manglar y los materiales derivados de plantas y animales asociados con ellos, los que han conducido a crecientes presiones respecto a su utilización. La planificación integrada, que involucra atención simultánea a todos los sectores y considera el máximo rendimiento sostenido de cada recurso, constituye un enfoque especialmente importante en el manejo de los bosques de manglar.

Problemas

El ambiente tropical de entre mareas es un medio relativamente duro para los árboles y matorrales en cuanto se refiere a la salinidad y saturación de agua. Estos substratos en especial, tienen el potencial de agotar todo su oxígeno (anaeróbicos), convertirse en ambientes hipersalinos, (más de 40 partes de sal por mil), y muy ácidos. Los manglares pueden exhibir un máximo crecimiento y desarrollo en dichas condiciones, cuando existe un patrón continuo de inundación por parte de las mareas y circulación de las aguas de la superficie, que causan un intercambio y reemplazo de agua con sedimentos. Una inundación regular suministra el oxígeno y los nutrientes requeridos, respectivamente para la respiración y para la producción primaria

bruta. De la misma manera, las aguas salientes se llevan consigo los desperdicios metabólicos generados por un ecosistema en funcionamiento. Las aguas bajas en salinidad extraen el exceso de sales y materiales alcalinos, mientras que las aguas salinas neutralizan la acidez del suelo. Los manglares pueden crecer sobre una gran variedad de sustratos, y de hecho lo hacen (p.ej., arena, limo, arcilla, rocas, conchas, corales etc.). El crecimiento del manglar en cada tipo de sustrato depende del proceso de intercambio de aguas, que mantiene un sustrato adecuado para el desarrollo de los manglares. Es igualmente importante el hecho de que las mismas condiciones de salinidad y de saturación de agua que perpetúan el establecimiento de los manglares, también sirven para prevenir el establecimiento de especies de plantas competidoras que no pueden tolerar dichas condiciones.

En general, los manglares y el ecosistema de manglar son relativamente resistentes a muchas clases de perturbaciones y tensiones ambientales. Sin embargo, son extremadamente sensibles a la sedimentación, al cese de flujo y reflujo, al estancamiento de las aguas de la superficie y los grandes derrames de petróleo. Estas acciones reducen la toma de oxígeno para la respiración, lo cual conduce a una rápida mortalidad. La alteración de factores que controlan los patrones de salinidad del sustrato, pueden inducir un cambio en la composición de especies; y salinidades más allá de 90 partes por mil pueden producir una mortalidad masiva. Los cambios en salinidad frecuentemente resultan de alteraciones en el hidrociclo, del flujo entrante de agua

dulce, y de los patrones de flujo y reflujos debidas a actividades tales como represamiento, dragado y colocaci3n de muros de contenci3n.⁵

Un problema importante que afecta los habitat de manglar resulta del deseo del hombre de convertir las 3reas de manglar en 3reas residenciales, comerciales, industriales y en desarrollos agr3colas (Figura 13). Adicionalmente existe una demanda creciente de productos madereros del bosque, que resulta en la tala de explotaci3n de los bosques. En estas situaciones, el habitat b3sico y sus funciones se pierden, y esa p3rdida es frecuentemente superior al valor de la actividad substituida. En general, esta clase de problemas es generada por una falta de conciencia sobre los valores naturales que constituye tener un sistema en funcionamiento, y por la ausencia de una planificaci3n para lograr un desarrollo integrado que toma estas funciones y valores en consideraci3n como opciones para un uso alternativo de los recursos (Figura 14).

Pautas

En las condiciones t3picas dadas en la zona tropical entre mareas, los manglares exhiben habilidades para colonizar r3pidamente aquellos habitat adecuados, para desarrollar estructuras complejas de bosque y para ser altamente productivos. Sin embargo, son sensibles en extremo a factores que alteren el hidrop3rdo predominante, el r3gimen de salinidad y las propiedades f3sicas y qu3micas del substrato. La conservaci3n del ecosistema y sus recursos puede ser lograda simplemente

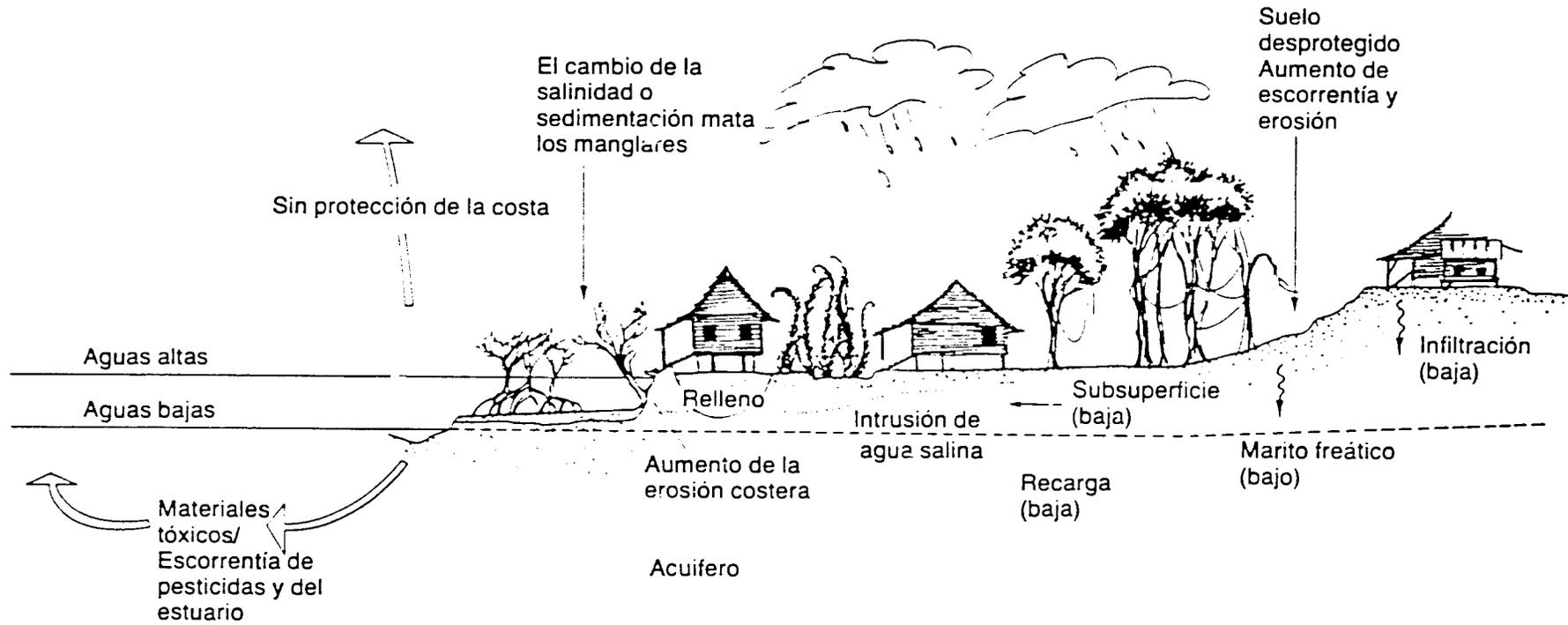


Figura 13. Los impactos costeros asociados con la transformación de bosques de manglar.

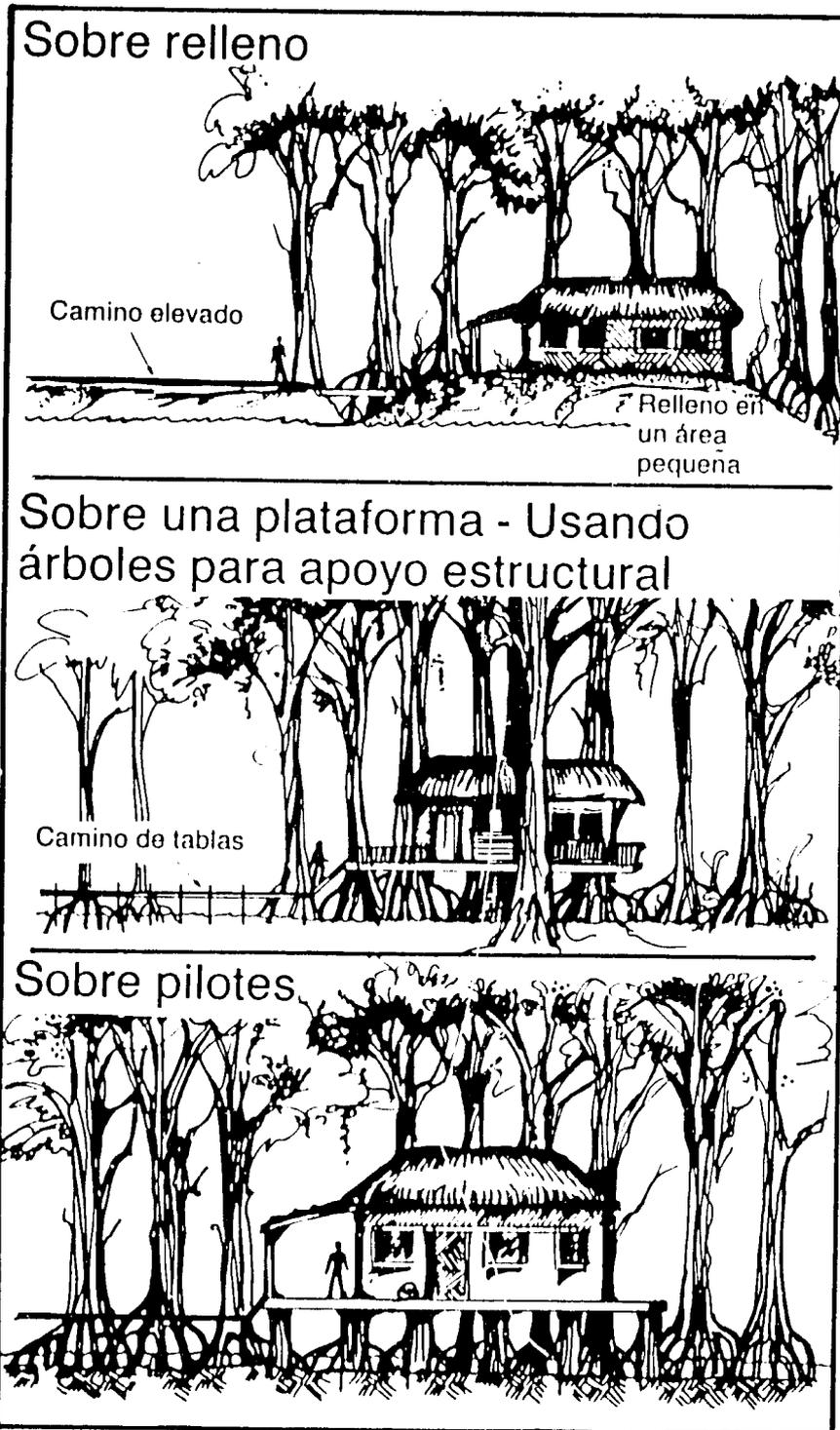


Figura 14. Construcción de viviendas dentro de los bosques de manglar.

evitando que ocurra cualquier cambio significativo en estos factores. Es importante reconocer que muchas de las fuerzas que pueden alterar perjudicialmente estos factores con respecto al habitat de manglar, tienen sus orígenes fuera del ecosistema de manglar. Consecuentemente, la conservación de los manglares y su utilización dependen enteramente de una planificación integrada, que tome en cuenta los requisitos relacionados con el habitat del ecosistema de manglar. Las propuestas de desarrollo y las acciones incidentales que puedan afectar el ecosistema de manglar, deberían reflejar las siguientes condiciones de planificación y manejo:

1) Mantener la topografía y el carácter del substrato del bosque y los canales de agua. Debido a que el substrato es un factor clave en la perpetuación del bosque de manglar, deben evitarse aquellos procesos que puedan conducir a una sedimentación excesiva, erosión, o alteración de las características químicas (tales como la fertilidad).

2) Perpetuar los patrones naturales y los ciclos de actividad de las mareas y escorrentías de agua dulce. Deben diseñarse esquemas de las estructuras costeras y de aprovechamiento de aguas, que tengan el potencial de cambiar los patrones naturales, para asegurar que aquellos patrones sean mantenidos.

3) Mantener los patrones naturales, temporales y espaciales de salinidad en las aguas superficiales y subterráneas. No deben llevarse a cabo reducciones de agua dulce por medio de desviaciones, extracción o bombeo de aguas subterráneas, si éstas afectan el balance de salinidad del ambiente costero. La salinización también afecta todos los otros componentes de la zona costera, incluyendo al hombre.

4) Mantener el equilibrio natural entre acumulación erosión, y sedimentación. Las actividades costeras, que incluyen construcción, tienen el potencial de alterar el balance entre acumulación y erosión. Tales actividades deben ser evaluadas antes de su ejecución debido a su impacto potencial sobre el ambiente de manglar.

5) Establecer límites máximos sobre la cosecha que igualen la producción anual de los productos solicitados. La tendencia actual consiste en realizar una cosecha máxima para obtener una ganancia máxima a corto plazo, sin tener en cuenta el potencial en beneficios económicos a largo plazo. El calendario de talas o corte debe estar basado en planes rigurosos que aseguren rendimientos sostenidos y la perpetuación del ecosistema.

6) Desarrollar planes de contingencia en aquellas áreas sometidas al riesgo de derrames, de manera que se protejan los manglares de los efectos perjudiciales producidos por el petróleo y otros materiales peligrosos.

7) Evitar toda actividad que produzca el estancamiento de un área de manglares. El cese de la circulación de las aguas en la superficie conduce inevitablemente a la muerte de los árboles.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Lugo, A.E. y Snedaker, S.C., 1975. The ecology of mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics, 5:39-64.
2. Snedaker, S.C., y Brown, M.S., (en preparación). Biosphere inventory of mangrove forest lands. U.S. Forest Service, Washington, D.C.
3. Barth, H., 1982. The biogeography of mangroves. En: D.N. Sen y K.S. Rajpurohit (Editores), Contributions to the ecology of halophytes, tasks in vegetation science, Vol. 2. Dr. W. Junk Publishers, La Haya, pp. 35-60.
4. Snedaker, S.C. y Brown, M.S., 1982. Primary productivity of mangroves. En: C.C. Blac' y A. Mitsui (Editores), CRC handbook on biosolar resources. Vol. 1. Basic Principles. CRC Press, West Palm Beach, Florida, pp. 477-485.
5. Saenger, P., Hegerl, E.J., y Davie, J.D.S., (Editores), 1983. Global status of mangrove ecosystems. Commission on Ecology Papers Number 3. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza, 88 pp.
6. Snedaker, S.C. y Brown, M.S., 1981. Water quality and mangrove ecosystem dynamics. EPA-600/4-81/022. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Gulf Breeze, Florida, 80 pp.

Véase también: Cosecha de los Bosques de Manglar (p.144); Acuicultura Costera (p.103); Fabricación de Sal (p.279); Leña y Otros Recursos Renovables (p.461); Operaciones Petroleras y de Gas (p.176); Puertos, Canales y Atracaderos (p.196); Carreteras, Ferrovías y Puentes (p.206).

SISTEMAS DE PLAYAS

Descripción del Recurso y el Habitat

Las playas consisten en sedimentos acumulados, no consolidados que han sido transportados a la costa y moldeados en formas características mediante la acción del movimiento del agua generado por las olas.¹ Las playas están localizadas entre el nivel de marea más bajo hacia el mar, y el límite terrestre donde llega el promedio de olas más altas durante tormentas, sin tener en cuenta aquellos oleajes de tormentas catastróficas.² El límite hacia tierra firme o el interior es generalmente definido ya sea por un acantilado costero, una cresta de dunas frontales, o aquellas partes donde el hombre ha alterado el litoral al colocar alguna estructura física. Sin embargo, es importante darse cuenta que los cambios en una playa son respuestas a procesos que tienen lugar lejos y fuera de los límites de la playa misma. Los bancos o bajíos mar adentro y las corrientes son de especial importancia, así como los sistemas de dunas en tierra firme, los cuales ejercen control sobre los ciclos de erosión y de acumulación de las playas.

Los sedimentos no-consolidados que conforman la playa, varían en tamaño, desde fragmentos de roca, hasta arenas de grano muy fino y barro. Las playas no son entidades estables, sino más bien formaciones de suelo dinámicas, sujetas constantemente a fuerzas que promueven la erosión y/o la acumulación. Las diferencias en tipos y formas de playas y posiciones reflejan el

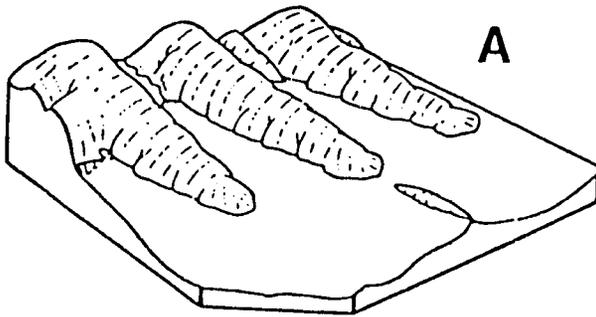
balance o el desequilibrio local entre depósito (o acumulación) y erosión (o pérdida). Mundialmente existe la creencia general que las fuerzas erosionadoras (naturales o inducidas por el hombre) tienden a dominar las fuerzas de acumulación (o depósito). Lo anterior es concomitante con una pérdida de playas y frente de playas en muchas partes del mundo.

Distribución

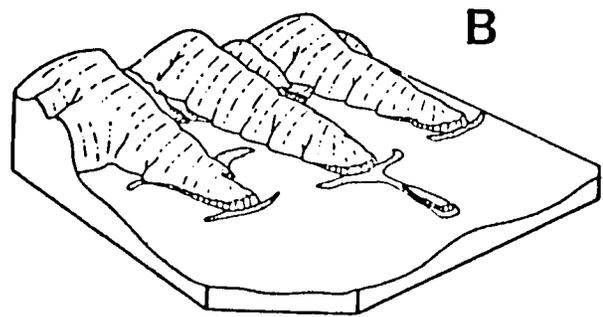
No existe una síntesis global sobre la distribución de playas, aunque éstas ocurren en mayor o menor grado en todas las regiones. No obstante, en general las playas ocurren donde quiera que haya: (1) una saliente costera entre plana y moderadamente inclinada; (2) una fuente de materiales no-consolidados; y (3) fuerzas, tales como mareas y olas, que moldeen y mantengan la costa. La forma de la playa en cualquier región específica del mundo, variará de acuerdo a diferencias en estas tres características básicas. Sin embargo, la característica dominante, es el carácter (clima) del oleaje (esto es, frecuencia estacional, amplitud, longitud de ola o la distancia entre dos olas sucesivas).¹

Tipos de Playas

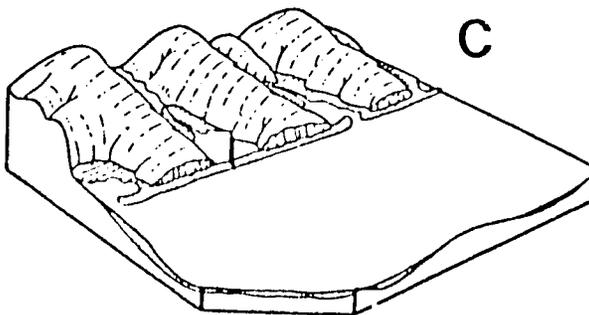
Pese a que la clasificación de las playas es algo difícil debido a su complejidad y a los procesos básicos que las producen, existen tres "tipos" de playas (Figura 15), los cuales son reconocidos comúnmente como unidades geológicas distintas.³ El primer tipo consiste en un trecho derecho o curvilíneo de



Playas curvilineas separados por cabos rocosos.



Formación de bancos y barras de la boca de bahías



Desarrollo de Islas de barrera a distancia de la costa

Figura 15. Secuencia de los "tipos" de playas desarrollados a través del tiempo. (Fuente: modificado de Ref. 3.)

arena, encerrado por promontorios rocosos, que separan las áreas del interior de las aguas costeras. Estas playas son con frecuencia capas delgadas de arena sobre las rocas de la playa. Estas playas son consideradas playas "jóvenes" en términos de edad geológica. A medida que los promontorios se erosionan, la acumulación continua de arena forma un banco o una barra de la boca de una bahía la cual representa el segundo tipo más común de playas. La tercera forma de playas consiste en la terminación de una isla de barrera mar adentro.

Las playas también pueden ser clasificadas por su composición. Las clases típicas de playa incluyen guijarros, piedrecillas, arena y lodo. La composición general de los materiales de las playas tiende a variar con la latitud, pero los procesos que crean y mantienen las costas alrededor del mundo son similares. En las regiones tropicales, los materiales usuales son arenas de carbonatos compuestas de coral y fragmentos de algas, conchas, y precipitados de carbonato.

Productividad

Aunque las playas parezcan ser estériles y estar desprovistas de vida significativa, existe un número insólitamente grande de especies de plantas y animales cuya existencia depende de la playa y de sus procesos dinámicos. La productividad de una playa variará dependiendo de las interrelaciones entre un sin número de factores, incluyendo sus dinámicas (de acumulación o de erosión), pendiente, energía del oleaje, habilidad para retener el agua, y presencia de materiales orgánicos.⁴ La productividad para una

playa de arena moderadamente expuesta se ha calculado ser de 5 gramos de carbono/m² al año.⁵ Donde las playas son finamente granuladas y la cantidad del material orgánico es mayor, esta cifra aumentará. La mayor parte de la productividad de las playas es atribuible a organismos transportados desde el exterior de sus límites.⁴

Su Papel en el Ecosistema

Las principales fuentes de producción primaria de playas son las diatomeas junto con otra especies de fitoplancton y fragmentos vegetativos marinos vivos, transportados por las mareas.⁴ Este material y su descomposición bacteriana posterior, junto con otros materiales orgánicos (gran parte de los cuales son de origen terrígeno) proveen la base energética para mantener las diversas poblaciones de consumidores depositarios y filtradores de las playas. En el nivel más alto de la cadena alimentaria, las playas sirven como fuentes de energía para muchas aves costeras y peces. Pese a la complejidad de la pirámide trófica de las playas, la introducción externa de sus principales productores, ha convertido su condición en un ecosistema separado y delicado que requiere la inclusión de aquellas áreas adicionales, responsables, precisamente, del suministro de esos productores externos (esto es, playas rocosas adyacentes y sistemas costeros) para que satisfaga aquellos criterios que las designan como ecosistema.⁴

Usos

La arena de las playas es una de las mayores fuentes de materiales de construcción. Es un material básico por igual, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo, y debido a su bajo valor unitario, alto costo de transporte por unidad, y la ausencia de una alternativa económica viable, muy posiblemente continuará sirviendo como una fuente de materiales de construcción en aquellos sitios próximos a la costa. Dicho uso de las arenas de la playa es particularmente crítico en países insulares pobres en salientes, donde las fuentes alternativas de agregados son escasas.

Otro uso indirecto de la arena de la playa es en la minería de depósitos de placeres o arenales auríferos. Estos minerales y menas de metales pesados, cuando se encuentran concentrados en las arenas de las playas en cantidades comercialmente explotables por medio de la separación mecánica producida por las olas y corrientes costeras, presagian muy frecuentemente la iniciación de actividades mineras.

Finalmente, el valor de las playas tropicales como atracción turística ha llegado a ser cada vez más reconocido en las dos últimas décadas, lo cual ha dado por resultado nuevas y significativas fuentes de ingresos.

Problemas

La existencia de las playas depende de dos factores críticos: una fuente de materiales para reemplazar la arena que se pierde naturalmente por la erosión, y un mecanismo (tal como corrientes

y olas a lo largo de la playa) para reaprovisionar la playa y mantener el perfil específico del lugar donde ésta se encuentra. Efectivamente, las playas son formaciones temporales del suelo que constantemente están sufriendo cambios en su equilibrio entre erosión y depósito, el cual, a la larga, tiende a ser balanceado dentro de la región misma. Ante la ausencia de fuentes de material, las pérdidas de material debidas a la erosión natural no son repuestas, de manera que la playa pierde su masa acumulada y su área se reduce. En la ausencia de corrientes a lo largo de la costa y de la acción del oleaje, no existen fuerzas mecánicas para llevar a cabo el transporte de materiales sedimentarios y su amoldamiento al perfil típico de la playa.

Para entender mejor el equilibrio entre erosión y depósito, fue ideado el concepto de "presupuesto de arena" (Figura 16). Al dividir el presupuesto en créditos y débitos, la diferencia neta se manifiesta en el litoral, ya sea como una fuente de depósito o como una fuente de erosión. Para una discusión más exhaustiva del concepto y de las fuerzas físicas que intenta describir, refiérase a los Casos de Estudio sobre la Erosión Costera y el Minado Marino.

Existe la opinión general entre los geomorfólogos de costas que, mundialmente, los procesos de erosión tienden a dominar los procesos de depósito, ante la ausencia de otros factores mitigantes. Típicamente, aquellas actividades que afectan la fuente y transporte de materiales constructores de la playa, aceleran el balance erosional. Dentro de los factores más citados que promueven la erosión de las playas se encuentran, (1)

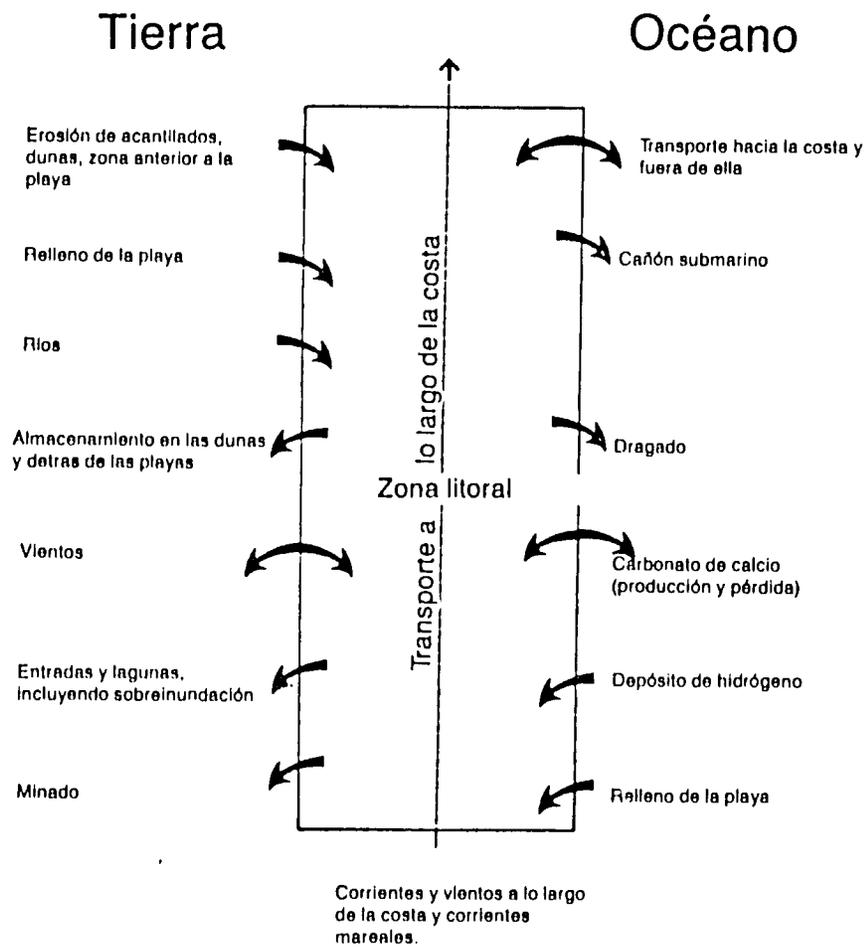


Figura 16. Fuentes de créditos y débitos en el presupuesto de arenas del litoral. (La flechas indican el promedio neto de transporte de arena).

represas de ríos, embalses y desviaciones que atrapan materiales sedimentarios impidiendo su entrada a las zonas costeras, o que reducen el poder de transporte de las aguas del río; (2) obras costeras de ingeniería mal diseñadas que alteran las corrientes a lo largo de la costa o la fuerza del oleaje, produciendo patrones de erosión y de depósito indeseables; y, (3) el dragado de las costas junto con proyectos de minería en las dunas que eliminan los materiales constructores de playas de los procesos de transporte a lo largo de la costa, terminando así con las playas corriente abajo de dichos materiales.^{1,7}

Sri Lanka constituye un ejemplo en el cual tanto los procesos creados por el hombre, como los procesos naturales que afectan la costa, han producido una erosión masiva (Figura 17). Cerca del 80% de la costa consiste en playas naturalmente arenosas, uno de los recursos minerales más vitales para la nación. Graves problemas de erosión se han derivado de, (1) el minado de arenas y corales de las áreas costeras; (2) la construcción de obras de entrenamiento y atracaderos pesqueros que invalidan el transporte de sedimentos a lo largo de la costa; y, (3) la construcción de espolones o diques de dirección de aguas que afectan adversamente las áreas vecinas. En un área donde la erosión costera atribuida al minado de los corales ha sido particularmente severa, se ha registrado una pérdida de más de 300 metros de playa durante los últimos 50 años, a un costo de 3 millones de dólares.⁹ Las causas de la erosión costera también pueden ser materiales. Estas incluyen procesos físicos tales como olas generadas por monzones y la migración de estuarios mareales, así como factores

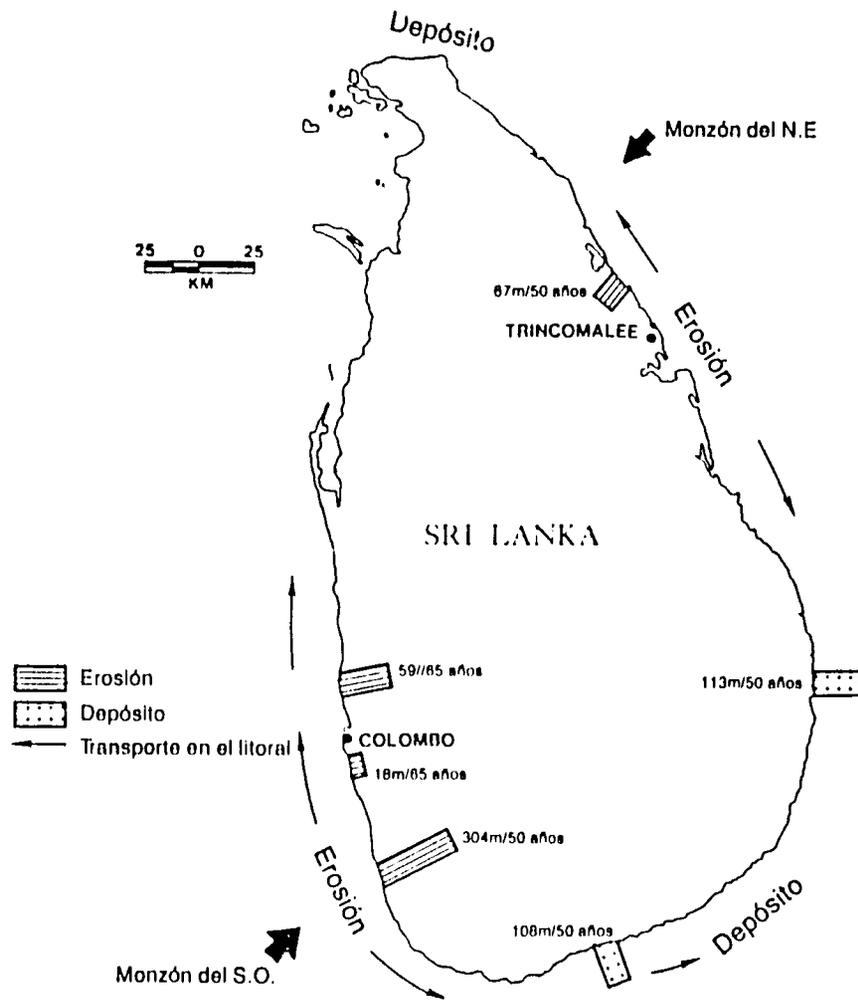


Figura 17. Los procesos costeros y las tendencias de erosión y depósito en Sri Lanka. Nótese la influencia de los monzones sobre la erosión. (Fuente: Ref. 8.)

biológicos, tales como la exposición del litoral después de ocurrida la destrucción un arrecife causada por estrellas de mar devoradoras de coral.

Pautas

En las condiciones típicas ofrecidas por la zona tropical de entre mareas, los sistemas de playas se desarrollan rápidamente en aquellas áreas que les son favorables, y poseen una capacidad natural asombrosa para mantenerse y renovarse a sí mismos (p.ej., después de un disturbio), cuando se mantienen las características básicas del habitat que favorecen la formación de playas. Sin embargo, las playas son extremadamente sensibles a aquellos factores que alteren sus fuentes de arena, las corrientes cercanas a las costas, y el régimen de olas. La conservación del sistema y sus recursos puede ser fácilmente alcanzada por medio de la prevención de cualquier cambio significativo en dichos factores. Es importante recordar que la mayoría de las fuerzas que pueden alterar perjudicialmente dichos factores relacionados con el habitat de las playas, tienen su origen fuera del sistema de playas. Por consiguiente, la conservación y utilización de la playas depende por completo de una planificación integrada, que tenga en consideración los requisitos del habitat del ecosistema de playas.

Al igual que otros ecosistemas naturales, las playas no requieren de la manipulación abierta o directa por parte del hombre para asegurar su supervivencia. No obstante, puesto que las acciones que amenazan la existencia de las playas son

generalmente producidas por el hombre, las playas son más propensas a responder a acciones correctivas, como las derivadas de una planificación integrada de actividades costeras, que tenga en cuenta los aspectos sensibles de las playas. Las pautas dadas a continuación son consideradas como los requisitos mínimos para el mantenimiento y la perpetuación de las playas:¹

1) Entender el sistema natural de las costas antes de que éste sea alterado. Tal vez se requiera la conducción de estudios específicos de sitio en muchas localidades para asegurar la toma de decisiones acertadas y prudentes en la planificación.

2) Desarrollar una línea límite para construcciones antes de que la construcción empiece.

3) Donde se construya una obstrucción significativa para el transporte de arena, tal como un gran atracadero, dejar un sistema adecuado de paso de arenas.

4) Dondequiera que sea posible, utilizar soluciones flexibles, tales como el enriquecimiento de arenas, o la desviación de canales, en lugar de soluciones inflexibles, tales como revestimientos o muros de contención y murallas para solucionar los problemas de erosión de las playas.

5) Mantener un espolón prominente de dunas hacia el mar.

6) Si una playa es valiosa por razones de turismo, recreación, o como habitat de vida silvestre, no minar la arena de las dunas, de las playas o cerca al litoral.

7) No entrar en pánico después de que una tormenta haya alterado drásticamente la playa. Siempre que se pueda, deje que el ciclo normal de la playa regrese la arena a su lugar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hayes, M.O., 1984. Beach Erosion. Case Study No.9. Report to U.S. Agency for International Development and U.S. National Park Service, Washington, D.C.
2. Davis, R.A., Jr., 1982. Beaches. En: M.L. Schwartz (Editor), The encyclopedia of beaches and coastal environments. Hutchinson Ross Publ. Co., Philadelphia, Pennsylvania, p. 140-141.
3. Bascom, W., 1980. Waves and Beaches. Anchor Press, Garden City, N.Y., 366 pp.
4. Elitringham, S.K., 1971. Life in Mud and Sand. Crane Russak and Co., Inc., New York, 218 pp.
5. Steeler, J.H. y Baird, I.E., 1968. Production ecology of a sand beach. Limol. Oceang., 13: 14-25.
6. U.S. Army Coastal Engineering Research Center, 1973. Shore Protection Manual. Vol. 1-3, Dept. of Army, U.S. Corps of Engineers.
7. DuBois, R. y Towle, E.W., 1984. Coral and Sand Mining. Case Study No. 6. Report to U.S. Agency for International Development and U.S. National Park Service. Washington, D.C.
8. Gerritson, F. y Amarasinghe, S.R., 1976. Coastal Problems in Sri Lanka. En: Proc. 15th coastal engineering conf., Honolulu, Hawaii.

9. Linski, R.B., 1974. Application of information and data to coastal development and management. In: M.J. Valencia and L.N. Rumann (Editors) Proc. workshop on coastal area development and management in Asia and the Pacific, Manila, Philipines. East-West Environment and Policy, Inc., East-West Center, Honolulu, Hawaii, pp. 127-133.

Véase también: Protección de la Orilla (p.214); Minería
 Costera y Marina (p.265).

ESTUARIOS Y LAGUNAS

Descripción de los Ecosistemas

El tema de esta sección son las entradas de mar en la tierra, cuerpos de agua protegidos que tienen un acceso limitado al mar abierto. No se incluyen aquí las bahías y estuarios abiertos. Existe cierta ambigüedad entre los términos "laguna" y "estuario", particularmente cuando se aplica a áreas donde está ocurriendo o ha ocurrido en el pasado, el relleno de la morfología física de la costa.

- (1) Las lagunas costeras pueden ser técnicamente definidas como depresiones por debajo de la media de marea alta, que mantienen conexiones con el mar, ya sea temporales o permanentes.
- (2) En contraste, los estuarios son considerados como cuerpos de agua semi-encerrados, que están conectados con el mar abierto, y cuyas aguas están diluidas en desagües de agua dulce.
- (3) Los elementos distintivos más importantes de los dos parecen ser, (a) el grado de acceso al mar, frecuentemente determinado por la presencia de una barrera a distancia de la costa, característica de la mayoría de las lagunas y (b) la cantidad de agua dulce recibida.

Day, (1982) resume las diferencias de la manera siguiente:

"...un estuario es comúnmente considerado como la

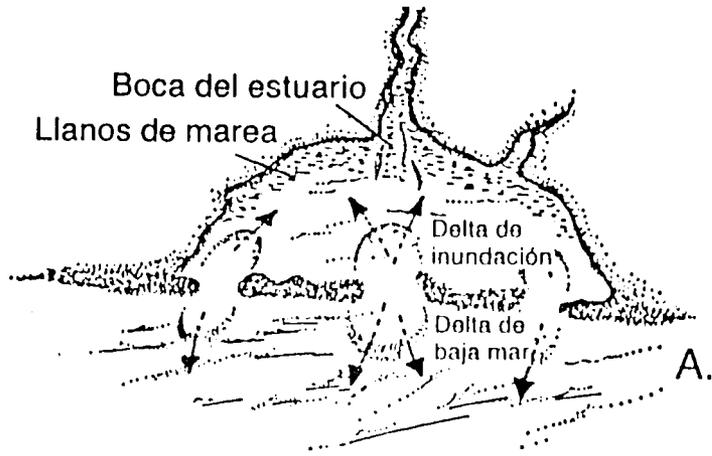
desembocadura de un río, mientras que una laguna costera es una entrada del mar, separada del océano por islas de barrera." Day reconoce que los dos sistemas son similares ecológicamente, de manera que "...podemos referirnos a un ambiente laguna/estuario."¹ Pero debe anotarse que las "lagunas" formadas por los arrecifes de coral son bastante diferentes, y no se incluyen en esta discusión.

Distribución

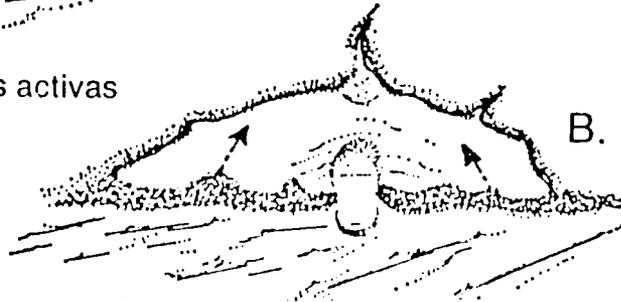
Los estuarios existen en muchas áreas alrededor del mundo, sin embargo, su ausencia es notable en las regiones áridas y semiáridas, donde grandes ríos son escasos y la descarga de agua es errática. En contraste, se conoce que las lagunas existen mundialmente y se estima que ocupan aproximadamente 13 por ciento de las costas en el mundo.² Áreas que contienen ambientes estuarinos y lagunares en forma extensa incluyen el Atlántico y el Golfo de Méjico, las costas de los Estados Unidos, Brasil, África Occidental, Nepal, las costas orientales y del sur del subcontinente del Océano Índico, las regiones suroccidental y suroriental de Australia, y el delta del Río Nilo.

Clasificación

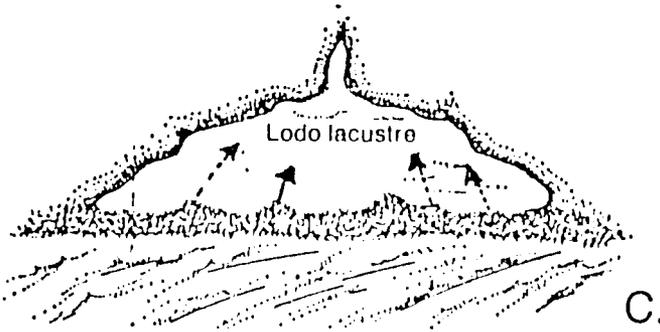
Las lagunas costeras han sido clasificadas en cuatro tipos básicos, de los cuales, tres se distinguen por su grado de acceso al mar (Figura 18). El primer tipo, la laguna, se caracteriza por su gran accesibilidad y por estar



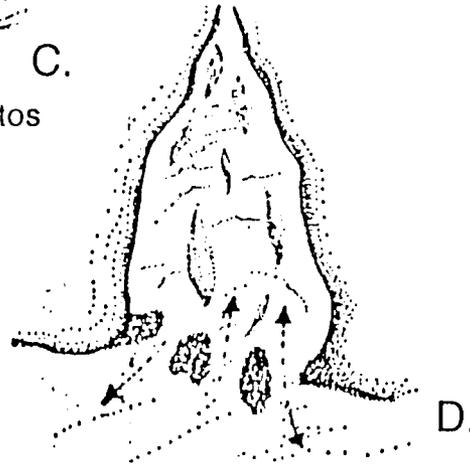
Laguna "abierta": mareas y olas activas



Laguna parcialmente cerrada:
dominan las olas y la corriente a lo largo de la costa



Laguna cerrada: dominan las olas y vientos



Laguna de estuario: dominan las mareas y el flujo entrante

Figura 18.
Clasificación de los tipos de lagunas: (a) "abierto"; (b) laguna en proceso de formación; (c) laguna cerrada o laguna cerrada por una barra de arena; (d) laguna de estuario. (Fuente: Ref. 1.)

principalmente bajo la influencia de una combinación de corrientes costeras y flujo de ríos. Lagunas parcialmente cerradas son frecuentemente el resultado de una corriente costera predominante sobre otras fuerzas, que frecuentemente contribuye a la formación de barreras a distancia de la costa. Lagunas cerradas o interceptadas se forman principalmente debido a la influencia de un régimen de vientos costeros y una corriente a lo largo de la costa. (Véase los casos de Erosión de Playas y Minado de Arena). El cuarto tipo de laguna recibe una gran influencia de las mareas y se asemeja bastante a muchos estuarios en su apariencia física.

Mientras que el esquema de clasificación está basado primordialmente en su accesibilidad al mar, los enfoques para clasificar los estuarios han empleado como criterio características sea geomorfológicas, sea relacionadas con los procesos físicos del sistema. Como un ejemplo de este último criterio, se han propuesto cuatro subdivisiones principales. Valles sumergidos de ríos se refieren a estuarios que fueron anteriormente valles de ríos durante el último período glacial, cuando el nivel del mar era aproximadamente 100 metros más bajo de lo que hoy en día es. Los fiordos se refieren a características costeras que han sido formadas por glaciares, y son caracterizadas por tener una forma de U o de V en corte transversal y en cuencas profundas. El estuario construido en barrera es un tercer tipo que corresponde estrechamente a su contraparte lagunar, siendo el grado de acceso al océano el criterio subjetivo que distingue a los

dos. El cuarto, son los estuorios formados por procesos tectónicos tales como aquellos cuerpos de agua con ingresos de agua dulce formados por el hundimiento de las fallas costeras.

No obstante la anterior clasificación, que el esquema posiblemente más ampliamente reconocido, identifica tres tipos estuarinos básicos, que representan tres puntos en el régimen de un conjunto continuo de salinidad.

El primero, denominado estuario estratificado, está caracterizado por sus límites bien definidos entre las aguas salinas y dulces, y se encuentra generalmente donde existe una gran proporción entre el flujo saliente de agua dulce y la intrusión de salinidad causada por las mareas. El segundo tipo ocurre donde la mezcla de mareas es suficientemente vigorosa como para impedir dicha estratificación de salinidad, produciendo en un cuerpo de agua bien mezclado u homogéneo. El tercer tipo de estuario y el más común, es el parcialmente mezclado, que mantiene un régimen intermedio de estratificación de salinidad.

Productividad

Tanto los estuarios como las lagunas mantienen niveles de productividad excepcionalmente altos, comparables, como un todo, a los arrecifes coralinos y los lechos de hierbas submarinas (que fluctúan frecuentemente entre valores de 10 y 25×10^3 Kcal/m² al año). Los valores de productividad variarán de acuerdo a los productores primarios predominantes, la latitud, la época del año, y ciertos aportes críticos y

limitantes de carácter físico y químico que entran al ecosistema. Entre los factores fundamentales más importantes una explican a estos altos grados de productividad se encuentran, (1) el papel clave de las aguas dulces y marinas en el suministro y renovación de nutrientes renovadores, material orgánico y oxígeno; (2) la radiación solar que es llevada al máximo como una fuente de energía debido a los fondos poco profundos característicos de estas áreas; y (3) las altas tasas de mezcla que facilitan el intercambio de oxígeno, la circulación de nutrientes y la eliminación de desechos (Figura 19).

El balance dinámico del estuario en total gira alrededor de la circulación del agua y depende en ella. La circulación vertical y horizontal transporta nutrientes, impulsa el plancton, mantiene y propaga lo que se considera "semilla" (larvas planctónicas de peces y mariscos), retira los desechos de la vida animal y vegetal del sistema, limpia el sistema de contaminantes, controla la salinidad, cambia los sedimentos, mezcla el agua, y lleva a cabo otras tareas útiles. El patrón específico del movimiento del agua que se puede encontrar en la porción del estuario de cualquier sistema costero es el resultado de las influencias combinadas de volumen de escorrentía, velocidad de flujo, acción de mareas, vientos, y en menor grado, fuerzas oceánicas externas.

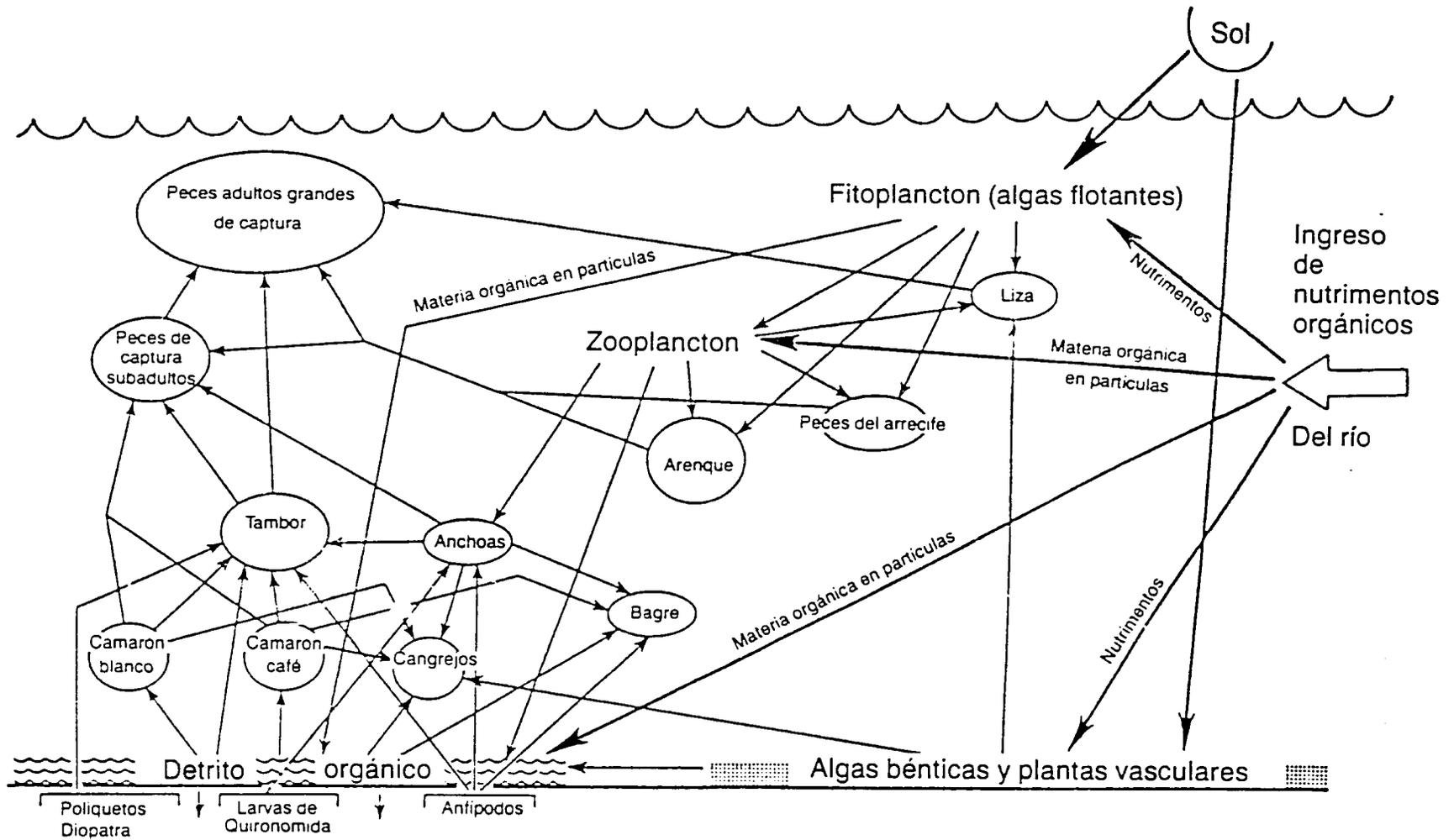


Figura 19. La compleja red trófica (alimentaria) del estuario.

Usos

Debido a la naturaleza semi-cerrada (protegida), y a la alta productividad que es característica del ambiente laguna\estuario, estos cuerpos de agua costeros ha sustentado el aprovechamiento por parte del hombre desde periodos prehistóricos. Algunos de los primeros usos consistieron ciertamente en la producción de alimento y sal. En adición a la continuación de dichos usos, las lagunas y estuarios de hoy en día, sirven para la navegación, el desecho de desperdicios, la maricultura, la recreación, y el desarrollo residencial. Además de estos usos "explotativos" directos sobre estos cuerpos de agua, algunas lagunas han sido drenadas para la producción agrícola, principalmente en áreas con escasez de terrenos, como en el caso de los Países Bajos.

Un segundo factor crítico es la salinidad. En estuarios la gradiente de salinidad empieza con una gran concentración en el océano, que disminuye hacia adentro del estuario, antes de llegar a cero a alguna distancia aguas arriba en algunos tributarios del estuario. Las lagunas mantienen una salinidad regular o más alta que la del océano, si el intercambio con el océano es limitado y la evaporación es alta. Como resultado de la amplia gama y variación en salinidad, estos cuerpos de agua mantienen diversos conjuntos de organismos, que se han adaptado a sus respectivos niveles de tolerancia salina. Mientras que algunas especies costeras toleran una gran variedad de salinidades, otras requieren una gama reducida para poder vivir y reproducirse exitosamente. Inclusive,

otras requieren diferentes niveles de salinidad en diferentes fases de sus ciclos de vida, conformándose a los ritmos estacionales regulares en la cantidad de escorrentía de tierra.

Así mismo, el fondo de las cuencas costeras es importante para el bienestar de estos cuerpos de agua. Estos proporcionan la forma y estructura básica de las cuencas, rigen el flujo del agua que pasa a través de ellos, y al mismo tiempo albergan las áreas de habitat más ricas de aguas costeras, ejemplificadas por lechos de cangrejos, arrecifes de coral, superficies sumergidas de hierbas submarinas, etc.

Enlaces

Los ecosistemas de lagunas y estuarios desempeñan papeles importantes que incluyen: (1) el suministro de una fuente de nutrimentos y materiales orgánicos, tanto para las áreas costeras, como para la áreas de agua dulce por medio de la circulación de mareas; (2) el suministro de un habitat para variedades de especies pesqueras valiosas desde el punto de vista comercial y para la recreación, que dependen del fondo de la cuenca para protección y alimento; y (3) la satisfacción de las necesidades de las especies migratorias oceánicas y costeras que requieren habitat poco profundos y protegidos para reproducirse y/o como refugio para sus crías (áreas de criadero).

Problemas

Debido al intenso apilamiento en los estuarios causado por su utilidad como puertos y atracaderos, los estuarios han recibido demandas que han creado una serie de impactos ambientales y la pérdida de sus recursos. Los efectos de una inadecuada planificación del aprovechamiento de los recursos del estuario, originan una variedad de impactos a largo plazo y a corto plazo que representan pérdidas económicas y costos de oportunidad.

Una fuente importante de degradación de lagunas y estuarios es su uso continuo como terrenos para eliminación de contaminantes. Además de la muerte de peces en una forma patente y otros efectos dramáticos, la contaminación causa una degradación penetrante y continua, evidenciada en la desaparición gradual de peces y mariscos, o una declinación general de la capacidad de carga del sistema. Las fuentes de contaminación más frecuentes son los productos químicos y los desperdicios orgánicos. Estos contaminantes crean un ambiente hostil que expulsa los peces, impide que los mariscos se reproduzcan y perjudica la cadena alimentaria.

El uso creciente de muchos de estos cuerpos de agua, para el transporte de petróleo, productos químicos y otros materiales tóxicos, ya sea por barcos, lanchones, u oleoductos o ferrocarriles, representa una continua amenaza para estos frágiles ecosistemas. Lo anterior es particularmente válido en el caso de estuarios y lagunas, debido a su lenta circulación, que permite la presencia de contaminantes a

niveles peligrosos.

En vista de la importancia de la circulación de agua en lagunas y estuarios, aquellas actividades que alteren la configuración o composición del piso de la cuenca, pueden crear disturbios que frecuentemente producen efectos de gran alcance. Los efectos más adversos provienen principalmente del dragado, que se realiza con el propósito de crear y mantener canales, rutas de navegación, cuencas para viraje, atracaderos y marinas, y otras actividades tales como la colocación de oleoductos y la obtención de materiales para relleno o construcción.

Un tercer problema que cada vez más amenaza al bienestar de estas áreas es el represamiento de ríos y/o la desviación de los mismos corriente arriba. Cuando se alteran o comunican más directamente porciones del sistema de las cuencas costeras, se rompe el patrón de flujo natural, y los estuarios pueden verse sobrecargados con oleadas de agua dulce. Esto no sólo causa disturbios en el ecosistema, sino que aumenta los peligros de inundación. Los estuarios más confinados (particularmente lagunas) son los que necesitan más controles de protección: franjas de amortiguación sobre los humedales; control de desagües y efluentes de aguas de tormentas; defensas contra el escurrimiento de suelos, fertilizantes, y pesticidas de las tierras altas costeras; restricciones en la localización de industrias, y así sucesivamente.

Pautas

Los ecosistemas de estuarios poseen una asombrosa capacidad natural para mantenerse y renovarse a sí mismos (p.ej., después de un disturbio) si se mantienen las características básicas del habitat que favorecen la formación del estuario. Sin embargo, estos ecosistemas se ven amenazados por factores que alteran permanentemente los patrones dominantes de salinidad, corrientes y ciclo de nutrimentos. Se puede lograr la conservación del ecosistema y sus recursos simplemente evitando que ocurra cualquier cambio significativo de dichos factores. Es importante reconocer que muchas de las fuerzas que pueden alterar perjudicialmente estos factores tienen su origen fuera del sistema mismo del estuario (agricultura aguas arriba, desviación de ríos). Por consiguiente, la conservación y el aprovechamiento de los estuarios depende de una planificación integrada y un manejo que incluya una gestión de las áreas corriente arriba. Con esto en mente, las pautas presentadas a continuación, son consideradas como los requisitos mínimos para mantener y perpetuar la laguna y los sistemas de estuarios a niveles altos de funcionamiento.

- 1) Lograr que se realicen los más altos niveles posibles de tratamiento de desechos industriales y urbanas que ingresan a las aguas de las lagunas y los estuarios. Las cuencas de lagunas y estuarios con una circulación restringida son susceptibles a sufrir

daños extremos a causa de la contaminación urbana e industrial. Por medio de tecnologías, puede tratarse efectivamente casi cualquier tipo de desperdicios. Por lo tanto no existe una razón técnica que permita un tratamiento insuficiente de desechos. Como una alternativa, algunas veces pueden ser conducidos por tuberías fuera de la costa, y ser derramados de una forma segura en aguas oceánicas más profundas. Ambas soluciones son costosas y por lo tanto pueden requerir sacrificios considerables; pero en la mayoría de los casos el costo puede ser justificado a largo plazo.

- 2) Ubicar lejos de los estuarios, aquellas instalaciones industriales que presenten un alto potencial de disturbar los ecosistemas de estuarios y lagunas. Las industrias con grandes egresos de desperdicios, tales como las plantas generadoras de electricidad que necesitan un alto consumo de agua del estuario, plantas químicas con descargas irremediablemente tóxicas, y terminales de transporte de petróleo, no deben estar localizados en cuerpos de agua de estuarios más pequeños o confinados que tengan mala circulación, a menos que no haya otra alternativa práctica. Si aquellas industrias se localizan en estuarios, van a requerir grandes instalaciones para tratamiento.

- 3) Exigir un control sobre escorrentías de aguas de tormentas y otras formas difusas de contaminación. El agua de tormentas muchas veces puede ser más contaminante que el mismo alcantarillado durante los primeros 25 mm de cada aguacero. Entre otras fuentes de contaminación difusa que afectan las lagunas y los estuarios se encuentran los tanques sépticos, basureros o muladares, rellenos y concentraciones de botes. Estas fuentes pueden causar una seria eutroficación de toxicidad donde los contaminantes se concentren en cuerpos de agua de estuarios confinados. La decantación, tratamiento, o conducción de desechos por cañerías hasta aguas afuera de la costa son algunas posibles soluciones.

- 4) Impedir el bloqueo a la circulación del agua. Las estructuras construidas en lagunas y estuarios deben ser diseñados de tal forma, que no interfieran significativamente con los flujos de agua. Lo anterior aplica en particular a muelles, atracaderos, desembarcaderos o descargaderos, y pilares para puentes. Específicamente, la solución es evitar la localización de estructuras en puntos críticos del estuario donde se puedan ver afectados flujos de corrientes importantes, y si las estructuras deben ser localizadas en dichos sitios, éstas deben estar

elevadas en pilotes, no construidas sobre relleno sólido.

- 5) Hay que tener cuidado con la excavación o eliminación de "las podreduras" del dragado. Seleccionar lugares apropiados para la extracción y depósito de material dragado para evitar efectos adversos en áreas de hábitat vitales, tales como lechos de hierbas submarinas, lechos de mariscos, arrecifes de coral y hábitat de suelos de cuenca productivos. La estación cuando las dragas tienen el permiso de operar, y sus modos de operación, deben ser controlados para reducir el derramamiento de materiales dragados en áreas biológicamente productivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Day, J.W., Jr. y Yanez-Arancibia, A., 1982. Coastal lagoons and estuaries, ecosystems approach. Ciencia Interamericana (Mar. Sci.). OAE Washington, D.C. 22(1-2):11-26.
 2. Barnes, R.S.K., 1980. Coastal lagoons. Cambridge University Press, Cambridge, 106 pp.
- Vtase también: Ecosistemas de Manglares (p.33); Lechos de Hierbas Submarinas (p. 85); Pesca de Captura (p. 135).

LECHOS DE HIERBAS SUBMARINAS

Descripción del recurso y del habitat

Las hierbas submarinas son plantas marinas productoras de semillas (halófitas) que existen en aguas someras, templadas, tropicales y cercanas a la costa. Pueden reproducirse por diseminación vegetativa, en adición a la producción anual y dispersión de semillas. En su capacidad de comunidad de plantas bénticas, son extremadamente productivos y están asociados con una abundante variedad de pequeños peces e invertebrados, tales como langostinos y cangrejos.¹ Las hierbas submarinas proveen para estos organismos un habitat y una fuente de alimentos que consisten en hojas de las hierbas, y las epifitas (principalmente algas) que viven en la superficie de las hojas, así como la microfauna, y las suculentas capas de microbios. Las hojas y los detritos de las hojas también constituyen una fuente de alimento para muchos otros animales marinos (p.ej., ciertos peces del arrecife) que visitan regularmente las áreas de hierbas submarinas tanto para paquer como para alimentarse de las plantas y sus animales asociados. Las comunidades de hierbas submarinas también son notorias por su habilidad para atrapar y agrupar sedimentos, lo cual combate la erosión de sedimentos superficiales.²

Distribución

Las hierbas submarinas dominan muchos de los ambientes templados y tropicales costeros del mundo, donde exista un

substrato apropiado y poco profundo, que cuente con agua de alta transparencia en áreas relativamente libres de un oleaje fuerte. Como resultado, es poco frecuente encontrarlas en gran abundancia cerca a playas de alta energía, particularmente dentro o cerca de la rompiente o en áreas de deltas de ríos importantes que lleven altas cargas de sedimentos. Su amplia gama es principalmente atribuible al hecho de que las hierbas submarinas, en general pueden tolerar una amplia escala de salinidades, que pueden variar en concentración desde un grado muy cercano al agua dulce, a uno de completa salinidad y aún alta salinidad (hipersalino).²

Se encuentran diferentes géneros y especies de hierbas marinos a diferentes profundidades óptimas. Los patrones de distribución observados resultan de diferentes adaptaciones competitivas relacionadas a un complejo conjunto de factores ambientales, que incluyen energía del oleaje, corrientes, turbidez del substrato y penetración de luz. La mayoría de las hierbas submarinas ocurren dentro de una escala de profundidad entre aguas medianamente bajas y 30 m de profundidad.² En general, las hierbas submarinas más desarrolladas se encuentran a profundidades mayores, mientras que las de hojas más delgadas y en lechos más dispersos se encuentran asociadas con porciones de bajo las mareas o entre ellas en la costa.

Tipos Estructurales

Las hierbas submarinas pueden presentarse en una variedad de patrones espaciales y de composición, tales como praderas muy mezcladas o uniformes que cubren grandes áreas, como pequeños parches o plantas dispersas y aisladas. Las hierbas tienen la capacidad de propagarse por medio de crecimiento vegetativo del sistema de rizomas de la subsuperficie. Así que su forma de crecimiento tiende a ser semejante a la de un césped, en contraste a aquél parecido a la hierba en manejo. Las hierbas submarinas prosperan donde existen sedimentos suaves, aunque algunas plantas individuales pueden sobrevivir en áreas de muy poco substrato (Figura 20). Este, en mayor grado que otros factores, es el responsable de sus formaciones estructurales, o la forma misma del lecho de hierbas submarinas.

Productividad

Las hierbas submarinas representan uno de los ecosistemas tropicales marinos de mayor producción. Se han estimado valores de peso en seco de productividad primaria neta han sido estimados a niveles hasta de 8 gramos de carbono/m² anualmente.¹ La alta productividad está asociada con el crecimiento de las hierbas submarinas y con la producción de las plantas epífitas adheridas a la superficie de las hojas. En adición a dichos recursos, el sistema de productividad de las hierbas submarinas, se ve incrementado por contribuciones de micro y macro algas bénticas, el fitoplancton, y la

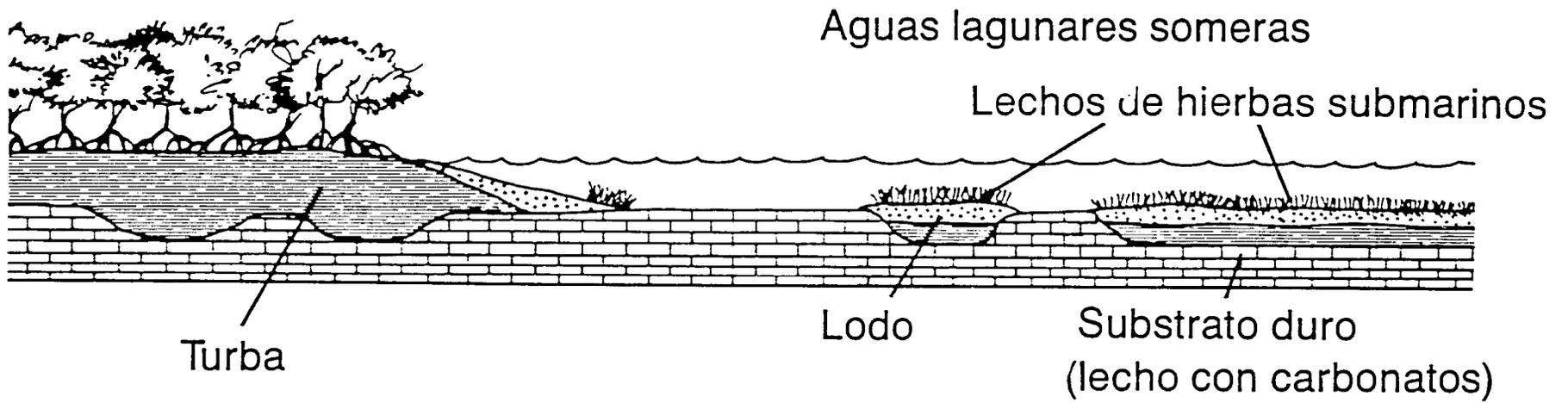


Figura 20. Control del sustrato de los lechos de hierbas submarinas.

vegetación con base en tierra.² Como una medida de comparación, se han determinado los niveles de productividad de dos géneros comunes de hierbas y se ha hallado que son más altos que los valores calculados para el cultivo de arroz y maíz en los Estados Unidos.²

Enlaces

La figura 21 ilustra que las contribuciones dominantes de la comunidad de hierbas submarinas consisten en el habitat que proporciona para una variedad de animales residentes y la producción orgánica que provee una fuente de alimento tanto para residentes temporales, como permanentes. Además del valor como recurso alimenticio de las hierbas submarinas, y sus epífitas, los pequeños peces residentes e invertebrados sirven como una fuente de alimentos a animales marinos más grandes que se encuentran en las aguas adyacentes. Durante los períodos de muertere regresiva (en regiones templadas), y durante eventos anuales de tormentas, las hojas laminadas de las hierbas submarinas se desprenden y son transportadas en masa fuera del sistema. Cuando este material es reunido en montones arrollados sobre la playas o las zonas entre las mareas, se convierte en un substrato de alimento y habitat para pequeños invertebrados durante el período de descomposición. Otras masas de material de hojas que son arrastradas a áreas más profundas fuera de la costa, también desempeñan un papel en la nutrición de otros organismos marinos. Otro de los papeles ampliamente reconocidos, es el

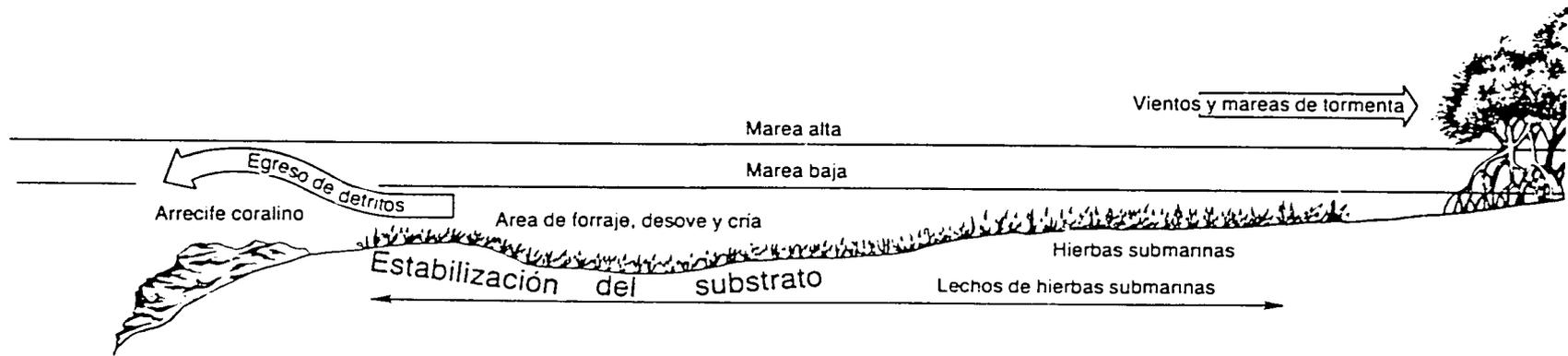


Figura 21.

FIGURE 21. Papeles beneficios de las hierbas submarinas en las aguas costeras tropicales. Las hierbas submarinas sostienen el sustrato, proveen un refugio especial para los jóvenes de muchas especies de peces, proveen alimento para muchos consumidores de hierbas (escaros y conchas), y exportan partículas de detrito (material vegetal) para que sea consumido por muchos otros organismos más pequeños en la cadena alimentaria.

que está asociado con el sistema de rizomas donde los sedimentos sueltos son consolidados y fijados en el lugar, particularmente durante tormentas.²

Usos

Mientras que las hierbas submarinas no tienen usos comerciales económicos o comerciales, se han informado que, se usan como una fuente de abono verde (fertilizante), sustancias químicas y forraje.³ Los usos principales y el valor ulterior de las hierbas submarinas residen en su papel suministrando un habitat importante y un recurso alimenticio para los peces cercanos a la costa, reptiles marinos y mamíferos, junto con la estabilización de la costa.³

Problemas

Los requisitos básicos de habitat de las hierbas submarinas son un substrato poco profundo y suave, y agua de alta transparencia. Además, requieren que exista circulación de las capas superiores de agua, que distribuye nutrimentos, material de substrato y extrae los productos de desecho metabólico. En las regiones donde existen, las hierbas submarinas no se desarrollan en áreas de poca profundidad que estén expuestas a mareas bajas, aunque pueden soportar una exposición breve durante períodos de marea excepcionalmente baja. Debido a que requieren una intensidad de luz relativamente alta, están limitados a profundidades de agua que no excedan los 20 metros, a menos que el agua de la

superficie sea extremadamente clara y transparente.⁴ Se encuentran comúnmente asociados con comunidades de arrecifes coralinos debido a sus similares requisitos en referencia al agua, la cual deber ser de una calidad superior. Por el contrario, es raro encontrarlos contiguos a sistemas de manglar debido a que las aguas allí son oscuras, y manchadas de materiales orgánicos, y cuando retroceden desde los manglares en las mareas descendientes, pueden limitar la fotosíntesis. Aunque las hierbas submarinas constituyen un grupo de especies de plantas bastante resistente, son sensibles en extremo a una excesiva cantidad de sedimentos a la sombra, contaminación del agua y prácticas pesqueras de arrastre o rastreo que raspen el lecho marino.⁵ Los sedimentos y el ensombrecimiento de las aguas reducen los niveles de luz, lo cual produce en una baja en la tasa de fotosíntesis o, en casos extremos, pueden inhibirla por completo. Ciertos contaminantes en el agua tienen efectos tóxicos en el crecimiento y desarrollo no solamente de las hierbas submarinas, sino también de muchos de sus animales asociados. También son sensibles a descargas de agua caliente y son eliminadas de las zonas sujetas a la efusión de agua de plantas generadoras de electricidad.⁶ Por razones que no han sido claramente establecidas, las hierbas submarinas sólo vuelven a poblar muy lentamente áreas que hayan sufrido los efectos de un dragado, si es que lo llegan a hacer.⁷ Típicamente, cuando una comunidad de hierbas submarinas es eliminada, sus asociados marinos también desaparecen del área.

Los problemas más grandes que afectan las hierbas submarinas hoy en día alrededor del mundo son su destrucción debido a un extenso dragado y relleno para la construcción, la contaminación del agua, que incluye la eliminación de salmuera proveniente de las plantas de desalinización y plantas productoras de petróleo, introducción de desechos alrededor de instalaciones industriales, derrames accidentales de petróleo o de sus derivados y descargas térmicas de plantas generadoras de energía. La pérdida de hierbas submarinas también es un indicativo de una pérdida significativa en la producción animal marina, principalmente debida a la destrucción del habitat.⁶ En muchas áreas la desaparición de las comunidades de hierbas submarinas, es únicamente detectada por los pescadores del lugar, debido a que a diferencia de los manglares y los arrecifes de coral, las comunidades de hierbas submarinas no son evidentes para la mayoría de los observadores.

Pautas

Como sucede con todos los sistemas biológicos, las hierbas submarinas y su fauna asociada poseen la capacidad natural para sobrevivir y perpetuarse a sí mismas bajo condiciones ambientales normales o típicas que definen su habitat. Por consiguiente, la pautas de manejo reflejan la simple necesidad de preservar dichas condiciones. Cualquier acción iniciada en la zona costera debe por lo tanto tener en consideración e incorporar los siguientes lineamientos:

- 1) El dragado y el relleno deben ser evitados por norma general, en áreas dominadas por lechos de hierbas submarinas. Cuando estas actividades tienen lugar en áreas contiguas, se debe tener la precaución de que los sedimentos de limo no sean transportados a los lechos de hierbas submarinas. Lo anterior puede ser logrado por medio del uso de varios artefactos llamados barreras de limo, y por medio de una estrategia de dragado que asegure que la circulación cercana a la costa y las corrientes de marea muevan el limo fuera de las áreas de hierbas submarinas.

- 2) Las obras de ingeniería propuestas para ser realizadas en la costa (p.ej., malecones en atracaderos, muelles) que alteren significativamente los patrones de circulación, deben ser diseñados para evitar o reducir al mínimo sea la erosión, sea el depósito en áreas aledañas a la zonas de hierbas submarinas. El diseño estructural real debe estar basado en las circunstancias locales específicas.

- 3) Los procedimientos actuales de eliminación de desechos líquidos deben ser revisados y modificados donde sea necesario evitar que desperdicios deletéreos entren a la zonas de hierbas submarinas. Estos desperdicios incluyen desechos industriales,

descargas termales y salobres, bombeo de agua, y escorrentía de zonas urbanas. En la mayoría de los casos, las alternativas incluirán una selección de áreas diferentes de desecho, específicamente, la ubicación de cañerías.

- 4) Las prácticas de arrastre o rastreo y otras operaciones de captura pesquera perjudiciales deben ser modificadas para reducir al mínimo el daño a los lechos de hierbas submarinas. El modo más eficiente sería vedar la práctica de rastreo sobre los lechos marinos donde existen extensiones de hierbas submarinas.
- 5) Los esquemas de desviación de aguas que alteren la salinidad natural deben considerar su efecto sobre las comunidades de hierbas submarinas y su biota asociada. El mantenimiento de la salinidad dentro de niveles aceptables puede ser logrado por medio de una programación adecuada de la descarga de aguas.
- 6) Se deben tomar medidas preventivas para evitar que los derrames de petróleo contaminen las comunidades de hierbas submarinas. Esto puede alcanzarse por medio de de medidas de ubicación, un programa de vigilancia, y el desarrollo de un plan en la eventualidad de un derrame de petróleo.

- 7) Los lechos de hierbas submarinas deben ser identificados y cartografiados en un inventario de recursos, antes de que se realice la aprobación de cualquiera de los proyectos y actividades antes mencionadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Thorhaug, A., 1981. Biología y manejo de hierbas submarinas en el Caribe. *Ambio*, 10(6):295-298.
2. Thayer, G.W., Wolfe, D.A., y Williams R.B., 1975. The impact of man on seagrass systems. *Am. Sci.*, 63:288-296.
3. Mc Roy, C.P. y Helffrich, C., 1980. Applied aspects of sea grasses. En: R.C. Phillips y C.P. McRoy (Editores), *Handbook of Seagrass Biology: An ecosystem perspective*. Garland STPM Press, New York, 297-343 p.
4. Livingston, R.J., 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 7:1-12.
5. Zieman, J.C., 1975. Tropical seagrass ecosystems and pollution. En: E. J. Ferguson Wood y R.E. Johannes (Editores), *Tropical Marine Pollution*. Elsevier Oceanography Series, 12. Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam, Holanda, 52-62 pp.
6. Zieman, J.C., Jr., 1970. The effects of a thermal effluent stress on the seagrasses and macroalgae in the vicinity of Turkey Point, Biscayne Bay, Florida. *Florida, Univ. of Miami*, 129 pp. *Disertación*.
7. Van Eepoel, R.P., Grigg, D.I., Brody, R.W. y Raymond, N., 1971. Water quality and sediments of Lindbergh Bay, St. Thomas. *Carib. Res. Inst. Water. Poll. Rept. No. 11*, 33 p.

Véase también Minería Costera y Marina (p. 265); Puertos, Canales, y Atracaderos (p. 196)

PARTE II
EL MANEJO DEL DESARROLLO COSTERO

II. EL MANEJO DEL DESARROLLO COSTERO

Esta sección presenta una guía para el manejo o gestión de los desarrollos costeros. El objetivo es sugerir, para cada uno de los 17 diferentes tipos de desarrollo, vías o alternativas para mejorar la selección del sitio, el diseño del proyecto, y las técnicas de operación de manera que se puedan conservar en una forma más eficiente los recursos naturales renovables de las costas. Esta sección está encaminada a encontrar el balance adecuado entre las ventajas inmediatas que puede ofrecer el desarrollo y las ventajas a largo plazo que trae la conservación. En general, un desarrollo bien planeado aportará a la prosperidad de la región costera en general, mientras que un desarrollo pobremente planificado acarreará, tarde o temprano, efectos negativos.

Como lo demostrarán muchas de las pautas o lineamientos siguientes, el manejo del desarrollo costero puede comprometer eventos muy distantes de la costa; por ejemplo, el desmonte de vegetación para la agricultura en la cuenca de una corriente que vaya a desembocar a la costa o una conservación inadecuada del suelo en las zonas agrícolas de tierras altas. Consecuentemente, la planificación orientada a las zonas costeras debe considerar los efectos de varios tipos de proyectos de tierras altas, por el bien de la conservación de los recursos costeros.

Al final de cada módulo se ofrecen consejos específicos de manejo para cada tipo de desarrollo en forma de pautas. Algunos consejos de gestión de una naturaleza más general son ofrecidos después en una lista de cinco metas de manejo general de costas. Cada iniciativa de desarrollo costero debe ser revisada primero a la luz de estas metas antes de que sea revisada a la luz de los lineamientos para el desarrollo específico en cuestión.

- 1) (Reconocen los planes y estudios de la iniciativa de desarrollo, los efectos potenciales sobre los recursos costeros renovables y proveen medidas para su protección?
- 2) Si el proyecto de desarrollo se localiza en una cuenca en tierras altas, (se le ha dado la consideración apropiada a los efectos que causarán las alteraciones del flujo del río o de la calidad de agua sobre los recursos costeros aguas abajo?
- 3) (Se ha considerado detenidamente el mantenimiento de las condiciones físicas de la transición tierra/mar, o se han identificado y protegido las áreas ecológicas críticas tales como los humedales, lechos de hierbas submarinas, áreas de reproducción de peces y mariscos, etc.?

- 4) (Se han tomado precauciones adecuadas para evitar la descarga de contaminantes y nutrimentos en exceso en las aguas costeras, tales como los desechos industriales y el alcantarillado municipal?)
- 5) Se ha prestado la suficiente atención al mantenimiento de los siguientes puntos:?
- * Salinidad del ambiente acuático.
 - * Temperaturas del ambiente acuático.
 - * Patrones naturales de mareas y circulación de agua.
 - * Patrones naturales de afluencia de agua dulce.
 - * Claridad y transparencias de las aguas en la actualidad.

AGRICULTURA

AGRICULTURA COSTERA

Introducción

A medida que en el mundo las existencias de tierra potencialmente desarrollable y arable decrecen, crece una apremiante necesidad de utilizar y desarrollar tierras marginales con fines agrícolas. Se incluyen muy frecuentemente en dicha categoría, las áreas de entre mareas que son principalmente habitat de bosques de manglar, aunque también constituyen objetivos para utilización las lagunas, marismas y terrenos de turba. (Véase el Estudio de Caso de Indonesia). Aunque muchos estudios de suelos identifican estos sedimentos como marginales, submarginales e inadecuados para la agricultura, el limitado éxito en el cultivo de arroz (p. ej., en Asia y Africa) ha incitado la conversión adicional de estos habitat para usos agrícolas. El cultivo preferida es el arroz, puesto que puede soportar inundaciones y anegaciones, además de contar con una tolerancia moderada a la salinidad. Pero, muchos cultivos nuevos se explotan son cultivadas en áreas que reciben influencia de las mareas, por ejemplo 115,000 de las 250,00 hectáreas del pantano de marea bajo cultivo en Indonesia están cultivadas con árboles frutales, hortalizas y cultivos "industriales" y "palawijz" (cultivos alimenticios secundarios).¹

Problemas

En partes de Asia y Africa, por siglos el arroz ha sido cultivado exitosamente en los bordes que dan a la tierra firme

de la zona de manglares.¹ Sin embargo, las prácticas actuales de desarrollo tienden a dar más énfasis a las partes más bajas e inundadas de la zona de manglar. En la práctica se desmonta el área de manglar, se construye un dique, (muelle) para prevenir inundación por las mareas, y luego se drena (Figura 22). El agua lluvia y/o la inundación con agua dulce reduce la salinidad por medio de la lixiviación y el drenaje de sal acumulada. Algunas veces se aplica cal o yeso para evitar que el suelo se vuelva ácido. En las mejores condiciones mas ideales, se obtiene un rendimiento de 2 a 4 toneladas de arroz/ha al año, sin embargo, es más común obtener un rendimiento de 1 a 2 toneladas.² Cuando las cosechas de arroz no llegan a justificar la inversión inicial y los costos anuales de operación, se abandonan los terrenos. Después de que se han abandonado, la recuperación de los suelos sería muy difícil y lenta a menos que los diques sean destruidos y los terrenos reabiertos para introducir un completo flujo y reflujo de agua.

Existen dos clases de problemas asociados con el uso agrícola del ambiente costero. El primero, está definido en el termino, "aprovechamiento", y lo que implica que un recurso se desperdicia a menos que se haga algo a directamente para captar los beneficios de aquél recurso potencial, es decir, la tierra cultivable. Intrínsecamente el concepto ignora el hecho que aquellos habitat y recursos cerca de la costa tienen un valor económico y social en su estado natural. No solamente no se necesita este aprovechamiento para captar los beneficios

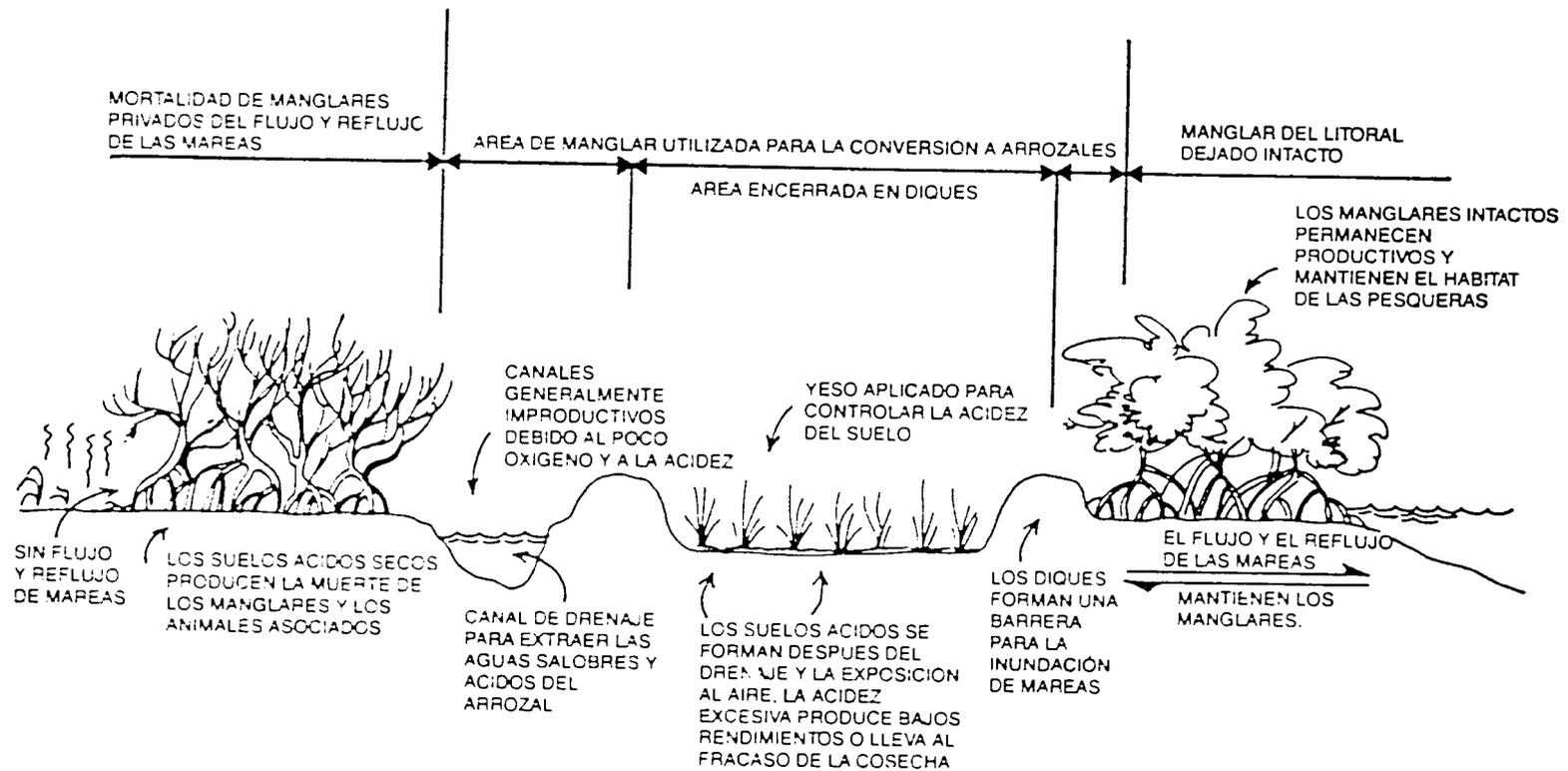


Figura 22.

Habitat de manglar de entre mareas transformado en a zona agrícola arrocerera. Las áreas del bosque de manglar han sido desmontadas o taladas y en ellas se han construido diques para prevenir la inundación por parte de las aguas salinas de las mareas. El área represada es entonces lixiviada con agua dulce (del agua lluvia o irrigación con agua dulce), para remover el exceso de sal y de ácidos que se forman después del drenaje y la exposición al aire. Cuando la formación de suelos ácidos de sulfatos no puede ser controlada por medio de la lixiviación y la aplicación de yeso, los rendimientos de las cosechas se ven reducidos y existe un alto riesgo de un fracaso total de la cosecha. El impacto total de la formación de los diques excede el área específica que ha sido convertida, debido a que los hábitat tierra adentro que se ven privados de la influencia beneficiosa del flujo y reflujo de las mareas, reciben grandes presiones y finalmente terminan por deteriorarse. Las áreas intermareales a la agricultura representa un uso muy malo en zonas de suelos de ácidos sulfáticos, como donde hay la posibilidad de formación de resultado de un bajo rédito económico y la pérdida de la base del recurso natural.

económicos del recurso, sino que por el contrario, los destruye en su mayor parte. Comúnmente, el proceso de conversión en sí mismo no solamente afecta el área utilizada, sino que también interrumpe el flujo de las aguas de la superficie necesario para el mantenimiento y la supervivencia del resto de las áreas naturales, a menos que se tomen medidas para que se preserve el patrón hidrológico natural.

Adicionalmente, en áreas donde se propone efectuar alteraciones hidrológicas, éstas deben limitarse al área específica que se someterá a la producción agrícola.

El segundo tipo de problema tiene que ver con la baja probabilidad de éxito de la conversión de los sedimentos costeros a tierra agrícola y lograr que éste sea adecuada, particularmente para la producción de arroz. En general, solamente aquellas tierras que se encuentran sobre el nivel medio del agua deben ser consideradas para conversión, reduciendo así al mínimo las pérdidas agrícolas causadas por inundación e intrusión de salinidad. Sin embargo, son pocas las regiones en el mundo libres de ciclones, aguajes (tsunamis) y otros fenómenos climáticos potencialmente catastróficos; así que en este sentido, deben usarse registros meteorológicos y de mareas para establecer la elevación de los diques de protección más arriba del nivel de inundación predicho para grandes tormentas u oleadas de mareas.

En general, la fertilidad de los sedimentos y las condiciones del microhabitat que promueven la alta productividad de los bosques de manglar se pierden cuando el

bosque es desmontado o talado y aquél suelo anteriormente húmedo queda expuesto al aire y se deja que se seque. Entre los procesos químicos que ocurren se cuentan la rápida oxidación del azufre de pirita (sulfuros de hierro) que forma ácido sulfúrico, creando un bajo pH del suelo. Tales suelos son llamados suelos ácidos de sulfatos.³ En estas condiciones, si puede aplicar cal o yeso para elevar el pH del suelo a un nivel aceptable de manera que sea posible el crecimiento de plantas, sin embargo, esta práctica no siempre tiene éxito. En suelos levemente ácidos dicha alternativa puede dar resultados. Sin embargo, en suelos muy ácidos, puede ser poco práctica, debido a la enorme cantidad de cal y yeso necesaria para neutralizar la condición ácida del suelo. También asociada con el cambio progresivo de las condiciones del suelo, y el descenso del pH se encuentra la creación de niveles tóxicos de aluminio.

Los metales, como el hierro (el cual está normalmente presente en concentraciones altas pero no disponibles en los sedimentos de los manglares), son liberados y pueden también alcanzar niveles tóxicos que podrían afectar la producción agrícola. En contraste, suelos con este tipo de alteración exhiben deficiencias de fósforo y zinc, los cuales son nutrimentos minerales indispensables para el crecimiento de las plantas. Como resultado, las necesidades de fertilizantes aumentan después de que las existencias originales de nutrimentos han sido utilizadas en el crecimiento de las plantas.

Otros problemas sobresalientes asociados con la producción de arroz sobre antiguos sedimentos de manglar son los asentamientos, las enfermedades y daños causados por los insectos, inundaciones, sequías y el perjuicio causado por la sal durante la estación seca. Aunque estos problemas afectan muchos tipos diferentes de cultivos agrícolas, éstos parecen exhibir una incidencia más alta en aquellas localidades tomados a los manglares. El fracaso de muchos esquemas de utilización en Africa y Asia ha sido atribuido a los sedimentos ácidos y a la excesiva inundación; los cuales son sintomáticos ya sea de una pobre selección de sitio, de la falta de ensayos de factibilidad en los sitios propuestos.^{4,5} En algunas áreas, los estanques para el cultivo de arroz a elevaciones bajas, demasiado cerca del agua están en peligro de ser inundados por tormentas marinas, sufrir pérdidas del cultivos y experimentar el derrumbamiento de diques.

Desde un punto de vista económico, los suelos costeros que son normalmente marginales para una eficiente producción agrícola, pueden ser usados en agricultura de tal manera que se asegure tanto el éxito de la producción, como una pérdida mínima de habitat y recursos asociados. Lo anterior requiere aceptar que no todos los suelos están dotados de la misma flexibilidad y que los habitat que van a ser aprovechadas pueden ofrecer un valor económico y social más alto, cuando se los deja intactos. Deben llevarse a cabo estudios de viabilidad antes de que se usen estas de tierras marginales con el objeto de asegurar que se justifica la inversión y que

los costos de oportunidad son mínimos.

Todas las partes comprometidas con la expansión de la agricultura a costa de los bosques de manglar y otros recursos costeros críticos, deben ser responsables del cambio efectuado. Los manglares mantienen las reservas de peces, protegen el litoral, purifican el agua, y producen docenas de productos valiosos. Se debe conocer y responder de la magnitud de la pérdida de estos valores al ocupar y apoderarse de dichas tierras para desarrollar la agricultura de arroz. En este sentido, es apropiado considerar el siguiente consejo obtenido de estudios realizados en Indonesia⁶ (véase también subsecciones específicas sobre manglares en este libro):

La conversión de ecosistemas de manglar en tierras agrícolas o en concesiones madereras con un único propósito, producirá generalmente una pérdida neta de ingreso de divisas, producción de proteínas, y tal vez empleo. Diversos análisis pueden y deben realizarse antes de que se llegue al auge irreversible para la explotación. Para dicho análisis los administradores deberían considerar los siguientes puntos acerca de los manglares: (1) Muchas comunidades de peces desarrolladas y todavía por desarrollarse dependen por completo de los ecosistemas de manglar. Esta dependencia parece ser especialmente pertinente en el caso de las larvas de camarones (género peneidae) que son capturados lejos de los manglares. (2) Los manglares protegen los litorales de oleajes, mareas, y tormentas. Por lo tanto, los estanques para la agricultura y la cosecha de madera no deberían por lo tanto ocurrir dentro de 500 metros o más del litoral, para poder preservar los manglares. (3) Los manglares proveen una multitud de productos y servicios a las aldeas locales. (4) Los manglares, generalmente se mantienen por sí mismos y requieren poco, o ningún manejo económico para sustentarse.

Pautas

Puede esperarse que la demanda por nuevas tierras para la agricultura continuará aumentando y que más y más tierras marginales en la zona costera serán el foco de intentos de

utilizar la tierra para el desarrollo agrícola. Aunque parte de la tierra potencial es adecuada para realizar una conversión a la agricultura, la mayoría de la tierra tal vez no alcance niveles de ganancia o justifique los costos de la producción agrícola. Con estudios de factibilidad adecuados e inventarios de recursos para guiar la selección de la tierra que se va a utilizar, y con una serie de normas que protejan y retengan las partes críticas de mantenimiento de los sistemas naturales, la relación del éxito al fracaso puede mejorar considerablemente. Haciéndolo así, el valor de los redimientos agrícolas derivados de la conversión, podrían justificar la pérdida del hábitat natural valioso original. Las siguientes pautas dan énfasis a los siguientes puntos:

- 1) No deben desarrollarse los suelos que sean potencialmente ácidos de sulfatos, sino que deben dejarse sin alterar cubiertos con su vegetación natural. El riesgo de obtener un rendimiento bajo o un fracaso absoluto no justifica la destrucción de la base de recurso.
- 2) La inundación debe restringirse solamente al área específica de producción agrícola. El ciclo hidrológico en áreas contiguas y adyacentes debe permanecer lo más intacto posible. Los beneficios de reducir al mínimo la destrucción de otros recursos naturales y hábitat debe ser considerada con anterioridad a su destrucción, esto es para no

- destruir otros recursos naturales y habitat.
- 3) En general, las áreas consideradas para cultivo deben estar localizadas sobre el nivel medio del agua del mar, y si la inundación por tormentas es un problema, deben ser colocadas tierra adentro, lo suficientemente lejos como para evitar la inundación por los oleajes de tormentas y el derrumbamiento de diques.
 - 4) Los canales de drenaje deben construirse de tal forma que reducen al mínimo la lixiviación y eliminación de aguas salobres y acídicas del área convertida; los desperdicios del desague no deben entrar directamente las áreas de manglar del estuario.
 - 5) Debe obtenerse la seguridad por parte de los diseñadores del proyecto que habrá suficiente agua dulce disponible durante la estación seca para mantener la producción agrícola durante las sequías. Sin embargo, la demanda no debe agotar los suministros de agua subterránea o promover la intrusión de salinidad.
 - 6) En caso que los campos agrícolas tengan que ser abandonados, deben abrirse brechas en los diques para permitir de nuevo la inundación estacional y la regeneración de la vegetación local.
 - 7) Antes de que se emita cualquier permiso, aprobación o financiamiento para la conversión de las áreas costeras a la agricultura, hay que realizar un

inventario y una evaluación completa y detallada de los beneficios de los bosques de manglares naturales u otros recursos costeros y un análisis de las alternativas de cambio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hamilton, L. y Snedaker, S.C., 1984. Mangrove Area Management Handbook. Environment and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii.
2. Ponnampereuma, F.N., En Prensa. Mangrove lands of South and Southeast Asia as potential rice lands. En: E. Soepadmo (Editor). Proc. Asian Symposium on Mangrove Environment: research and management. Univ. Malaya, Kuala Lumpur, 25-29 August 1980.
3. Dost, H. (Editor) 1973. Acid sulfate soils. Publication 18, Vols. I and II. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen, Holanda, 701 p.
4. Blasco, F., 1983. Mangroves of Gambia and the Senegal: ecological statue-evolution. Report prepared for UN Sahelian Office, 1, UN Plaza, New York, 10077. C.N.R.S./Universite' Paul Sebatien; Toulouse, Francia.
5. Ponnampereuma, F.N. y Bandyopadhyaya, A.K. 1980. Soil salinity as a constraint on food production in the humid tropics. En: Soil related constraints to food production in the tropics. I.R.R.I., Los Banos, Filipinas.
6. Turner, R.E., 1984. Coastal fisheries, agriculture, and management in Indonesia: Case Studies for the Future. In: Coastal Case Studies, Coastal Publication No. 2, Renewable Resources Information Series, Research Planning Institute, Columbia, South Carolina.

Véase también: Agricultura en las Tierras Altas (p.113).

AGRICULTURA EN LAS TIERRAS ALTAS

Introducción

Las actividades agrícolas en tierras altas son relevantes para los recursos costeros dondequiera que haya cuencas que desagüen directamente en ambientes costeros. Entre los usos más importantes de las tierras altas que afectan los ecosistemas costeros se cuentan la deforestación o la eliminación de vegetación de cuencas, lo cual altera las características de escorrentía de aguas y sedimentos, la escorrentía de productos químicos asociada con la aplicación agrícola de fertilizantes, pesticidas y desvío de aguas. Estas fuentes representan una preocupación especial tanto para el usuario como para el administrador de costas. En la mayoría de los casos un mal entendimiento de las relaciones físicas fundamentales que conectan los componentes río arriba y los componentes costeros de una cuenca, impide encontrar soluciones efectivas para detener o evitar la degradación de las costas. Aún más, la falta de entendimiento de estos enlaces, está frecuentemente mezclada con vacíos de información referentes a los usos de tierras altas. Finalmente, aún cuando se tengan a mano los datos y las posibles soluciones, la mayoría de los mecanismos legales e institucionales carecen de la flexibilidad para incorporar las preocupaciones costeras dentro del proceso de planificación. En los países en vías de desarrollo, muchos de estos asuntos adquieren una mayor importancia a medida que las altas tasas

de crecimiento demográfico constituyen una presión continua y creciente sobre los recursos terrestres, la mayoría de los cuales tienen estructuras deficientes capacitados como para recibir un uso intensivo por parte de hombre.

Problemas

Las actividades agrícolas en las zonas de tierras altas de las vertientes pueden causar impactos dentro del ambiente costero por medio de una variedad de mecanismos de transferencia, de los cuales el más importante es el agua (Figura 23). El agua de los ríos representa el agente primordial para el transporte de nutrimentos, materiales orgánicos y sedimentos a las aguas costeras, y es la principal fuente de agua dulce requerida para mantener los regímenes de salinidad en varios de los ecosistemas descritos anteriormente. Tal vez el más insidioso de los problemas costeros asociados con la agricultura de las tierras altas tiene que ver con el retiro o desviación de agua dulce. Esta práctica contribuye no sólo a reducir directamente estas entradas de importancia crítica, sino que también conduce a una serie de problemas secundarios, tales como la disminución de la producción de peces y el aumento de la salinización de las tierras bajas.^{1,2,3} En una práctica agrícola similar, el aumento del flujo de agua fresca asociado con la canalización puede también conducir a la alteración del régimen hidrológico costero, al disminuir la salinidad y causar la degradación de los ecosistemas marinos sensibles a la salinidad.⁴

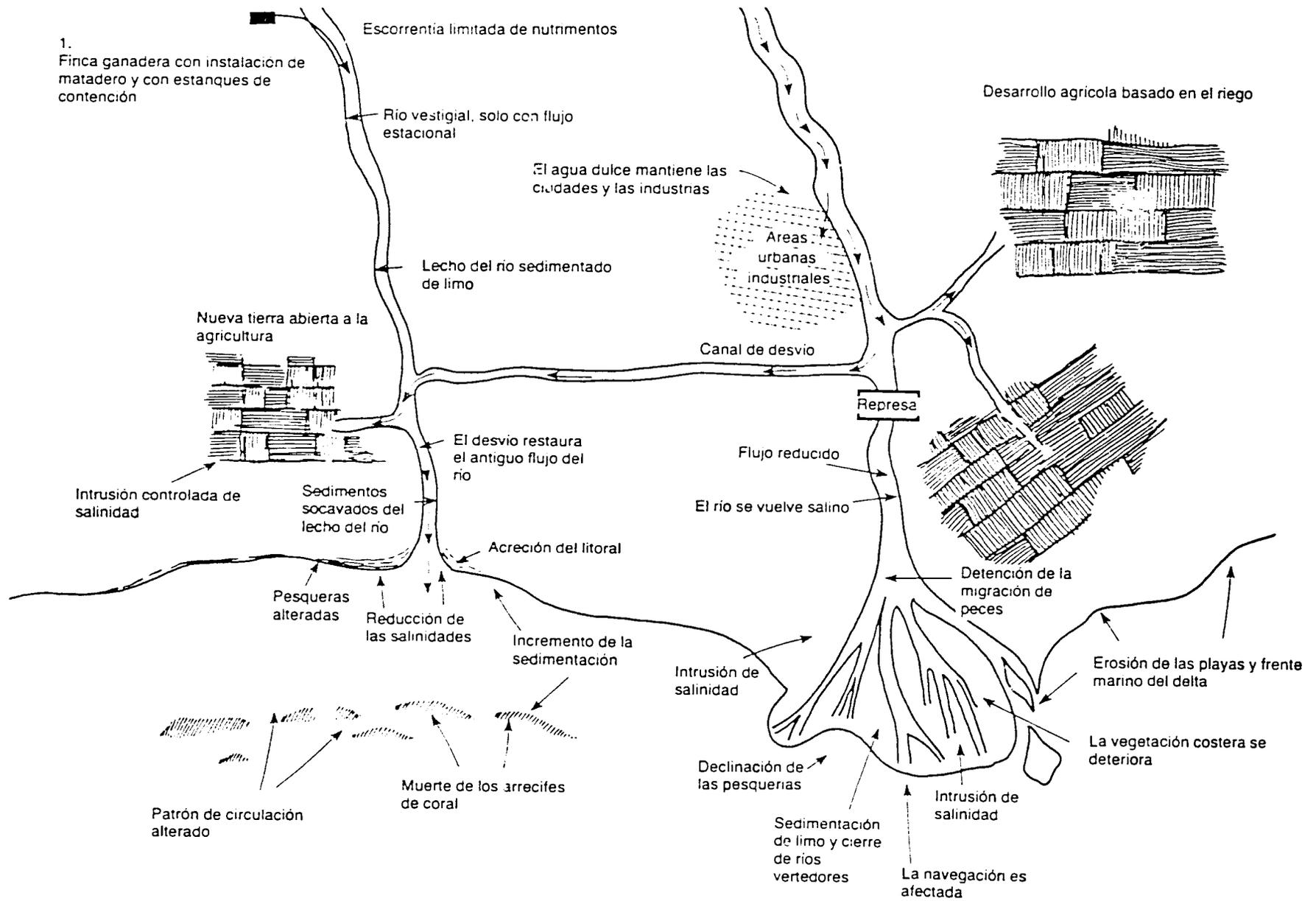


Figura 23. Influencia de la agricultura en las tierras altas sobre los recursos costeros.

Un segundo conjunto de problemas asociado con el uso agrícola de las tierras altas está relacionado con la aplicación de productos químicos deletéreos a los cultivos para aumentar su rendimiento. La transferencia de estos productos químicos tóxicos de los sitios de cultivo a la zona costera, puede dar por resultado en su interacción con los procesos naturales, produciendo impactos sobre los organismos marinos y del estuario en el ambiente cercano a la costa. Cuando los productos agroquímicos agrícolas, incluyendo los pesticidas, herbicidas, fertilizantes y otras enmiendas son introducidos a las cadenas alimentarias marinas, pueden provocarse cambios deletéreos en los animales y plantas marinas sobre la costa, contribuyendo eventualmente a crear peligros para la salud de los habitantes del lugar que capturan los peces, crustáceos y otros organismos alimenticios dentro del área afectada.⁵

Relacionados con el transporte de estas sustancias tóxicas están los efectos asociados con el aumento en la carga de sedimentos atribuida a la erosión inducida por el hombre. El suelo aflojado por el cultivo o expuesto durante el barbecho, frecuentemente se erosiona y los sedimentos entran a las áreas costeras, causando alteraciones o la pérdida de hábitat (particularmente donde habitan los organismos sensibles a los sedimentos, tales como las hierbas submarinas y los arrecifes de coral).

Una segunda fuente importante de sedimentos de las tierras altas se origina en el mal manejo de tierras que puede incluir la deforestación, pastoreo excesivo, y labranza sobre laderas demasiado empinadas. La destrucción y conversión de la cubierta de bosque contribuyen a eliminar un importante medio de estabilidad del suelo y de contención de la escorrentía de agua dulce. Adicionalmente a estos papeles, los sistemas de bosques sirven para liberar humedad a través de la evaporación, suministrando así lluvia a otras áreas.⁶ Su eliminación implica no solamente un fomento en la pérdida del suelo, sino que parece contribuir a la reducción de la precipitación lluviosa en áreas adyacentes,

aumentando las probabilidades de que la aridez contribuya aún más a la pérdida de suelos.

El pastoreo de ganado produce la compactación de los suelos causada por el pisoteo de las reses. En general, los suelos compactados tienen una baja capacidad de infiltración y producen tasas más altas de escorrentía en las cuencas. También, debido a que el ganado utiliza consistentemente los mismos pequeños senderos durante su pastoreo, se crean surcos en el suelo, los cuales se convierten en canales de rápida escorrentía durante las lluvias. En tierras muy inclinadas los canales pueden conducir finalmente a la erosión de hondonadas o barrancos. Frecuentemente, cuando las cuencas tienen pastoreo de cabras, la eficiencia de estos animales en extraer la vegetación conduce al agravamiento de los problemas de escorrentía y erosión aceleradas. En general, los efectos globales incluyen la alteración del hidrociclo en el ambiente costero y un aumento en la tasa de sedimentación aguas abajo.

Los costos ambientales y económicos en las costas asociados con un uso desatinado de las tierras altas fue el foco de uno de los estudios de casos (el Río Kenia). Los costos incluían la muerte de los arrecifes coralinos, la reducción de la calidad del agua, el relleno de las bahías, la declinación del turismo, y la posible disminución de la producción pesquera.

Tal vez el caso mejor documentado de impactos costeros y marinos atribuido a la modificación de las cuencas tributarias, es el de la Bahía de Kaneohe en la costa noreste de Oahu, en las Islas de Hawai. La bahía en cuestión mide 55 km, tiene un litoral de 8.8 kilómetros, y una extensión de la cuenca total de 46 kilómetros; sufrió una degradación de los corales derivada de las alteraciones causadas por el hombre en la cuenca posiblemente cerca a las postrimerías del siglo pasado, cuando el pastoreo excesivo en las laderas inclinadas aumentó la erosión y las cargas de sedimentos corriente abajo.⁷ Desde aquellos tiempos, la bahía ha sido sometida a una serie intensa y variada de presiones, sea indirectamente o a través de la modificación de la

cuenca Estas presiones incluyen el dragado, el aumento de la escorrentia de agua dulce, y aguas residuales de alcantarillado.⁸ La combinaci3n de las corrientes entrantes de aguas de alcantarillado y la conversi3n de las tierras para la labranza y el desarrollo, con otros factores, dieron como resultado un grave deterioro de los habitat marinos en la bahia. Varias formas de vida marina desaparecieron en porciones de la bahia, y los arrecifes de coral fueron eliminados y reemplazados por algas carnosas (debido al aumento de los niveles de nutrimentos en la bahia). Tambi3n apareci3 e; florecimiento de plancton debido a los altos niveles de nutrimentos, contribuyendo al deterioro de la calidad del agua.⁸ Solamente cuando se instauraron costosas medidas correctivas, se detuvo el deterioro de la bahia y pudo iniciarse el largo proceso de recuperaci3n.

Ademas de a las fuentes de degradaci3n costera originadas en las tierras altas, otras actividades de desarrollo que poseen el potencial de afectar los ambientes costeros incluyen los desagües de industrias que afectan la calidad del agua y los regimenes de temperatura; la construcci3n de embalses que reduce los niveles naturales de concentraci3n de sedimentos y nutrimentos aguas abajo y la explotaci3n intensiva de las tierras para la labranza.

Pautas

Es importante reconocer que la mayoria de las fuerzas que han conducido a la destrucci3n de los recursos costeros en el pasado han tenido su origen fuera del ecosistema² y que la agricultura de las tierras altas constituye probablemente el caso cl3sico de impactos provenientes de areas remotas a los sistemas costeros. Por lo tanto, en el caso de la agricultura de tierras altas, la conservaci3n y el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales depende de t3cnicas de planificaci3n multisectoriales e integradas. Antes de que las actividades agr3colas sean desarrolladas, deben entenderse los ecosistemas costeros corriente abajo y su dependencia de las fuentes de agua dulce, que son compartidas con las pr3cticas agr3colas de las tierras

altas. Tal vez se requieran numerosos estudios específicos de sitio en diferentes localidades. El tratar con los efectos de la agricultura de las tierras altas sobre los recursos costeros requiere un cuidadoso estudio que puede ser costoso. Sin embargo, estos costos generalmente son mínimos cuando se comparan con la pérdida de los recursos costeros derivados de una deficiente planificación. El mejor momento para lidiar con los efectos costeros potenciales de la agricultura en las tierras altas es precisamente durante la fase de planificación, no después de que la actividad de desarrollo haya perjudicado los recursos. Las pautas presentadas a continuación se consideran como los requisitos mínimos para el mantenimiento y la perpetuación de los ecosistemas costeros que puedan ser potencialmente afectados por las prácticas agrícolas en las tierras altas.

- 1) Evitar prácticas agrícolas, dragado y controles deficientes de la erosión, que pueden introducir contaminantes y nutrientes en exceso a los ríos que corran directamente hacia áreas costeras, y a los recursos costeros críticos y sensibles. Dondequiera que tierras mal administradas hayan producido suelos erosionados, hay que considerar la construcción de diques de contención, terrazas de escalones o bancales, y cierres de desagües, como posibles medidas para disminuir las tasas de pérdida del suelo. Técnicas alternativas de manejo de las tierras para futuras obras de fomento de tierras incluyen la reforestación, el pastoreo controlado, y un sistema de cultivo mejorado.
- 2) En relación a las prácticas agrícolas de tierras altas, manténgase la salinidad del ambiente acuático a niveles relativamente constantes con las aguas costeras corriente abajo. Debe evitarse el exceso (o la deficiencia) del suministro de agua dulce, pues reduce

la salinidad. Esto puede lograrse por medio de estructuras de control de aguas, que incluyen represas que pueden ser usadas para regular el flujo con el propósito de simular ciertas condiciones naturales, práctica que ha sido usada efectivamente en algunas partes.

- 3) Adoptar prácticas agrícolas que mantengan las temperaturas del agua del ambiente para las aguas que llegan a la costa, por medio del uso de estanques de contención de aguas. Evitar la introducción de descargas de agua significativamente calientes o descargas de agua dulce considerablemente más frías dentro de las áreas costeras restringidas. Hay que recordar que los cambios en temperaturas pueden agravar las presiones de salinidades ya alteradas, causadas por las descargas de aguas excesivamente frías o calientes, que dan como resultado la degradación localizada de los ambientes costeros.
- 4) Mantener prácticas agrícolas que mantengan la claridad y la transparencia natural del agua. No deben emprenderse actividades asociadas con la agricultura (incluyendo el dragado y la erosión de los suelos) que disturben los sedimentos y creen agua limosa cerca o aguas arriba de recursos costeros sensibles.
- 5) Mantener los patrones temporales y espaciales de agua superficial y subterránea. La reducción de agua dulce por medio de la desviación, el retiro o el bombeo del agua subterránea no debe llevarse a cabo si se espera que estas actividades tengan un efecto sobre el balance de la salinidad del ambiente costero corriente abajo. El evitar los proyectos de riego o control por medio de diques que alteren el hidrociclo natural es

especialmente importante. Se debe considerar en especial las poblaciones migratorias de peces, cuya ruta río arriba puede ser detenida por tales estructuras. (Véase la sección "Desarrollo de Recursos de Agua" para pautas adicionales.)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Benson, N.G., 1981. The freshwater-inflow-to-estuaries issue. *Fisheries* 6(5):8-10.
2. Snedaker, S.C., de Silva D., y Cottrell, D.J., 1977. A review of the role of fresh water in estuarine ecosystems. Vols. I. & II. Final report submitted to the Southwest Florida Water Management District. Univ. of Miami. UM-RSMAS 77001, Miami, Florida. 420 p.
3. Fahim, H.M., 1981. Dams, people and development: the Aswan High Dam. Pergamon, New York.
4. Thayer, G.W., Wolfe, D.A., y Williams, R.B., 1975. The impact of man on seagrass systems. *Amer. Sci.*, 63:284-296
5. Randall, J.E., 1972. Chemical pollution in the sea and the crown-of-thorns starfish: *Biotropica* 4:132-144.
6. Guppy, N., 1984. Tropical deforestation: a global view. *For. Aff.* 62(4):928-965.
7. Chave, E.H., y Maragos, J.E., 1973. A historical sketch of the Kaneohe Bay region. En: S.V. Smith, K.E. Chave y P.T.O. Kan (Editores), *Atlas of Kaneohe Bay, Unihi Seagrant -TR-72-01.* pp. 9-14.
8. Banner A.H., 1974. Kaneohe Bay Hawaii: Urban pollution and a coral reef ecosystem. *Proc. 2nd Intl. Coral Reef Symp.*, Brisbane, pp. 685-702.

Véase también: Agricultura Costera (p.103)

PESQUERAS

ACUICULTURA COSTERA

Introducción

Acuicultura es un término que describe una variedad de procedimientos de manejo diseñados para aumentar la producción de los recursos acuáticos vivos, a niveles superiores de los normalmente obtenidos en la captura de la pesca natural. A nivel mundial, la acuicultura representa aproximadamente 15 por ciento de 60 millones de toneladas métricas de captura (Véase el Caso de Estudio en Maricultura). La práctica de la acuicultura en el ambiente marino costero es frecuentemente denominado maricultura y constituye una prometedora empresa económica, aceptada y puesta en práctica mundialmente. Dependiendo de la forma de plantas o animales producidas, la maricultura provee una fuente de proteína disponible localmente y genera una fuente significativa de fuertes ingresos de divisas.

Pese a su carácter tan prometedor, existe una alta tasa de fracaso en los sistemas de estanques, el cual está acompañado de pérdidas inaceptables de recursos costeros que hubiesen podido tener mayor valor bajo otro modelo económico. Un examen de los fracasos y éxitos muestra que un proyecto de estanques bien manejado y apropiadamente localizado, es una empresa de negocios bastante prometedora, compatible con la protección de la base de recurso natural de apoyo. Los inversionistas recalcan el aspecto de llevar al máximo el rendimiento de cada estanque individual, en vez de desarrollar trechos extensos con muchos estanques de bajo rendimiento.

Clases de Operaciones de Maricultura. Las muchas formas de operaciones de maricultura se pueden describir en cuanto se refiere al nivel de inversión financiera y la correspondiente intensidad de administración (Figura 24). En la forma más simple y menos costosa, denominada maricultura de sistema abierto, las plantas y/o los animales de interés están confinados dentro de un área naturalmente productiva por medio de jaulas o corrales, o dentro de áreas cerradas por redes para evitar la

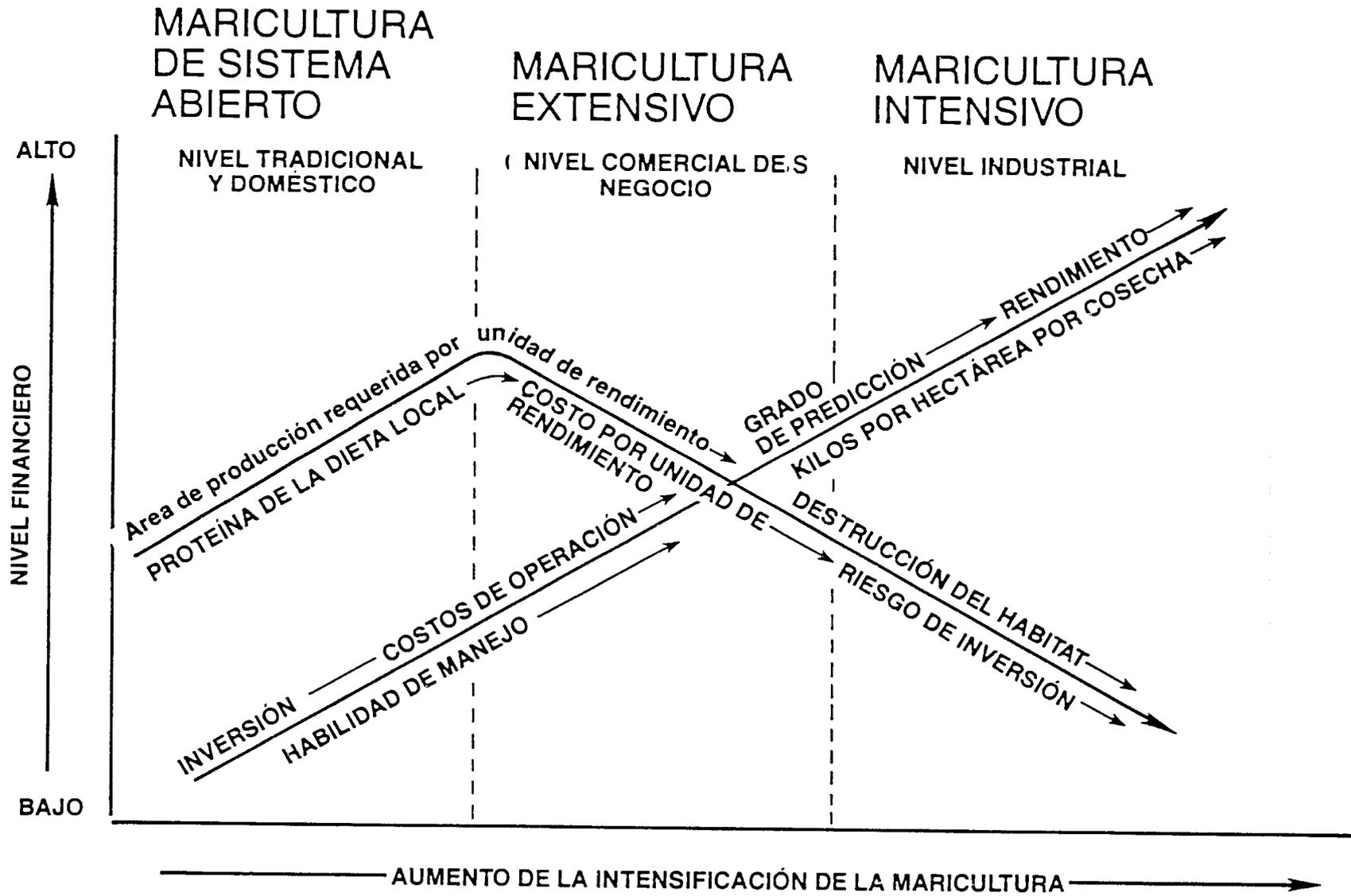


Figura 24. Intensidad y nivel financiero de los tipos asociados de la maricultura.

rapiña o el escape de los animales de interés (p. ej., las pesquerías de Acadja en Benin). La producción de animales inmóviles, tales como ostras puede ser mejorada en este tipo de sistema, sencillamente mediante el suministro de un sustrato especial para su adhesión y la preservación de la calidad natural del agua.

Cuando se requiere un control mayor de manejo, los estanques son generalmente construidos en la zona entre las mareas del litoral y se las abastece con las especies deseadas. El costo de este tipo de maricultura extensiva se reduce al mínimo cuando se utilizan los intercambios naturales de agua de las mareas para refrescar las aguas del estanque, y cuando las larvas que existen naturalmente en las aguas que ingresan al estanque son capturadas y mantenidas dentro del estanque para su posterior crecimiento y cosecha. Aunque los costos de operación son mínimos, las operaciones de maricultura extensiva requieren grandes áreas para la construcción de estanques y dependen completamente de la disponibilidad variable de la provisión de larvas y juveniles. Como resultado, tienden a ser muy destructivos del ambiente natural y producen rendimientos anuales bajos y variables (p. ej., el Chokaria Sundarbans en Bangladesh). Los estanques de baja producción (pocos cientos de kilos por año) pueden ser abandonados después de algunos años.

La maricultura intensiva requiere menos espacio para la construcción de estanques, pero una mayor inversión, puesto que son necesarias una mejor construcción de estanques, grandes bombas para el intercambio de agua, y en algunos casos, alimentación artificial durante el período de maduración. Los rendimientos de operaciones de maricultura intensiva tienden a ser significativamente más altos (varios miles de kilos por hectárea), y tienden a ser más predecibles de año a año, particularmente cuando el abastecimiento de juveniles pueden obtenerse fácilmente (por ejemplo, el pez lechoso en las Filipinas).¹ Cuando la operación de los estanques depende de la captura de larvas para mantener las cepas (p. ej., larvas de

camarón en Ecuador y Panamá), los rendimientos son significativamente afectados por la variación en la disponibilidad de las reservas de origen de año a año.

En la maricultura el nivel de la inversión de capital y la intensidad de la administración se justifican solamente cuando las cosechas tienen un alto valor comercial, tales como las cosechas de grandes langostinos o camarones, o ciertas especies de pescados tales como el pompano y el promfret. Tales especies de alto valor comercial representan fuentes importantes de ingresos de divisas, pero contribuyen en muy poco al aumento del nivel proteínico en la dietas de los habitantes de un lugar.²

Problemas

La alta demanda actual de proteína marina, tanto para el consumo local como para la exportación, ha conducido a la expansión actual de las operaciones de maricultura y el desarrollo de nuevas operaciones en muchas partes del mundo. Sin embargo, a medida que se dispone de mayor información, es aparente que no todas las operaciones de maricultura son justificables económicamente, particularmente en relación con la destrucción de la base de recurso natural.³

Algunos de los problemas más comunes que frecuentemente los inversionistas, las instituciones financieras, y los dueños/operadores pasan por alto, se podrían dividir en dos categorías distintas, pero relacionadas entre sí: la localización y la administración de los estanques.

La figura 25 ilustra cómo los problemas más graves asociados con la localización de los estanques incluyen la eliminación directa de humedales, el desarrollo de obras sobre sedimentos de sulfatos ácidos, flujo y reflujo deficiente del agua en los estanques y el agotamiento local de los organismos larvarios y juveniles para abastecer los estanques. Los suelos de sulfatos ácidos se desarrollan cuando los sedimentos ricos en piritita y materia orgánica, anteriormente anegados, son expuestos posteriormente al aire o a las aguas ricas en oxígeno. Las

ALTERACIÓN DEL FLUJO LAMINAR E
INCURSIÓN DE LAS MAREAS

ELININACIÓN DIRECTA DE
LOS HUMEDALES
COSTEROS

MANGLARES
DEFOLIADOS

DRENAJE DE
ESTANQUES,
AGUA CON POCO
OXÍGENO, ALTA
TEMPERATURA,
ALTA ACIDEZ ETC.

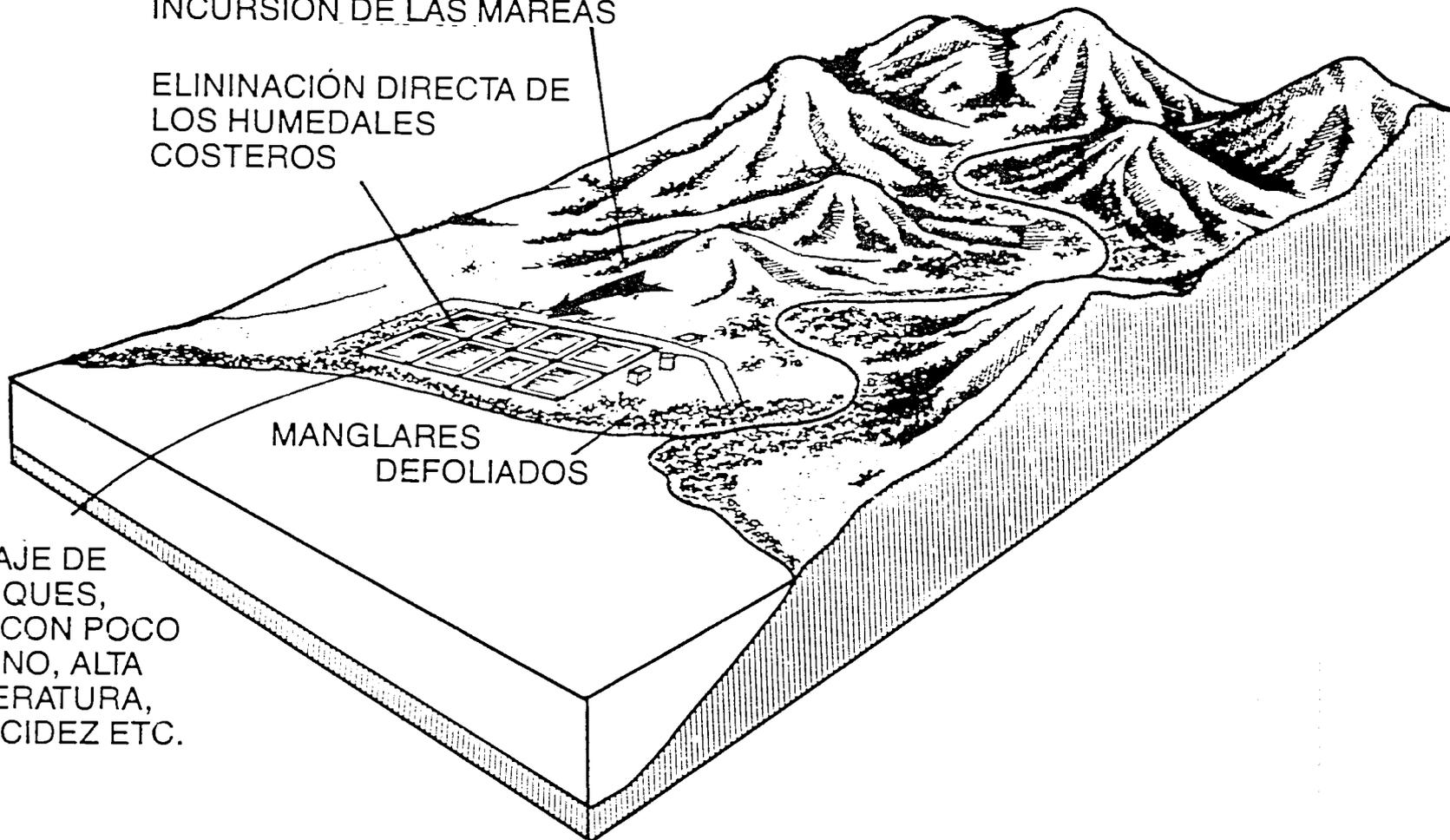


Figura 25. Efectos ambientales de las operaciones de la acuicultura sobre los recursos cercanos a la costa.

reacciones químicas que tienen lugar dan origen a la formación de ácido sulfúrico, el cual, en un estanque cerrado, crea un ambiente inadecuado para la supervivencia y el crecimiento de organismos acuáticos. El problema se ve agravado cuando no existe un intercambio de aguas adecuado en el estanque, el cual, de existir, extraería las aguas ácidas y las reemplazaría con aguas limpias.

La renovación inadecuada del agua de los estanques, permite que se desarrollen otras condiciones potencialmente tóxicas dentro del estanque (p.ej. altas temperaturas y baja oxigenación). En las Filipinas, por ejemplo, la ubicación inadecuada de estanques de pez lechoso, sumada a una administración correctiva inapropiada, frecuentemente da por resultado la disminución de los rendimientos y el abandono de los estanques. Luego del abandono de los estanques, los operarios desmontan nuevas áreas para establecer una nueva operación de estanques. El ciclo repetitivo de desmonte de áreas, construcción de estanques y su posterior abandono se denomina "acuicultura itinerante" y como su contraparte terrestre, la agricultura itinerante, es igualmente destructiva de la base de recurso.

Generalmente, los estanques son desarrollados en áreas que constituyen el hábitat natural para el organismo que se va a criar (p. ej. estuarios de manglar y langostinos) con la creencia de que las larvas y los juveniles de los langostinos estarán disponibles para abastecer los estanques. Aunque esto tal vez sea cierto en la mayoría de los casos, la disponibilidad absoluta de cepas de larvas es altamente variable de un año a otro. En áreas con vastas operaciones de estanques, la competencia por larvas puede conducir a la sobreexplotación y a una reducción en el total disponible de cepas (p. ej. en el Ecuador).

Con respecto a manejo de estanques existen dos limitaciones críticas en la producción y el rendimiento: la excesiva rapiña y una baja producción primaria in situ o disponibilidad de detritos (partículas de materia muerta de plantas). La rapiña es un

problema grave cuando los estanques no se limpian y desocupan completamente al tiempo de la cosecha, permitiendo así que aquellos rapaces capturados permanezcan en el estanque. Asimismo, el abastecimiento de los estanques basado en la entrada libre de juveniles y en el cierre posterior del acceso, también permite la entrada de posibles rapaces. La presencia de sólo algunos grandes rapaces puede destruir por completo el conjunto de animales en crecimiento durante una operación de cría.

El problema de la baja productividad primaria in situ es significativo puesto que el rendimiento final es proporcional a la accesibilidad de alimentos durante el período de crecimiento. En la mayoría de los casos, cuando las demás condiciones del estanque son favorables, los rendimientos pueden ser dramáticamente aumentados por medio de suplementos alimenticios y/o fertilización. Los primeros proveen una fuente directa de alimentos, mientras que la segunda estimula la producción de fitoplancton y la consecuente producción de algas asociadas (y la formación de detritos), los cuales benefician las especies retenidas en los estanques para la maduración. La alimentación suplementaria o la estimulación de la producción in situ es una técnica excelente que puede producir altos rendimientos, mientras que reduce la necesidad de construir estanques adicionales, simplemente para mantener la viabilidad de una empresa con limitaciones económicas de mercadeo. En muchos casos, ante la ausencia de técnicas para promover rendimientos más altos, los rendimientos de estanques sin manejo no justifican ni la pérdida de hábitat, ni la del capital de inversión asociado con la construcción de los estanques.

Pautas

La ubicación apropiada de los estanques y el posterior manejo intensivo ayudan a asegurar un rédito económico apropiado para el inversionista/operador, en parte al reducir la necesidad de convertir grandes áreas costeras en estanques para una

maricultura intensiva (Figura 26). También reducen significativamente el riesgo del fracaso y posterior abandono de los estanques. Esencialmente, una ubicación apropiada y buenas reglas de manejo son las bases para que el proyecto sea una empresa lucrativa y un medio de conservación de la base de sustento de recursos naturales. Las siguientes pautas sirven para lograr óptimos los rendimientos de los estanques en relación con la protección de la base de recurso:

- 1) Los donantes internacionales y las entidades prestamistas deberían dar prioridad al mejoramiento de la eficiencia de las empresas de maricultura en vez de convertir nuevas áreas costeras a sistemas de estanques de maricultura extensiva. Entre los requisitos de aprobación debería figurar una demostración que el sitio propuesto es, de hecho, apropiado para la producción de estanques de rendimiento sostenido.
- 2) La aprobación y el desarrollo de actividades de maricultura deben estar basados en planes nacionales o regionales que identifiquen los recursos críticos y los conflictos con todos los otros usos actuales o potenciales del recurso. Tales planes deben incluir la protección de los habitat costeros de manera que se mantenga la captura pesquera, el turismo, y un alto nivel de funciones ecológicas.
- 3) Los convenios de ubicación de estanques debe incluir requisitos en cuanto a su desarrollo de manera que se proteja el habitat natural alrededor de los estanques, específicamente, no se deben interrumpir los patrones de flujo de las aguas de superficie (p. ej. escorrentía del agua superficial, ingreso y egreso de mareas).

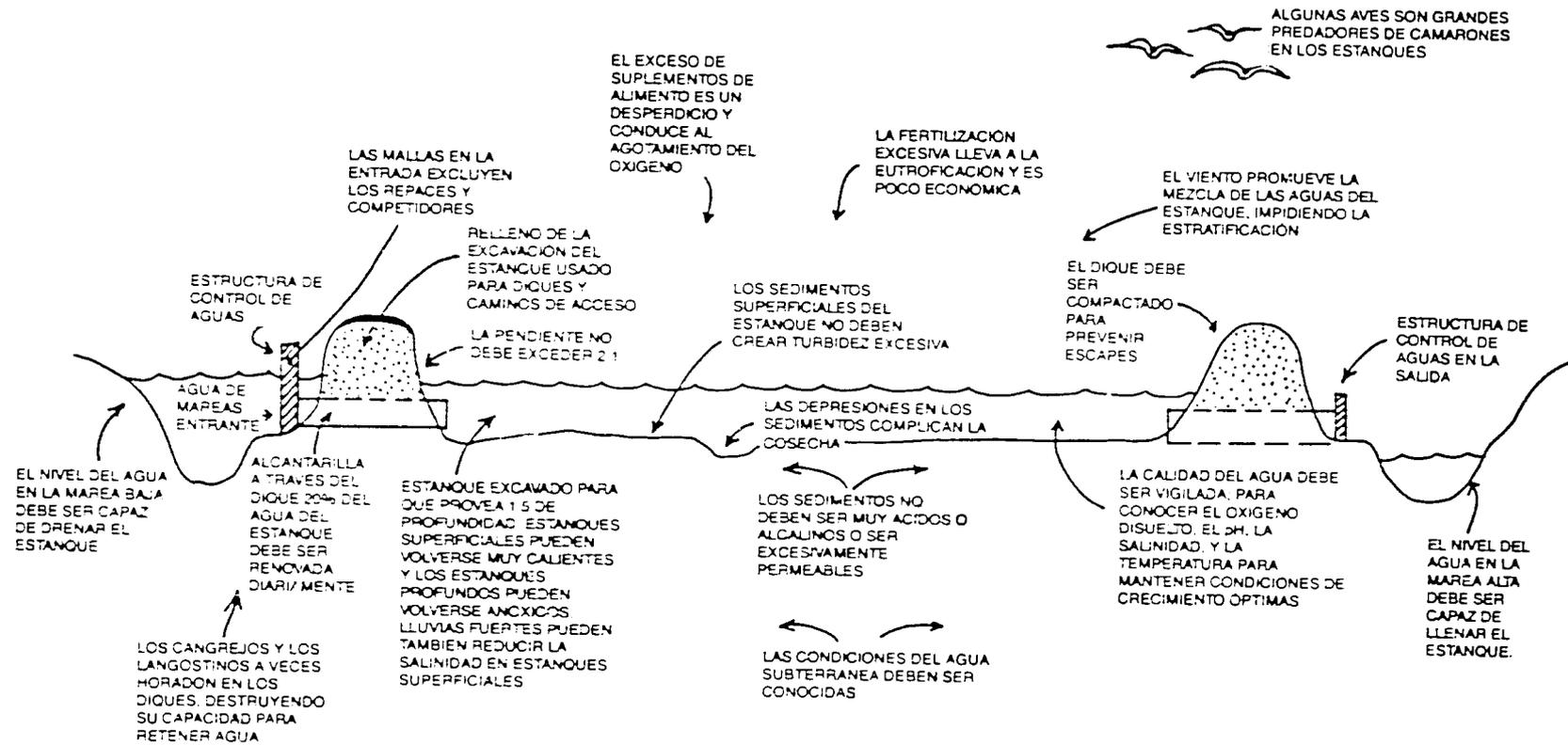


Figura 26.

Ubicación y manejo de estanques para la maricultura (camarones). El éxito económico de los estanques de maricultura depende enteramente de la ubicación inicial de los estanques y su manejo posterior. El fomento de estas metas también asegura que se haga el máximo uso de la zona intermareal limitada y que no se conviertan nuevas áreas en estanques, debido a los bajos rendimientos en los sistemas existentes de estanques. La ubicación y el manejo son problemas complejos que deben ser resueltos por administradores experimentados de estanques, y no deben ser abandonados en manos de empresarios novatos para que usen su típico enfoque de prueba y error. Esta figura ilustra sólo algunos de los factores críticos que deben ser considerados cuando se ubica y maneja un estanque para cría y engorde de camarones, para obtener los mejores rendimientos. En general, sólo una pequeña porción de la zona costera es apropiada para la maricultura; sitios no apropiados y un deficiente manejo conducen a problemas económicos y al desperdicio innecesario de una hábitat natural valioso.

- 4) En las áreas de manglar, los estanques deben estar ubicados tierra adentro de los bosques de manglar. Cuando estén disponibles, aquellas áreas que han sido definidas como salinas o salitiales deben ser elegidas como sitios preferidos. Frecuentemente, los rendimientos son más altos en dichas áreas que en las áreas de bosque de manglar que han sido convertidas al sistema de estanques. Debe establecerse una zona de regulación amplia entre los sitios de los estanques y el mar abierto.

- 5) En sistemas de estanques con manejo, generalmente es factible (sobre el nivel que normalmente se practica) un incremento en la carga de animales para maduración. Además de los intercambios naturales de mareas y el uso de bombas de gran volumen para aumentar el intercambio y renovación de aguas, otros instrumentos para mantener una alta producción incluyen: (1) el control de las condiciones de calidad del agua y la regulación de la renovación del agua de los estanques en la medida que sea necesario; (2) la fertilización de las aguas del estanque para estimular altas tasas de producción primaria y formación de detritos con fines alimentarios; y (3) el uso de suplementos alimenticios artificiales para acelerar el crecimiento.

- 6) Cada vez que un estanque o sistema de estanques tenga que ser abandonado, los diques de contención deberían ser abiertos para permitir que el área del estanque recobre su estado original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Siddall S.E., Atchue, J.A., y Murray R.L., Jr., 1984. Mariculture development in mangroves: a case study of the Philippines, Ecuador and Panama. Case Study No. 7, Report to the U.S. Agency for International Development and the U.S. National Park Service. Washington, D.C.

2. Odum, W.E., 1974. Potential effects of aquaculture on inshore coastal waters. Environmental Conservation 1(3).
3. Saenger, P., Hegerl, E.J., and Davie, J.D.S. (Editores) 1983. Global status of mangrove ecosystems. Commission on Ecology Papers Number 3. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza. The Environmentalist 3(1983) Supplement No. 3. 88 pp.

Véase también: Ecosistemas de Manglares (p.33); Cosecha de Bosques de Manglar (p.144)

PESCA DE CAPTURA

Introducción

La disminución de la captura en muchas pesqueras costeras alrededor del mundo puede atribuirse a dos fuentes principales: (1) problemas relacionados con la sobreexplotación; y (2) problemas ambientales, tales como la eliminación del hábitat y la contaminación. La discusión y las pautas presentadas a continuación, tratan principalmente con problemas inducidos por el ambiente.

Puesto que los recursos pesqueros dependen en gran parte de las aguas costeras y de los estuarios, la degradación de estos ambientes puede estar muy frecuentemente ligada con la consecuente reducción consiguiente en los rendimientos de la pesca de captura. Entre las fuentes de degradación ambiental que han estado implicadas en la reducción de la productividad en la pesca de captura, se encuentran la explotación forestal, las prácticas agrícolas, el alcantarillado y los desechos industriales, la minería de carbón, la recuperación de tierras, la urbanización, la acuicultura y la eliminación de humedales.

Problemas

En general, estas prácticas conducen a cambios en la calidad del ambiente acuático, incluyendo la salinidad y la temperatura; parámetros ambientales importantes para muchas especies que dependen de las áreas costeras críticas para su desove, crianza y alimentación (Figura 27). Específicamente, los cambios en la salinidad pueden ser el resultado de desechos salobres o el drenaje de estanques de sal o de procesos industriales. Asimismo, los aumentos en la temperatura pueden ser producidos por la descarga de agua caliente proveniente de plantas procesadoras. Otras actividades humanas que pueden afectar la calidad del agua en la costa incluyen el dragado y actividades similares asociadas con el crecimiento del sector urbano localizado cerca o corriente arriba del hábitat de las

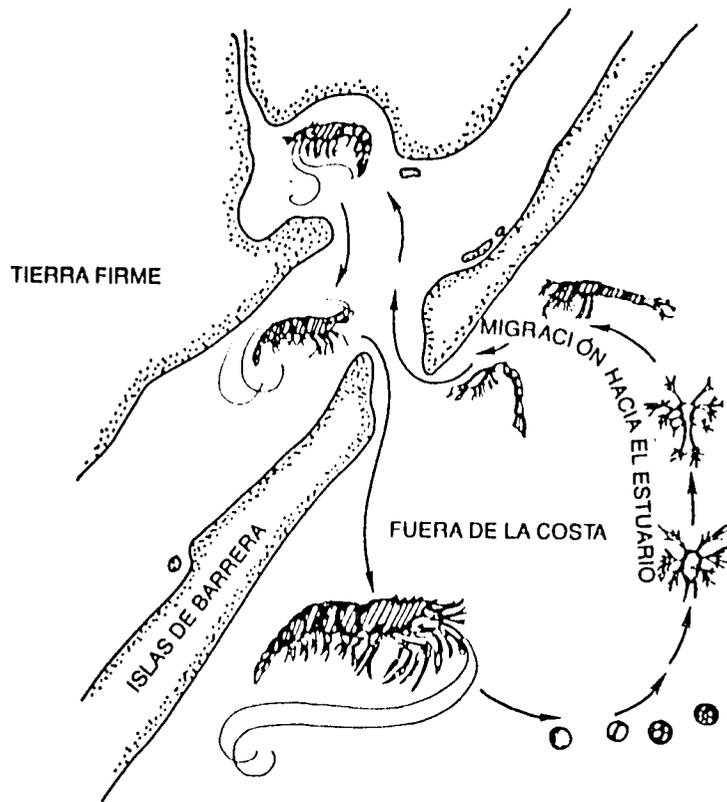


Figura 27. El valor que tienen los estuarios para las pesquerías.

pesqueras, que pueden remover los sedimentos y crear aguas limosas que produzcan impactos regionales. Otras actividades perjudiciales incluyen los procesos industriales que introducen contaminantes y los desagües de aguas de alcantarilla que ejercen grandes influencias en áreas críticas para los recursos pesqueros.

Estas prácticas de desarrollo pueden también alterar los patrones naturales, los ciclos de actividad de mareas y de la esorrentía de agua dulce en áreas que son críticas para los recursos pesqueros. Los peces y moluscos jóvenes y el desove frecuentemente dependen de la esorrentía de agua dulce (peces anádromos) y de los ciclos de mareas (camarones Penaridae) para su comportamiento migratorio, que es crítico para su supervivencia.

Las estructuras costeras y los proyectos de desarrollo de los recursos de aguas tienen el potencial de cambiar los patrones naturales y pueden dañar los recursos locales de las pesqueras.

Finalmente, el desarrollo de las tierras del interior como de las áreas costeras que produzcan una excesiva sedimentación, erosión o cambios en las características químicas del substrato pueden conducir a la pérdida de habitat críticos de muchos recursos pesqueros (véase el Caso de Estudio del Río Kenia).

Un ejemplo específico de actividades de desarrollo en tierras del interior que hayan afectado las reservas pesqueras de las costas, es la construcción y operación de la Presa de Aswan. Como resultado de la alteración del régimen de salinidad y la reducción de de nutrimentos en las áreas de alimentación usadas por las especies,¹ este proyecto condujo a la completa destrucción de las poblaciones de arenque localizadas en la desembocadura del Río Nilo.

El aumento del valor mundial de los productos derivados del petróleo, ha representado otra amenaza para los habitat críticos de pesqueras. En varias regiones, (p. ej. Malasia Occidental, Brunei, el Mar de Java y Ecuador), el rápido desarrollo del sector petrolero ha creado un posible conflicto entre las

industrias petroleras y las pesqueras. Esta situación es especialmente patente en el Ecuador, donde el descubrimiento de petróleo en la escasamente poblada región del Oriente en el Amazonas, ha generado un cambio brusco en la economía. Las actividades que sucedieron a este descubrimiento incluyeron la construcción de un oleoducto trasandino de 300 millas, desde el Oriente hasta el puerto de Esmeraldas. Los ingresos obtenidos por las exportaciones de petróleo aumentaron de \$61 millones de dólares en 1972, a más de \$1,000 millones en 1979. Lo anterior significó un aumento en la participación de divisas de un 19% a un 50% en un lapso de 7 años. Durante el mismo periodo de tiempo, las exportaciones pesqueras aumentaron en valor hasta 1982, cuando figuraron en tercer lugar entre las exportaciones de la nación, inmediatamente después de las exportaciones de petróleo. El coincidencial aumento en la importancia de estos dos recursos, y el potencial de que exista un conflicto ha provocado que el país se haya concentrado en la creación de un plan de prevención de derrames de petróleo a nivel nacional.²

La pesca en sí involucra posibles daños al habitat en ciertas circunstancias. Por ejemplo, el uso de dinamita para capturar peces del arrecife es frecuentemente causa de la destrucción del arrecife. Las redes barrederas y las redes de arrastre arrastradas sobre el fondo marino pueden causar severos daños a las hierbas submarinas y a los arrecifes de coral y otros habitat (Figura 28).

Pautas

Es importante reconocer que la mayoría de las fuerzas que han conducido a la reducción de la captura pesquera se han debido ya sea a una pesca excesiva o a impactos derivados de obras de desarrollo en las costas y en las tierras del interior en áreas fuera de los habitat críticos para los recursos pesqueros. Por lo tanto, la conservación de las pesquerías y el uso sostenido de sus recursos debería considerar tanto el máximo rendimiento sostenido de cada pesquería, como los requisitos de habitat

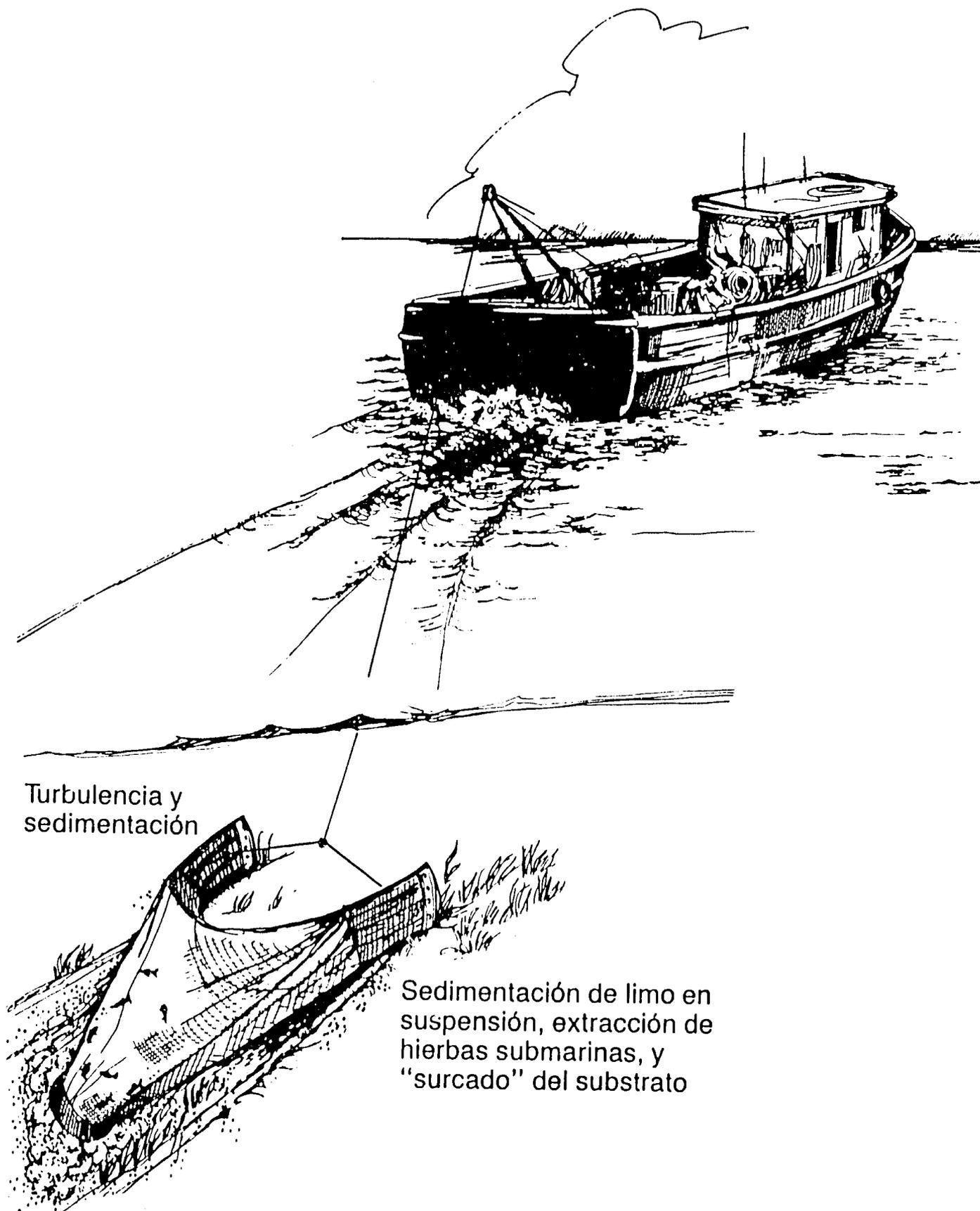


Figura 28. Impacto de la pesca sobre los lechos de hierbas submarinas.

críticos de cada una de sus especies integrantes. La producción sostenida de recursos pesqueros requiere la inclusión de dichas áreas dentro del contexto de manejo, para poder salvaguardar el habitat crítico del que depende su supervivencia. Las pautas siguientes constituyen los requisitos mínimos para el mantenimiento y la perpetuación de las pesquerías marinas para captura. Muchas de estas pautas son desarrolladas en más profundidad en otras secciones del documento de acuerdo con la actividad primaria de desarrollo que esté afectando el cambio.

- 1) Evitar los cambios en las salinidades y temperaturas del ambiente acuático, especialmente en áreas críticas, tales como zonas de desove, crecimiento y alimentación. La eliminación de desechos salobres o el desague de estanques de sal, elevaría la salinidad, mientras que el ingreso excesivo de agua dulce al sistema la reduciría, por lo tanto, deben evitarse estas prácticas. Para mantener la temperatura ambiente, se aconseja el uso de estanques de enfriamiento. El régimen de salinidad del ambiente acuático puede mantenerse por medio de la dilución de las descargas salobres; y por el contrario los impactos de grandes descargas de agua dulce pueden ser mitigados a través del control y reducción de la tasa de descarga sobre un período de tiempo.

- 2) Evitar los cambios en la claridad natural y la transparencia del agua en áreas que son críticas para los recursos pesqueros. El dragado y otras actividades que disturbán los sedimentos y crean aguas limosas no deberían llevarse a cabo en localidades cercanas o corriente arriba de las áreas de desove, crecimiento y alimentación de las comunidades de peces. Donde se requiera, los impactos pueden ser mitigados a través del uso de cortinas contra el limo y limitando las

actividades a periodos caracterizados por corrientes convenientes.

- 3) Evitar la introducción de contaminantes y nutrientes excesivos dentro de los ambientes que sean críticos para los recursos pesqueros. La ubicación apropiada de industrias, lejos de dichas áreas, controlaría la composición de los efluvios y las tasas de descarga, reduciendo así al mínimo el riesgo de ciertos tipos de contaminantes industriales. De la misma manera, vertederos a los océanos que son utilizados para la eliminación de aguas de alcantarillado no deberían estar instalados de tal forma que influyan sobre las áreas críticas de los recursos pesqueros.
- 4) Evitar cambios en la integridad física de la superficie de contacto entre el mar y la tierra, así como la topografía y el carácter del substrato en áreas críticas para las pesquerías; la costa y los substratos cercanos a la costa son utilizados frecuentemente para el desove, y el refugio de peces y moluscos juveniles. De la misma forma, se debe evitar el desarrollo costero y de las tierras del interior que dé como resultado una excesiva sedimentación, erosión o cambios en las características químicas del substrato.
- 5) Evitar cambios en los patrones y ciclos naturales de las mareas y la escorrentía de agua dulce en áreas críticas. Peces y moluscos jóvenes o en desove muy frecuentemente dependen de la escorrentía de agua dulce (peces anádromos) y de los ciclos de las mareas (camarones Penaeidae) para llevar a cabo su migración, que es crítica para su supervivencia. Las estructuras de las costas y los esquemas de desarrollo de proyectos de agua que tengan el potencial de modificar los patrones

naturales deben ser modificados para asegurar que dichos patrones sean mantenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. George, C.J., 1972. The role of the Aswan High Dam in changing the fisheries of the southeastern Mediterranean. En: M.T. Farvar y J.P. Milton (Editores), The Carlees Technology. Natural History Press, Garden City, New York, pp. 159-178.
2. Filho, I.D.P., 1983. Oil, shrimp and mangroves: an evaluation of contingency planning for the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Technical Report WHOI-83-38, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Mass., 105 pp.

Véase también: Ecosistemas de Manglares (p.33); Estuarios y Lagunas (p.69)

BOSQUES

COSECHA DE LOS BOSQUES DE MANGLAR

Introducción

Los bosques costeros de manglar son una fuente significativa de madera y productos madereros tanto para usos domésticos, como para usos comerciales. Los productos del bosque de manglar son una importante fuente de subsistencia, de materiales de construcción y de combustibles para las poblaciones costeras. En algunos países, los bosques de manglar han sido manejados bajo un sistema de rotación desde el siglo XIX para obtener beneficios económicos. El manejo de los bosques de manglar está basado en prácticas de silvicultura comunes, modificadas para proteger el frágil hábitat costero, garantizando así rendimientos económicos a largo plazo. Al evitar la cosecha explotativa de grandes áreas de manglar, se reduce una serie de impactos ambientales y se evita la pérdida de potencial productivo durante los años requeridos para que se lleve a cabo la regeneración de los bosques.

El papel que desempeñan los bosques de manglar es considerado esencial en la sustentación de los ecosistemas cercanos a la costa y de estuarios, y por lo tanto un factor clave en el mantenimiento de altos rendimientos pesqueros (véase la subsección "Ecosistemas de Manglar"). Por ejemplo, los investigadores en diferentes áreas del mundo han establecido que los rendimientos de camarones son proporcionales a la abundancia local de manglares que mantienen las reservas pesqueras. Las estimaciones sugieren que una hectárea de manglares contribuye a un rendimiento anual de 870 kg de camarones el cual en muchas áreas es una fuente de divisas valiosa.¹

Adicionalmente, los manglares proporcionan otros servicios valiosos, tales como la purificación del agua, la estabilidad del litoral, la protección de vida y propiedad en caso de tormentas. Por ejemplo, en áreas sujetas a tormentas ciclónicas catastróficas (p. ej. alrededor de la Bahía de Bengal, el Caribe, y muchas áreas en Oceanía), los bosques de manglar son notorios

por el papel que desempeñan en atenuar los oleajes perjudiciales de las tormentas y las inundaciones. En áreas densamente pobladas alrededor del mundo, una buena calidad de agua costera está asociada con los bosques de manglar y el papel que juegan en la retención de nutrimentos y eliminación de ciertos contaminantes tóxicos.

Las especies del bosque de manglar pueden ser utilizadas para una variedad de propósitos que incluyen madera de alta calidad, postes de grandes dimensiones, madera de gran duración para construcción, pulpa para papel y celulosa, leña y carbón vegetal. Por lo tanto, los bosques de manglar poseen un valor económico que puede ser distribuido a largo plazo, en forma similar a la mayoría de los otros tipos de bosque bajo manejo. Un buen manejo que de énfasis a los procedimientos de cosecha y extracción adecuados, perpetúa el bosque para la protección de las costas, especialmente durante los períodos de grave actividad de tormentas. Los siguientes usos están documentados:²

COMBUSTIBLE: Leña (para cocinar y calentar el ambiente), carbón vegetal y alcohol.

CONSTRUCCION: Madera, andamiajes, construcción pesada (p. ej. puentes), durmientes de ferrovías, columnas de sostén en socavones mineros, construcción de barcos, pilotes para muelles, vigas y pilares para edificios, entablado de pisos, artesonado, bardas y esteras, cercas y postes, tubos para el agua, tablas y pegamentos.

PESCA: Varas para trampas de pesca, flotadores para la pesca, leña para ahumar pescado, veneno para peces, taninos para la preservación de redes y líneas, y resguardos para atraer a los peces.

TEXTILES Y CUEROS: Fibras sintéticas, (p. ej. el rayón), tinturas para telas, y taninos para la preservación del cuero.

ALIMENTOS, DROGAS Y BEBIDAS: Azúcar, alcohol, aceite para cocinar, vinagre, substitutos del té, bebidas fermentadas, cubiertas para postres, condimentos de las cortezas, confituras de los propágulos, substitutos de cigarros, verduras de los propágulos, frutas y hojas.

ARTICULOS DOMESTICOS: Muebles, pegamentos, aceites para el cabello, agarraderas para herramientas, morteros para el arroz, jugetes, pajitas para cerillas o fósforos, incienso, y grabados decorativos.

AGRICULTURA: forraje y abono verde.

PRODUCTOS DE PAPEL: papel de varias clases.

PRODUCTOS MISCELANEOS: cajas de empaque, maderas para ahumar láminas de caucho, madera para el horneado de ladrillos, medicinas de cortezas, hojas y frutos.

OTROS PRODUCTOS NATURALES: Peces, crustáceos, moluscos, miel, reptiles y pieles de reptil y otra fauna.

Problemas

Debido a la demanda mundial de madera y productos derivados de la madera, las demandas económicas locales pueden dar por resultado la sobreexplotación de grandes áreas de bosque de manglar. Esto crea una variedad de impactos ambientales y la pérdida de la productividad potencial en los años requeridos para la regeneración del bosque. La tala y desmonte de los bosques de manglar es percibida como un medio económico rápido para la explotación de grandes áreas costeras de bosques para obtener sus

reservas de madera. La realización inapropiada del desmonte y las operaciones de extracción crean una variedad de efectos a corto y largo plazo, los cuales representan pérdidas económicas, altos costos de oportunidad y frecuentemente, la pérdida de vidas humanas. El desmonte o tala excesiva de grandes áreas boscosas crean una variedad de efectos costeros, incluyendo la exposición de sedimentos orgánicos a una rápida oxidación y el hundimiento que permite la escorrentía terrestre y las incursiones de las mareas para acelerar la erosión de la superficie (Figura 29).

Lo anterior tiene un profundo efecto sobre las comunidades asociadas que están cerca de la costa, tales como lechos de hierbas submarinas y los arrecifes coralinos.³ Los sedimentos expuestos y oxidados presentan condiciones muy pobres para el establecimiento de propágulos, la regeneración de los bosques y el retraso en la recuperación de la producción del bosque representa una pérdida económica a largo plazo. Además, las fuentes de propágulos colonizadores (retoños) pueden estar limitadas por la pérdida de extensas áreas de árboles reproductores. Aunque las pesquerías locales se vean estimuladas por el impulso inicial de escombros orgánicos que se descomponen y la materia orgánica disuelta proveniente del en descomposición de la tala (residuos de la cosecha), las pérdidas de hábitat y la producción de detritos presumiblemente producen cambios significativos de las comunidades de especies marinas y/o la pérdida de rendimiento en la pesca. Los ambientes costeros y del estuario reciben los materiales sin filtrar en las escorrentías terrestres, que en ciertas circunstancias son consideradas contaminantes (Figura 30). En áreas sometidas a la influencia de ciclones, tifones y huracanes, la pérdida de la zona reguladora y los resultantes oleajes marinos se manifiestan en la pérdida de vidas humanas y propiedad.

Los bosques de manglar representan una fuente económica importante que es frecuentemente perdida por medio de la tala o desmonte de sobreexplotación. La tala o desmonte abusivo no solamente destruye el potencial económico, sino que también

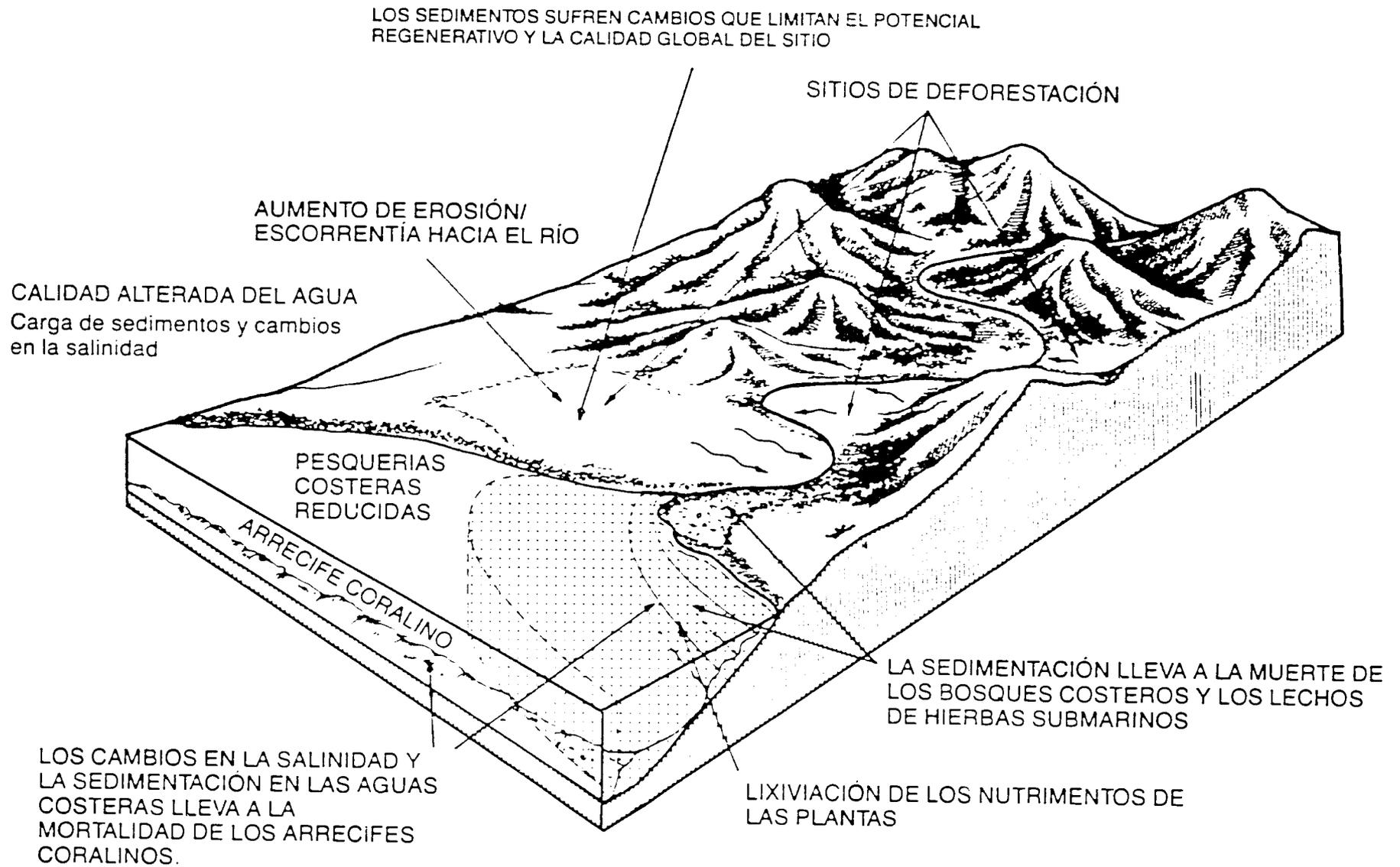


Figura 29. Efectos en la costa de una tala excesiva.

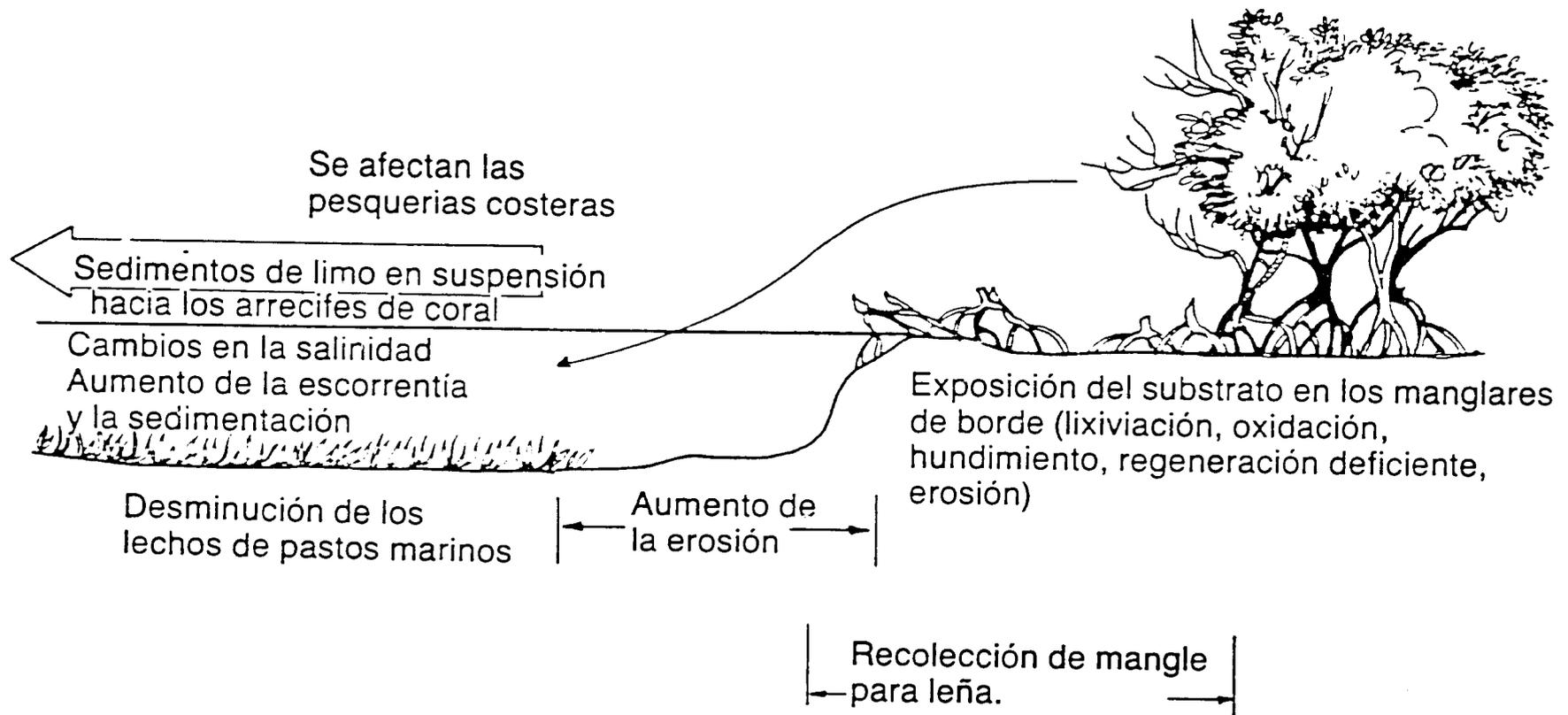


Figura 30. Efectos ambientales de una tala total sobre los recursos costeros cercanos al litoral.

produce otros impactos ambientales en otros ecosistemas cercanos a la costa, los cuales pueden también ser recursos valiosos.³ Lo anterior contrasta dramáticamente con prácticas de cosecha de rendimiento sostenido adecuadamente manejadas, tales como corte en bloques, el cual produce beneficios económicos de relevancia local y regional. La tala o desmonte explotativo crea daños ambientales y disminuye la tasa de regeneración forestal. La alternativa es una planificación integral. (Figura 31)

Soluciones de Manejo Muchos de estos problemas pueden ser mitigados por medio del desarrollo y la instauración de un programa de administración efectiva de manglares. Es necesario establecer tasas de crecimiento y de producción maderera y como base de un plan o calendario de cosecha, con el propósito de perpetuar una cosecha de rendimiento sostenido de los árboles de manglar. En general, la cosecha total de una área se establece al mismo nivel de la producción anual; una cosecha que exceda la producción anual, reducirá proporcionalmente el potencial productivo de cosechas futuras. Típicamente, las rotaciones de la cosecha de manglares varían entre 20 y 40 años, dependiendo de los usos proyectados para la madera. El raleo y el corte de mejora pueden llevarse a cabo durante este período para aumentar el rendimiento y la calidad de la madera. Bajo una rotación de 20 años, el área máxima de cosecha es 5% del área de bosque administrada; y una rotación de 40 años equivale a 2.5% del área administrada. Esta proporción relativamente pequeña de máximo permisible de corte, algunas veces fomenta el deseo de una cosecha excesiva; los costos de oportunidad son medidos en términos de la pérdida de las cosechas futuras.

Los bosques comerciales mejor manejados son los de la región asiática, donde muchas décadas de experiencia han conducido a la definición rigurosa de regímenes de administración y cosecha. (Para ejemplos adicionales véase los planes de gestión de las referencias 4,5,6). En otras áreas donde no existe un precedente histórico de manejo de manglares, los planes de

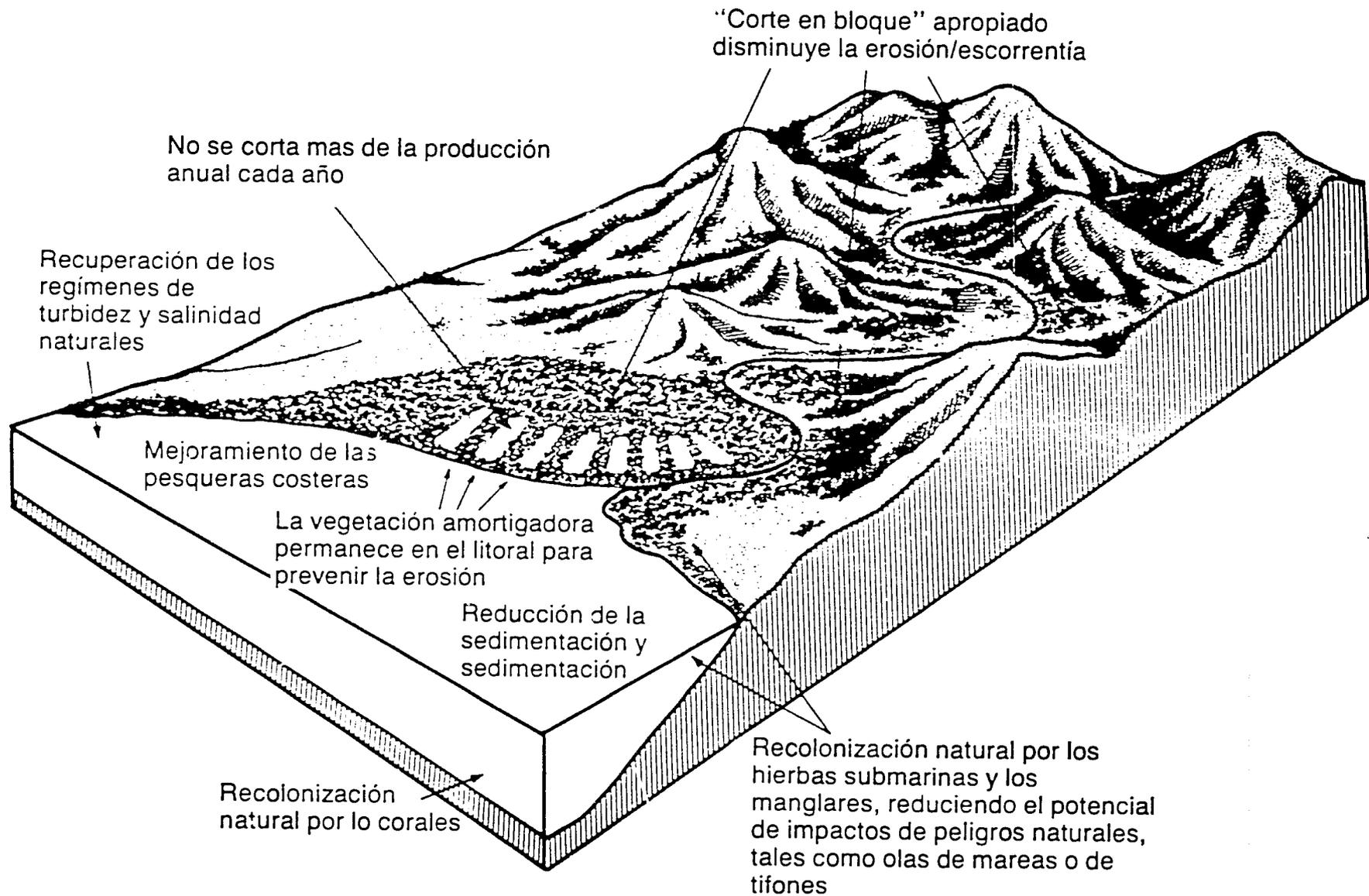


Figura 31. Resultados de una planificación forestal integrada sobre los recursos costeros.

rendimiento sostenido han revelado problemas no anticipados de naturaleza institucional. Uno de los bosques de manglar administrados, más ampliamente conocidos es el Bosque de Matang en Malasia con una extensión de 40,000 hectáreas. Los planes de manejo fueron inicialmente establecidos durante el período de colonización británica, pero desde entonces han sido continuamente mejorados con pruebas y errores y por medio de una variedad de programas prácticos de investigación. Como resultado, el bosque de Matang es manejado en una rotación de 30 años y actualmente atraviesa por su tercera rotación.² Aunque existen presiones de uso de tierras (p. ej. conversión a los estanques de camarones), la investigación en el campo de la silvicultura en Malasia es un proceso continuo que inevitablemente conducirá a nuevas y mejores decisiones de manejo.

Un componente importante del plan de manejo es el método seleccionado para la cosecha del recurso. Existe una variedad de métodos y procedimientos para la cosecha de madera de los manglares y su extracción, que pueden ser adaptados y utilizados en una variedad de condiciones específicas del sitio. En los dos contrastantes ejemplos presentados a continuación se ha comprobado que su aplicación es eficiente en cuanto al costo y que cuando se conducen en una forma adecuada, no presentan ningún tipo de daño a largo plazo.⁷

Método 1. Se utilizan canales temporales pequeños. En algunas partes de Malasia para la extracción de pequeños trozos de madera. Después de la extracción de la madera, los canales son rellenados para establecer la topografía anterior y el patrón de flujo y reflujo, facilitando de esta forma una rápida recuperación del bosque (Figura 32).

Método 2. En forma alternada, se pueden usar tablas aserradas burdamente en forma de pequeños caminos, sobre los cuales se remueve la madera cosechada en pequeñas carretillas. Esta práctica daña muy poco los manglares, y las tablas pueden ser usadas repetidamente durante el proceso de cosecha. Ambas técnicas requieren gran cantidad de mano de obra, por lo tanto proveen una gran variedad de oportunidades de empleo para los habitantes de lugar (Figura 32).

Pautas

La tala o desmonte de los bosques de manglar, de acuerdo con planes bien definidos de cosecha, representa un medio eficiente de obtención de volúmenes relativamente grandes de madera y productos de madera. Cuando se conduce apropiadamente, se tiene gran cuidado en reducir al mínimo los disturbios del sitio y al mismo tiempo proveer el habitat adecuado para la regeneración natural del bosque.³ Cuando se conduce en una forma inadecuada, el desmonte y las operaciones de extracción acarrearán diversas consecuencias, a largo y corto plazo, las cuales representan pérdidas económicas, costos de oportunidad, y frecuentemente la pérdida de vidas humanas. Los recursos del bosque de manglar

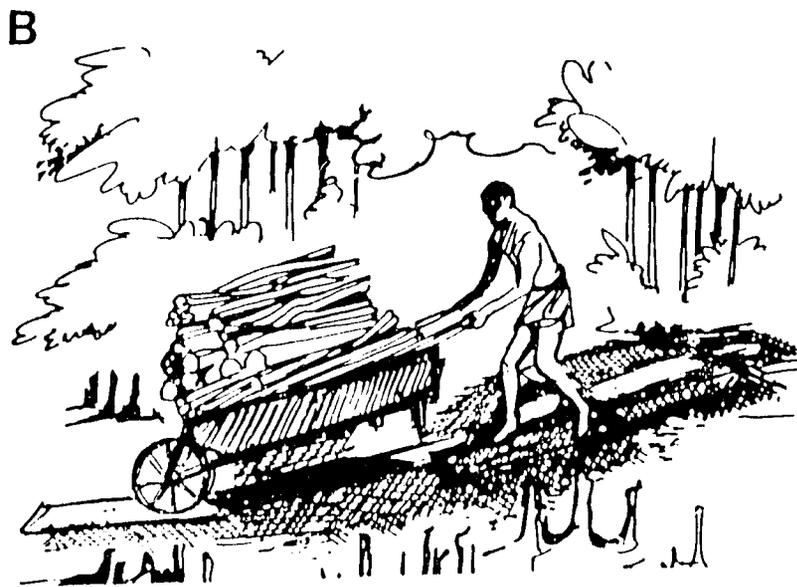
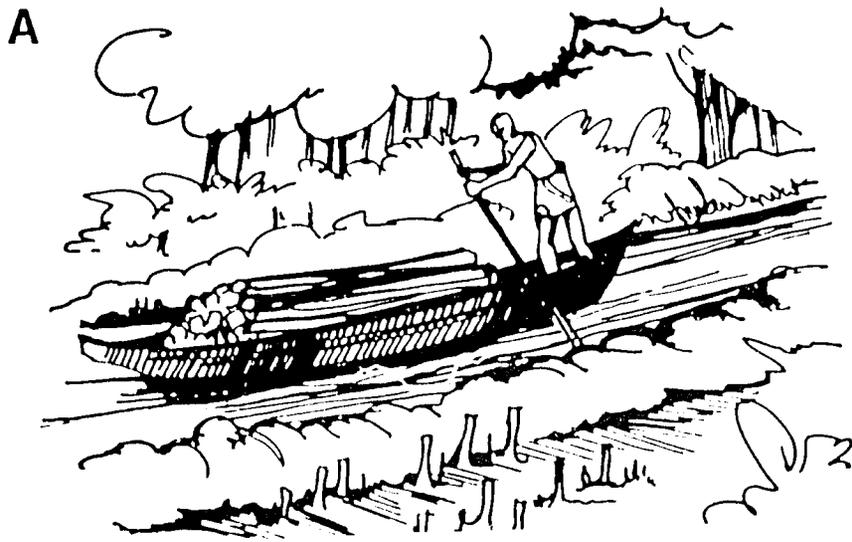


Figura 32. Dos métodos para el transporte de productos forestales de los manglares que incluyen un transporte acuático a pequeña escala (A), y transporte por medio de una carretilla a través del bosque (B).

tienen un valor económico relativamente alto, aunque en muchas partes del mundo, estos recursos no son utilizados con propósitos económicos.⁸ Los bosques de manglar manejados con el propósito de obtener un rendimiento sostenido, pueden ser considerados como bosques de producción que ofrecen muchos tipos de madera y productos madereros. De la misma forma, cuando son manejados apropiadamente (particularmente durante la cosecha y las fases de extracción) se está protegiendo un ambiente costero importante, y al mismo tiempo, se están derivando beneficios económicos. Un desmonte abusivo y sobreexplotador para obtener ganancias a corto plazo, elimina el potencial de futuros beneficios económicos y causa un grave impacto en los hábitats cerca y lejos de la costa. Las siguientes pautas presentan un resumen de los varios enfoques que se le han dado al uso de recursos naturales.

- 1) La base de la gestión forestal y la programación de cosechas anuales de manglares se desarrolla con base en un mapa del tipo de sitio y bosque, incorporando datos de mensura sobre el volumen y la tasa de crecimiento del bosque. Los procedimientos forestales y de medida del bosque son similares a aquellos usados en el manejo general de bosques y son fácilmente adaptables para su uso en los bosques de manglar.

El procedimiento general considera al bosque como la inversión de capital (como en las inversiones financieras) y el incremento anual de crecimiento como el interés obtenido de ese capital. De la misma forma que un gerente

financiero nunca utiliza el capital, solamente el interés, de la misma forma proceden los gestores forestales interesados en rendimientos a largo plazo del bosque.

- 2) Para determinar la programación de corte de los bosques con el objeto de procurar un rendimiento sostenido a largo plazo, se determina el incremento de crecimiento medio anual para el bosque entero que está bajo manejo. Este incremento de crecimiento anual, medido en metros cúbicos, cuerdas (medida para leña), unidades o pies tablares, fija el límite sobre el máximo de cosecha anual permisible. Varios bosques de manglar se encuentran bajo dicho manejo continuo. Lo anterior es especialmente cierto en partes de Asia Suroriental, donde se recogen nuevos datos sobre medidas de bosques son recolectados en intervalos regulares con el objeto de revisar las estimaciones del incremento de crecimiento anual. Lo anterior es con frecuencia necesario debido a que las tasas de crecimiento anual tienden a variar de año a año de acuerdo con cambios en las condiciones climáticas y las tendencias del ambiente.

En forma alternativa, en el caso de carecer de datos sobre el volumen del bosque, la cosecha permisible puede ser estimarse como una función del período de rotación preferido determinado para el bosque entero. El período de rotación es el número de años requeridos para cosechar todas las áreas del bosque una vez, lo cual es igual al número de años que los árboles requieren para alcanzar un tamaño, contorno y/o

altura específicos.

- 3) El tiempo más crítico en el manejo y utilización de los bosques de manglar es el período durante el cual se realiza la cosecha y la extracción de madera. Esto se debe a que la tala y la extracción de árboles tiende a causar disturbios en el substrato de sedimentos que promueve la erosión y la degradación del suelo. Por lo tanto, es necesario planificar la secuencia de los procedimientos de cosecha y extracción con base en las características específicas del sitio, para reducir este impacto. Cuando se producen disturbios mínimos a los sedimentos, esto permite que el bosque se regenere y se desarrolle a un ritmo óptimo.

- 4) En todas las actividades de cosecha, independientemente de un procedimiento específico, es beneficioso evitar cualquier tipo de corte a lo largo de los litorales y los bancos de canales y ríos de mareas. El corte y disturbio de estos hábitats puede conducir a una erosión acelerada de los bancos y a la correspondiente degradación de la calidad del agua. El ancho mínimo de la zona amortiguadora puede ser estimado multiplicando la amplitud media de la marea por 15. Esto es, en una área con una variación de marea de 1 metro, la zona reguladora que no debería ser afectada es de 15 metros.

- 5) Dentro del máximo posible, la cosecha debe ser llevada a cabo por medio de cortes de franjas delgadas o bloques perpendiculares a la costa. Las franjas deben entremezclarse con porciones de árboles en pie, de manera que se evite la presencia de áreas extensas y continuas despojadas de vegetación, y se reduzca la sedimentación y la excesiva escorrentía de aguas. Se debe tener gran cuidado en dejar una fuente de semillas adecuada para la regeneración. Se pueden usar plantitas si se desea un rápido crecimiento nuevo.

- 6) Durante las operaciones de cosecha, es típico que sólo se saquen los grandes trozos de madera son removidos, las ramas, las hojas, las raíces de apoyo, etc., se dejan abandonadas en el lugar donde se cortaron del árbol. Se recomienda que los residuos de la cosecha sean cortados y distribuidos sobre el área que ha sido desmontada, para fomentar la regeneración y evitar que los restos viajen durante los diferentes ciclos de las mareas y destruyan los árboles que se están regenerando. También se debe tener cuidado en prevenir que los despojos se conviertan en una barrera para la dispersión de los propágulos del manglar, necesaria para la regeneración del bosque. En áreas pobladas, también existe la posibilidad que los despojos se vendan como combustible doméstico.

- 7) Debido a la enorme variación de los ambientes y los tipos de bosque de manglar, y a la presencia de habitat marinos contiguos (p. ej lechos de hierbas submarinas, arrecifes coralinos, etc.), se deben diseñar procedimientos de cosecha y extracción para atenuar el daño ambiental a los habitat cercanos y llevar al maximo el potencial de recuperación del bosque.³ Para reducir al minimo los disturbios causados por la extracción, los troncos, las ramas, palos y otros productos, deben ser sacados usando botes pequeños por medio de canales temporales deslizándolos hasta un punto central tierra adentro, y desde ese punto, hasta el canal de transporte o, en el caso de los troncos de tamaño pequeño y si se tiene a disposición una fuerza de trabajo adecuada, pueden ser cargados manualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Turner, R.E., 1977. Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. *Trans. Amer. Fisheries Soc.* 106(5):411-416.
2. Saenger, P., Hegerl, E.J., Davie J.D.S., Editors, 1983. *Global Status of Mangrove Ecosystems.* Commission on Ecology Papers Number 3. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza.
3. Cragg, S.M., 1982. *Coastal resources and the UMBOI logging project: an environmental impact study.* Forest Products Research Centre, Office of Forcets, Dept. of Primary Industry, Port Moresby, Papua, Nueva Guinea.
4. Choudhury, A.M., 1968. *Working Plan of Sudarban Forest Division for period from 1960-61 to 1979-80, Vol. 1.* East Pakistan Government Press, Tejgaon, Dacca. 82 pp.

5. Curtis, S.F., 1933. Working plan for the Sundarbans Division (1931-51). Forest Dept., Bengal.
6. Khan, S.A., 1966. Working plan of the Coastal Zone Afforestation Division from 1963-64 to 1982-83. Government of West Pakistan, Agriculture Dept., Lahore.
7. Hamilton, L.S., y Snedaker, S.C., 1984. Mangrove Area Management Handbook. Environment and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii. 123 pp.
8. FAO, 1982. Management and utilization of mangrove in Asia and the Pacific.

Véase también: Ecosistemas de Manglares (p.33);
Cosecha de Bosque de Manglar. (p. 144); Leña y
Otros Recursos Renovables (p.161).

LEÑA Y OTROS RECURSOS RENOVABLES

Introducción

Es posible satisfacer en muchas partes del mundo las necesidades locales de forraje para los animales domésticos, combustibles líquidos, productos alimenticios secundarios o que no son de primera necesidad tales como la miel, derivándolos de los recursos naturales del bosque de manglar. Las actividades de producción también pueden crear puestos de trabajo; con controles razonables, el recurso no tiene que degradarse.

Pasturas y Forraje. El follaje de los manglares no es una fuente importante de material de pastura o forraje para el ganado, pero en ciertas partes áridas del mundo donde los pastizales son limitados (p. ej. el Medio Oriente, Pakistán e India), los manglares proveen forraje para camellos y ganado vacuno. La leche obtenida de vacas lecheras, a las cuales se les ha alimentado con follaje de manglar, es notoria por ser excepcionalmente rica en crema. Nutricionalmente, el follaje de los manglares es equivalente a las mejores especies de forraje sembradas para pasturas o para alimentación de ganado en establos. Adicionalmente, el follaje de los manglares contiene naturalmente sal, yodo, y otros microelementos por haber crecido en un ambiente marino costero. La mayoría de los forrajes son deficientes en dichos materiales, de manera que tienen que ser derivados de otras fuentes. Aunque el crecimiento de los manglares y su desarrollo tiende a ser limitado en ambientes

climáticamente áridos, aquellas especies que se han adaptado a dichas condiciones, son las especies preferidas para este propósito. En el resto del mundo, el follaje del manglar es usado en escala limitada para los animales domésticos, tales como ovejas y cabras. Aunque el pastoreo excesivo o la cosecha excesiva pueden ser muy destructivos para el habitat de manglar, el valor nutritivo del follaje y su extendido uso (en ciertas áreas), lo hace un recurso de forraje que debería ser manejado de acuerdo a una filosofía de rendimiento sostenido y ser protegido del abuso.¹

El follaje de manglar puede ser utilizado como forraje doméstico en dos formas distintas. El follaje puede ser cosechado en el bosque de manglar y transportado a cualquier otra parte para ser administrado en establos de animales domésticos. De otro modo, puede permitirse que los animales del lugar se alimenten directamente del follaje, como es el caso de los camellos en ciertos lugares alrededor del Mar Árabe, durante la estación seca. En Pakistán, por ejemplo, los ganaderos profesionales de animales traen los camellos de la Provincia de Sind a las áreas de delta del Indo, donde existe follaje verde de manglar. Los camellos permanecen en las áreas costeras desde Junio hasta Octubre y los ganaderos deben traer agua dulce a intervalos para los animales que pacen. También se ha descubierto que el follaje de manglar es beneficioso para las gallinas y otra variedad de animales. Con la utilización de prácticas apropiadas, el follaje de manglar puede ser usado en una forma segura y ventajosa económicamente en áreas donde las pasturas son

escasas.

Leña y carbón vegetal. En áreas costeras tropicales, la fuente principal de combustible es la leña extraída de los bosques de manglar, que puede ser usada como leña seca, o convertida en carbón vegetal. La intensidad de su uso varía desde rebuscar entre los desperdicios, como ocurre en las áreas densamente pobladas de India y Africa, a una cosecha bajo manejo, como sucede en ciertos países de Asia, donde se produce leña en una forma regular y continua. En aquellas áreas donde la madera de los manglares es relativamente abundante, se utilizan nada más que las ramas y los árboles muertos. En áreas donde existe una cosecha programada, los despojos (pequeñas ramas y troncos remanentes) son utilizados para combustible. Pero en ciertas áreas densamente pobladas, donde los bosques de manglar son limitados, como en ciertas partes de Africa e India, todas las partes de los árboles son utilizadas, inclusive las hojas secas. No obstante, la tala indiscriminada y descontrolada parece ser la práctica dominante alrededor de la mayor parte del mundo (Figura 33). En muchas áreas, la madera de los manglares es convertida en carbón vegetal mediante el uso de hornos permanentes o temporales. El carbón vegetal generalmente se prefiere a la leña seca, debido a su liviano peso y su eficiencia en producir calor.

El carbón vegetal es producido en hornos muy bien sellados, que permiten la entrada de mínimas cantidades de aire para mantener el proceso de carbonización. Los hornos varían desde pequeños huecos temporales en la tierra, hasta calderas

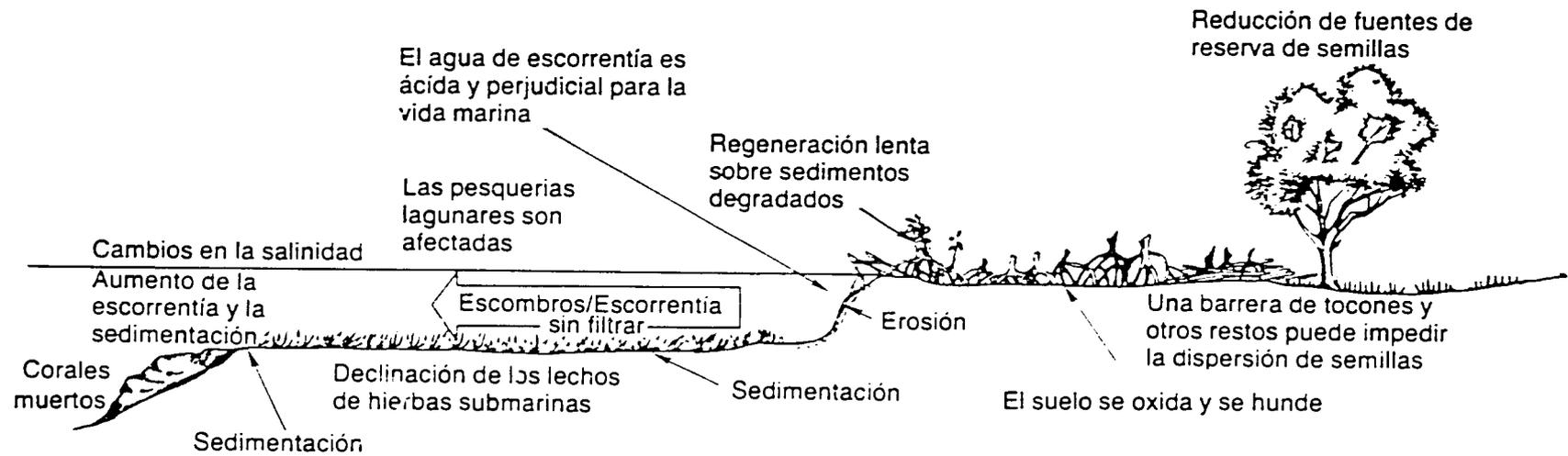


Figura 33. Efectos ambientales de la explotación excesiva de leña sobre los recursos cercanos al litoral.

comerciales de gran volumen. La carbonización toma típicamente de 30 a 40 días, pero en algunas áreas se puede producir un grado inferior de carbón vegetal apenas en 8 días. La primera fase incluye la quema lenta de la madera, luego se sella el horno y se deja enfriar. La calidad del carbón vegetal puede variar debido a su localización dentro del horno, la alteración de la temperatura y el tiempo de quema. Un metro cúbico de madera, produce típicamente más de 100 kg de carbón vegetal. Los precios fluctúan de acuerdo a la calidad del carbón, pero en general, varía alrededor de \$3 dólares por 100 kg (estimación basada en precios mundiales). En general, las especies de las Rhizophoraceae (manglares con raíces salientes) son preferidas para carbón, aunque la madera de otras especies de manglar también puede convertirse en carbón vegetal.

Alcohol, Azúcar y Techos La palma del género Nypa ocurre en ambientes boscosos de manglar costero que tienen regímenes de salinidad entre bajos y moderados. El género Nypa existe en la porción interna de estas áreas en la zona entre las mareas donde existe una fuente significativa de agua dulce de la escorrentía terrestre, que crea un régimen de salinidad favorable para esta palma relativamente poco tolerante de la sal. Los bosques de palma del género Nypa son limitados en su mayoría a Asia Suroccidental y Oceanía, pero ha sido introducida en África Occidental (Nigeria). En hábitat óptimos en el Asia Suroccidental la palma Nypa se extiende en miles de hectáreas. Las frondas de la palma, cuando se entretajan y se cosen

apropiadamente, son usadas para construir bardas de dos metros de largo como material de construcción en techos, que pueden tener una duración de 3 a 5 años. En las Filipinas, una centena de estas bardas es vendida por \$7-\$10 dólares. El rendimiento sostenido de producción de bardas de un bosque de palmas Nypa es aproximadamente 15,000 piezas/ha, lo cual constituye una significativa industria local. Localmente la palma ha sido extensamente utilizada como una fuente para la construcción de tejados de bardas en viviendas, y en algunos países el bosque es administrado con este propósito (p. ej. Bangladesh y las Filipinas).

Sin embargo, la palma Nypa es también rica en un zumo azucarado (entre 14 y 17 por ciento azúcar) que puede ser convertido en azúcar, fermentado para convertirlo en vinagre, o fermentado y destilado para la producción de alcohol de graduación comercial.¹ Aunque muchas especies de plantas son capaces de producir un zumo o líquido fermentable, la palma género Nypa es notoria por sus rendimientos extremadamente altos bajo condiciones de manejo.

Cuando el zumo es usado para la producción de azúcar morena o refinada, se obtienen rendimientos superiores a 20 toneladas por hectárea anualmente, lo cual excede la producción de azúcar de otras fuentes, tales como caña de azúcar, yuca o mandioca, camote o agua de coco. En el Asia suroccidental, los rendimientos de alcohol de graduación comercial pueden variar entre 6,000 a más de 15,000 litros/ha al año. En ciertos países (p. ej. Papua Nueva Guinea y las Filipinas), el uso del alcohol de esta palma

se está considerando en la producción del "gasohol", al mezclar el alcohol con la gasolina.²

La producción de azúcar y alcohol de la palma Nypa requiere que las plantas sean manejadas como una plantación, con prácticas específicas de manejo para llevar al máximo el crecimiento, y por ende, el rendimiento del zumo. Una plantación productiva normalmente abarca menos de 750 plantas por hectárea. Una palma Nypa generalmente madura en un período de tres a cinco años, durante el cual se desarrollan un tallo frutal entre 0.6 y 1.4 metros. La sangría del árbol comienza en el quinto año de crecimiento. El zumo se obtiene de tallos frutales maduros, usualmente dos por planta, al cortar la cabeza del fruto. El lado que ha sido cortado del tallo se inserta en un contenedor para recolectar el jugo. La producción se continúa durante todo el año, lo cual, en parte, explica los rendimientos relativamente altos comparados con otras plantas de cosecha que tienen las características de una producción estacional.

Una de las prácticas críticas de manejo que se requiere para iniciar el flujo del jugo es llamada "gonchanging", que consiste en golpear y patear la planta. Al comienzo del período de producción, se patea o golpea la planta una vez por semana, progresivamente aumentando la frecuencia hasta llegar a hacerlo diariamente por 10 días consecutivos en el cuarto mes. Durante este período el tallo frutal se dobla hacia abajo para que sea más conveniente sangrarlo. Durante las primeras semanas el flujo de jugo es poco (más o menos 0.5 litros por palma al día), pero aumenta hasta aproximadamente 1.0 litro por palma al día durante

el tiempo de vida de la planta.² Los contenedores de recolección se vacían una o dos veces por día. Las plantaciones de palma Nypa manejadas para la producción de zumo no pueden ser usadas como fuentes de bardas para tejados; la extracción de las frondas verdes de la palma produce rendimientos bajos de zumo.

Miel y Cera. La miel es un dulcificante con alto valor comercial o de trueque particularmente en áreas donde no existe azúcar refinada o sustitutos de ella disponibles.² En la mayoría de los bosques de manglar del mundo existen poblaciones silvestres de abejas que utilizan el polen y el néctar de ciertas especies de manglar para la producción de miel natural. Algunos países, tales como Bangladesh e India, dependen mucho de la producción local de miel. En el delta del Río Ganges, la miel proviene de los bosques de manglar de producción y de áreas asociadas dominadas por otras especies de manglar. Allí los árboles para la miel silvestre son cortados o destruidos, para cosechar las colmenas contenidas dentro de las cavidades del tronco.² En India, cerca de 2,000 personas están empleadas para recoger la miel, en una industria que rinde aproximadamente 170 toneladas de miel, y 49 toneladas de cera de abejas al año. El sistema de producción es sostenido debido al gran tamaño del área y las limitaciones de acceso, que en algunas áreas, pueden ser atribuidas a poblaciones residentes de tigres. En el sur de la Florida se mantienen algunas colmenas dentro de los bosques de manglar, y los consumidores aseguran que la miel "pura" derivada de los bosques de manglar es de una calidad superior. La

habilidad para mantener las colmenas de abejas en un ambiente boscoso costero, sin mayor cantidad de problemas, demuestra su potencial como una industria local en muchas partes del mundo.

De acuerdo a la forma tradicional, la miel se obtiene localizando una colmena silvestre, matando las abejas y extrayendo la miel. En algunas áreas (p. ej. Africa) se colocan artefactos de cerámica o de paja para crear un refugio para las abejas silvestres, que después de colonizar, son muertas y su miel extraída.² Las poblaciones de abejas pueden ser manejadas para obtener rendimientos más altos y continuados, usando cualquiera de una gran variedad de colmenas simplemente construidas que proveen áreas de mantenimiento de camadas y acumulación de miel. En su forma básica, una colmena artificial provee miel que puede ser extraída sin la destrucción de las abejas. Diseños de colmenas baratos, y avanzados también permiten manipular la colonia para controlar la producción de las colmenas.¹

En muchas áreas, los manglares producen néctar (usado por las abejas para producir miel) y polen (fuente de alimento para las crías) sólo en parte del año, lo que requiere identificar fuentes alternativas para la colocación de colmenas fuera del tiempo de estación. Se debe tener cuidado para asegurar que la miel no sea contaminada por el néctar de ciertas especies de plantas que pueden dar mal sabor a la miel. Aunque las operaciones comerciales de miel en los bosques tropicales pueden producir rendimientos superiores a los 150 kg por colmena, colmenas bien manejadas en áreas de manglar parecen ser capaces de producir

entre 35 y 40 kg de miel por colonia de colmenas por estación.² Mientras que las cifras absolutas de rendimiento pueden parecer relativamente bajas, el desarrollo de una industria de producción de miel en algunas áreas de manglar puede ayudar a satisfacer las necesidades de las poblaciones locales y proveer empleo.

Problemas

La creciente degradación de los manglares derivada de la ausencia de un manejo apropiado, está principalmente asociada con su directa explotación como fuentes de leña, carbón, y taninos; materiales de construcción y la conversión de las tierras para ser usadas en actividades de fomento agrícola y para acuiculturas. Aunque en estos momentos esté poco documentado, existe suficiente evidencia que da pie para preocuparse por el abuso a estas fuentes de pasturas y forraje. Debido a estas presiones sobre el recurso, existe la necesidad de limitar la cantidad cosechada o pastoreada durante la estación, para asegurar que permanezca una cepa de crecimiento para regenerar la misma cantidad extraída, antes de la próxima estación de cosecha o pastura. En la mayoría de las áreas, un manejo de rendimiento sostenido no es practicado en la actualidad, y el consumo actual de follaje verde (incluyendo los retoños en crecimiento) excede la capacidad regenerativa. Esta sola característica, la cosecha excesiva y la pastura excesiva, tal vez sean los problemas más importantes relacionados con la utilización de recursos del manglar.

Se desconoce el alcance de las presiones humanas que hayan producido la disminución de los rendimientos de la palma Nypa por falta de datos. A pesar de esta incertidumbre, esta palma, al igual que otros recursos renovables, puede ser manejada para obtener rendimientos sostenidos; un enfoque que parece justificarse dondequiera que el recurso sea lo suficientemente extenso como para justificar una explotación a gran escala. Asimismo, aunque se conoce muy poco con respecto al estado de las abejas productoras de miel, la producción derivada de las colmenas puede verse amenazada en dos frentes: la explotación directa de los manglares (de los cuales dependen las abejas) y su destrucción por la extracción de la miel. Si bien la instauración de enfoques apropiados de manejo de manglares descrita en otras partes del documento parecería mitigar el impacto de la amenaza, hasta que no se recolecte más información sobre la ecología y el estado de la producción de miel de abejas, el mantenimiento artificial de cepas de crían permanecerá como la mejor opción para la explotación sostenida de miel.

Pautas

Las siguientes pautas son introducidas separadamente para cada uno de los temas. En general, el requisito más importante es el mantenimiento de rendimientos sostenidos.

Pasturas y Forrajes. Con la ausencia de una documentación significativa respecto al uso del follaje de los manglares para pasturas y forraje, las pautas de manejo se limitan a la

perpetuación de las cepas de crecimiento del manglar.

- 1) La pauta de manejo más importante tiene que ver con el establecimiento del rendimiento máximo sostenido que puede ser esperado por parte del recurso. Antes de promover el uso del follaje de manglar como pastura verde, debe establecerse el rendimiento máximo sostenido.
- 2) En áreas donde el crecimiento y el desarrollo del manglar son limitados, se recomienda que se usa un sistema de rotación para prevenir la explotación. Específicamente, después de la estación de apacentamiento, el área que se usó como pastura debe ser excluida de todo uso adicional hasta que se haya regenerado por completo.

Alcohol, Azúcar y Bardas En el manejo de las palmas Nypa para la producción de azúcar, alcohol y bardas, la disponibilidad sostenida de agua dulce es el criterio más importante de todos. Aquellas áreas donde los bosques de este tipo de palma son extensos y la fuente de agua dulce es segura, pueden ser colocadas en sistemas de producción sostenida.

- 3) La producción de rendimiento sostenido de la palma Nypa requiere que el agua dulce sea disponible normalmente, a tal punto que mantenga las salinidades bajas a lo largo de los ríos y los drenajes en el ambiente del manglar.

- 4) Las palmas Nypa son polinizadas por la mosca de la fruta por tanto, el uso de los pesticidas debe ser evitado en áreas de bosque natural de palmas o en plantaciones.

Miel y Cera. En la actualidad, la falta de datos con relación al manejo de las colonias de abejas, impide su manejo para obtener rendimientos adecuados en su ambiente natural. Este impedimento hace que los recolectores de miel críen los animales en colmenas artificiales. Sin embargo, la producción de miel y cera depende del bosque de manglar adyacente, que sirve como la fuente principal de néctar y polen.

- 5) La destrucción de las colonias de abejas para la extracción de miel y cera debería ser eliminada y se debería favorecer el desarrollo de colmenas artificiales para el mantenimiento de cepas de crían, suministrando medios para la producción de rendimientos sostenidos.
- 6) Deben identificarse fuentes alternativas de alimento para los manglares para promover la producción durante todo el año de manera que exista una disponibilidad estacional de néctar y polen.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hamilton, L.S. y Snedaker, S.C., 1984. Mangrove Area Management Handbook. Environment and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawai. 123 pp.

2. Gentry, C., 1982. Small scale beekeeping. Peace Corps Information Collection and Exchange, Manual M-17. Washington, D.C. 212 pp.

Véase también: Ecosistemas de Manglares (p.33); Cosecha de Bosques de Manglar (p.144).

ENERGIA

OPERACIONES PETROLERAS Y DE GAS

Introducción

La industria petrolera generalmente incluye operaciones de exploración, producción, refinación, y transporte en las regiones de las naciones tropicales de la OPEC, tales como Nigeria, Venezuela, Ecuador e Indonesia. Lo anterior plantea frecuentemente amenazas reales o percibidas para las pesquerías locales y la conservación de los recursos locales, incluyendo los humedales costeros. Los derrames de petróleo causados por explosiones de pozos, derrames de buques petroleros, rupturas de oleoductos y actividades de descarga, pueden crear, y han creado en el pasado, daños duraderos sobre los recursos costeros. Dichos derrames pueden producir dos clases de daños: agudos y crónicos.

Problemas

Los derrames agudos generalmente son el resultado de accidentes de transporte. Este tipo de accidentes han ocurrido en frente de la costa de Panamá, Indonesia y Nigeria, y otros países que llevan a cabo o están adyacentes a las actividades de transporte petrolero. Por ejemplo en las postrimerías de la década de los setenta, un buque petrolero dejó escapar miles de barriles de petróleo crudo sobre los Estrechos de Singapur. De allí, el crudo derramado se trasladó hacia el litoral para impactar un gran bosque de manglar, lo cual tuvo como consecuencia varias hectáreas de manglares agonizantes y muertos

en el término de pocos años (Figura 34).¹ A finales de los años sesenta un buque petrolero arrojó varios miles de barriles de crudo sobre las costas de Panamá, lo cual condujo a la muerte de manglares y otros organismos costeros.^{2,3}

Otro tipo de derrame, la explosión de pozos petroleros fuera de la costa, es menos común pero provoca un impacto de mayor magnitud sobre el ambiente costero. En Nigeria, en 1981, la explosión de un pozo petrolero fuera de la costa, condujo a la muerte de más de 250 hectáreas de manglar en el delta del Níger (estudio sin publicar del Instituto de Planificación de Investigación).⁴ Los derrames agudos también pueden ser provocados por rupturas de oleoductos; lo cual puede ser especialmente perjudicial cuando los oleoductos se encuentran adyacentes a recursos costeros críticos, tales como agua dulce y humedales marinos, recursos pesqueros y habitat de vida silvestre en peligro o amenazada. En Guam, en 1982, más de un millón de galones de crudo se escaparon de un oleoducto e inundaron una gran área de humedales de agua dulce, causando un impacto grave sobre las áreas de humedales (informe sin publicar del Instituto de Planificación de Investigación). También resultó afectada una instalación local de maricultura de camarones, que compartía su sistema de drenaje con las áreas que recibieron el impacto.

Un segundo tipo de derrame es el denominado crónico. Este tipo es más comúnmente asociado con operaciones de refinación conducidas en la costa, operaciones de desembarque y puertos de energía, incluyendo operaciones que producen desechos de barro derivadas de perforaciones. Por ejemplo la mayoría de los

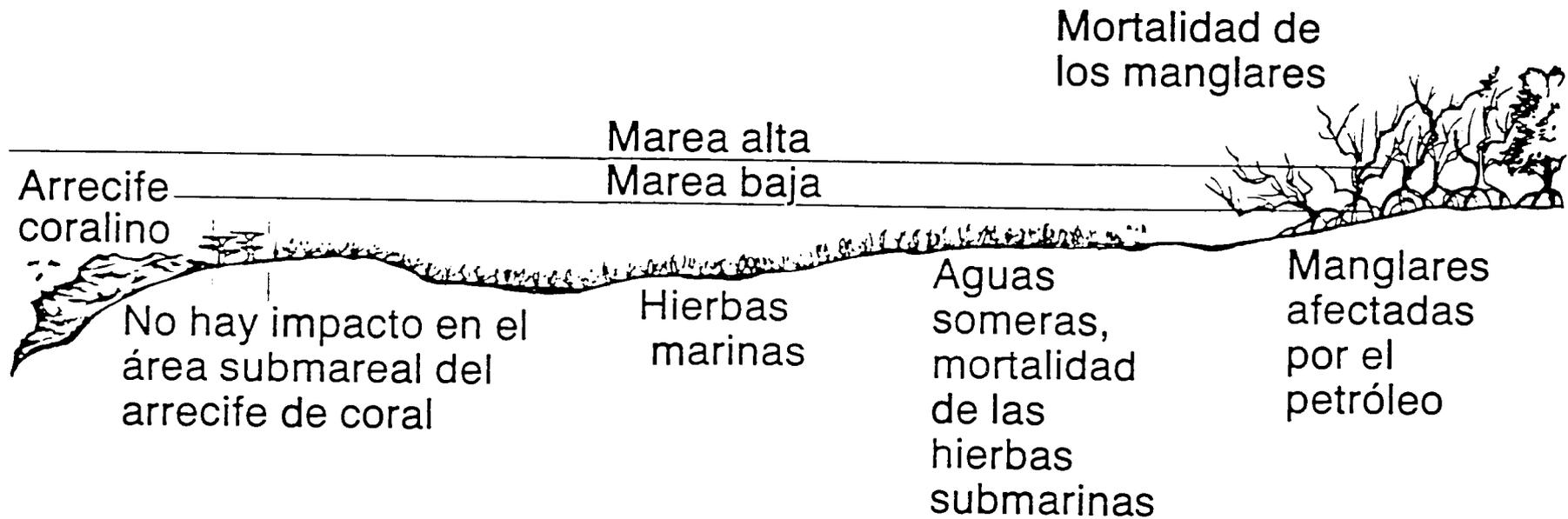


Figura 34. Un perfil simplificado de la plataforma continental con los efectos sobre los recursos costeros observados durante derrames pasados.

puertos y atracaderos localizados en bahías que comercian con productos de petróleo, son muy propensos a tener hidrocarburos detectables de petróleo en el agua. Aunque el efecto de niveles bajos de hidrocarburos en el agua, usualmente no es tan devastador como un derrame agudo, el potencial de bioconcentración y absorción por parte de los organismos marinos es alto. En puertos en Nigeria, América del Sur y Asia suroccidental, las operaciones petroleras y el bajo nivel de contaminación asociado con las operaciones petroleras ha conducido a cambios en la composición de especies en el área del puerto. Los moluscos de estas áreas son notorios por acumular hidrocarburos y otros materiales asociados con las operaciones de la industria petrolera de los puertos y atracaderos petroleros, las cuales los han convertido en productos no aptos para consumo humano.

Ambientes costeros diferentes son sensibles a los derrames de petróleo en formas diferentes también (Figura 34). En general, entre mayor sea el grado de resguardo de la costa (costas abiertas menos protegidas versus costas de tipo lagunar más protegidas) y mayor sea el tamaño de los granos de arena (guijarros y piedras versus arena de grano muy fino), mayor es la persistencia del petróleo derramado sobre las zonas intermareales. Se han dado a conocer numerosos derrames petroleros que han impactado costas de arena fina en áreas tropicales, causando un daño mínimo. Los conflictos más fuertes entre los recursos costeros y la industria petrolera, han ocurrido en regiones con grandes áreas de humedales costeros y pesquerías costeras que han recibido derrames agudos de petróleo.

Los daños derivados de estos derrames dependen del tipo de bosque de manglar que ha recibido el impacto y también del tipo y la cantidad de petróleo que llegue al litoral (Figura 35). Los bosques más sensibles son los bosques ribereños y de cuenca.

También han ocurrido derrames de petróleo sobre arrecifes coralinos, pero los daños han sido menos perjudiciales que aquellos producidos sobre manglares. Por ejemplo, el derrame ocasionado por un buque petrolero en Palau en 1982 cubrió los arrecifes de entre las mareas durante la marea baja (informe no publicado del Instituto de Planificación de Investigaciones). Sin embargo, cuando entró la marea alta el petróleo fue extraído sin que se registraran daños posteriores. Un derrame de petróleo sobre el Gran Arrecife de Barrera (en Australia) durante los años setenta también cubrió arrecifes de entre mareas con petróleo, pero no se comunicaron daños en este caso tampoco. Parece que los arrecifes coralinos de bajo las mareas son aún menos propensos a sufrir mortalidad por derrames agudos. En 1976, un buque petrolero que zozobró en un arrecife cerca de la entrada al puerto de Wake Island (en el Pacífico Norte), dejó escapar una gran cantidad de petróleo de poca viscosidad sobre un banco arrecifal. No se informó de daños al arrecife.

Sin embargo, más de 2,500 kg de peces del arrecife (especialmente meros y ardas) aparecieron muertos sobre la playa después del derrame, indicando daños a los organismos asociados con el arrecife.

Se ha observado que los derrames han causado daños a menor escala sobre los lechos de hierbas submarinas en Puerto Rico y México, pero los efectos fueron limitados a: (1) lechos de pastos de tortugas entre las mareas o (2) las áreas que sufrieron el impacto del petróleo descompuesto y precipitado al fondo, el cual cubrió la superficie y el substrato de los lechos de hierbas en una área restringida.

Las operaciones petroleras también pueden afectar potencialmente los recursos pesqueros, aunque la documentación respecto a esto es escasa. Por la mayor parte, los daños por

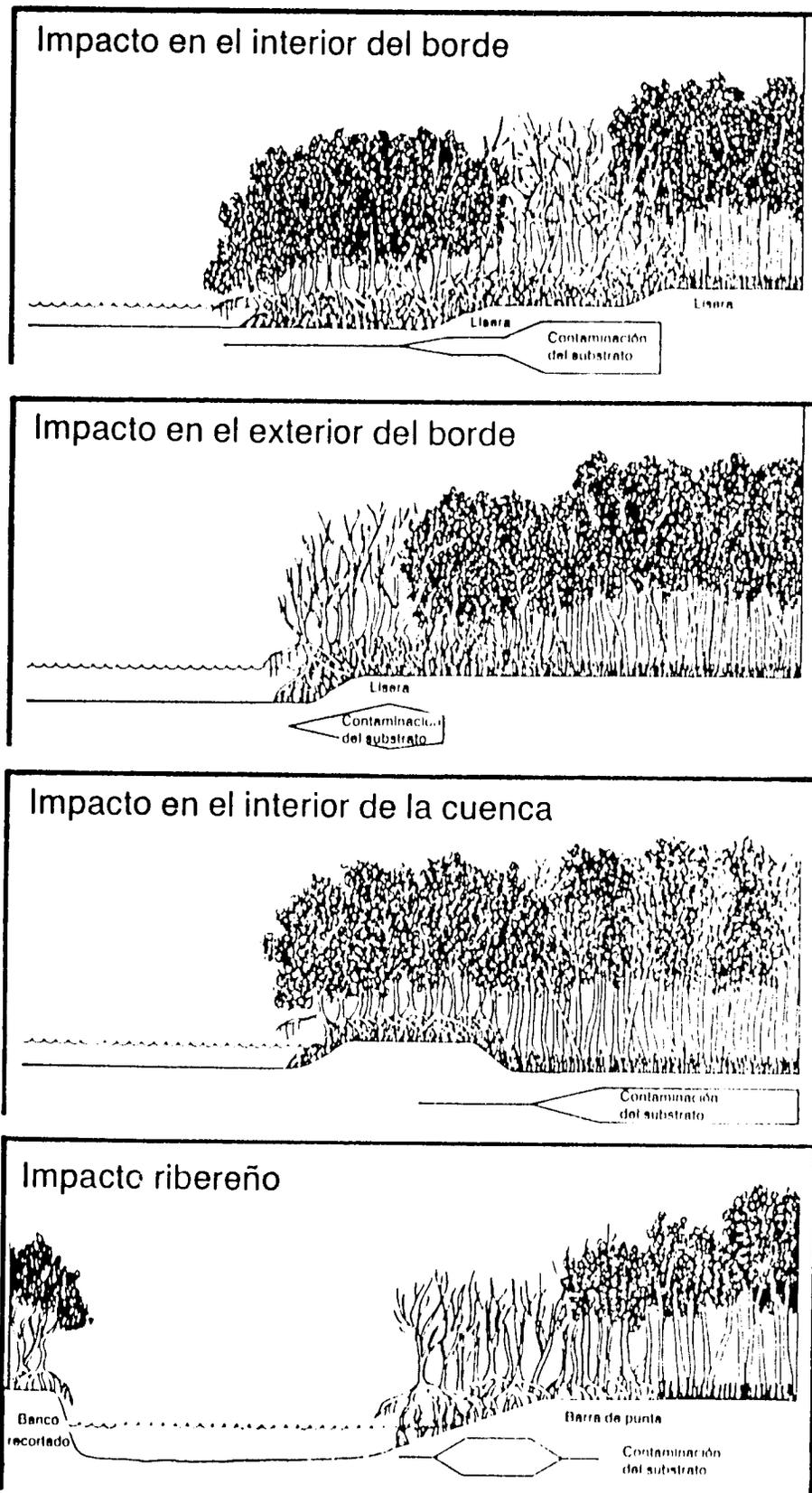


Figura 35. El daño causado por el petróleo sobre los manglares depende del tipo de bosque.

derrames petroleros sobre los recursos pesqueros que han sido cuantificados, han sido principalmente daños a los botes y aparejos de pescadores, a los recursos de moluscos intermareales y pérdida del esfuerzo pesquero, aunque se especula sobre los daños cerca y fuera de la costa a partir de estudios conducidos en zonas templadas. En Nigeria, después de la explosión de un pozo fuera de la costa, la captura de moluscos (ostras y caracoles marinos) en los manglares se vió reducida debido a la corrupción de la carne, la mortalidad de los moluscos y del substrato de manglar sobre el cual fueron encontrados. Numerosas áreas, incluyendo la parte oriental de la península Malaya, el Océano de Java, y las aguas costeras del Ecuador, se encuentran actualmente bajo obras de desarrollo a gran escala para la producción de petróleo, lo cual crea conflictos aparentes con las pesquerías locales.⁴

En el Ecuador, el descubrimiento de petróleo en la despoblada región del Oriente Amazónico, generó un brusco cambio en la economía. Las actividades que precedieron este descubrimiento incluyeron la construcción de un oleoducto trasandino de 300 millas de longitud, desde el Oriente hasta el puerto de Esmeraldas. Las divisas obtenidas gracias al petróleo aumentaron de US 61 millones en 1972 a más de US 1,000 millones de dólares en 1979.⁴ Esto significa un incremento en el porcentaje de divisas de 19% a 50% en el término de 7 años. Al mismo tiempo, la producción pesquera total se triplicó y en 1982, figuró en el tercer renglón de exportaciones, inmediatamente después del petróleo. La importancia de estas pesquerías ha provocado la creación de un plan de contingencia contra derrames de petróleo, que se concentra principalmente en su prevención. Las explosiones de pozos probablemente constituyen el potencial más grande de devastación y de daños a largo plazo, amenazando las pesquerías costeras, la vida silvestre y los recursos costeros y ambientales. Fuentes crónicas de contaminación pueden descomponer la carne de los peces y moluscos en las áreas que recibieron el impacto.

La prevención de derrames de petróleo es la clave para poder combinar las operaciones petroleras, los ambientes costeros y los recursos pesqueros. Esto exige la creación de un plan detallado de contingencia que provea los patrones de tráfico del transporte marino de petróleo hacia y desde los puertos; que tenga la disponibilidad y despliegue de equipo especial y personal entrenado para responder de forma inmediata en el caso de un derrame.

Pautas

La clave para reducir los daños causados por el sector petrolero a los recursos costeros está en la prevención de derrames de productos derivados del petróleo. En las condiciones típicas de la zona tropical de entre mareas, la mayoría de los ecosistemas costeros expuestos a pequeñas cantidades de contaminantes derivados del petróleo, poseen una habilidad natural asombrosa para mantenerse y renovarse a sí mismos (p.ej. después de un disturbio) cuando se mantienen las características básicas del habitat que favorecen su formación original y su funcionamiento. Sin embargo, estos mismos ecosistemas costeros son extremadamente sensibles a factores que alteren la calidad del agua prevaleciente y las condiciones del sustrato. La conservación del ecosistema y sus recursos puede ser fácilmente obtenida mediante la prevención de cambios significativos en dichos factores.

Las operaciones petroleras deben perpetuar los patrones naturales y los ciclos de actividad de las mareas y de la escorrentía de agua dulce. Las estructuras costeras y los esquemas de desarrollo acuáticos, asociados con las operaciones de gas y petróleo, frecuentemente tienen el potencial de cambiar estos patrones naturales y deben, por lo tanto, ser modificados, para asegurar que se mantengan estos patrones. El mejor momento para lidiar con las consecuencias ambientales de las operaciones petroleras en un área dada, es precisamente durante la fase de planificación de todas estas actividades, no después que la

operación esté en marcha y haya empezado a afectar negativamente los recursos naturales costeros. Los recursos costeros que pueden ser afectados por las operaciones petroleras deben ser identificados antes de que estas operaciones comiencen. Pueden requerirse estudios específicos del sitio en muchas localidades. La zona de contacto entre la tierra y el mar es un sistema natural dinámico y cambiante. Lidar con este sistema requiere un cuidadoso estudio, que puede resultar costoso. Sin embargo, estos costos son mínimos cuando se les compara con la pérdida que resulta de una planificación deficiente. Las pautas a continuación son consideradas como los requisitos mínimos para el mantenimiento y la perpetuación de los recursos costeros adyacentes y receptores de afluentes provenientes de operaciones petroleras:

- 1) Las operaciones petroleras deben ser conducidas en una manera que, (por medio de una adecuada localización y operación) reduzca al mínimo los cambios sobre las salinidades del ambiente acuático, las temperaturas, la claridad y la transparencia del agua. Estas operaciones deben evitar el desecho de desperdicios que eleven o disminuyan la salinidad, y/o la temperatura de las aguas circundantes.

El dragado y otras actividades asociadas con la extracción del petróleo y el gas que disturben los sedimentos y creen aguas con sedimentos de limo en suspensión no deben ser emprendidas ni cerca ni aguas arriba de los recursos costeros, especialmente, en arrecifes coralinos.

- 2) Toda operación debe evitar la descarga de petróleo o grasa en el ambiente marino, especialmente aquellas descargas de tipo crónico a bajo nivel, que pueden evitarse por medio de la localización apropiada de las plantas y un tratamiento efectivo de sus desagües. Desagües que desemboquen sobre

los océanos que lleven efluentes que no hayan recibido tratamiento previo, no son medios aceptables para eliminar desechos, puesto que estas emanaciones flotan y pueden regresar a las costas, arrastradas por ciertas condiciones climáticas.

- 3) Las operaciones petroleras y su localización deben mantener la integridad de la superficie de contacto entre el mar y la tierra, así como la configuración original de los substratos costeros cuando se construyen oleoductos terrestres y marinos, puesto que la costa y el substrato cercano a la costa son los factores claves en la perpetuación de los recursos costeros. Actividades de operación y construcción que puedan conducir a una sedimentación excesiva, a la erosión o a la alteración de las características químicas de los sedimentos costeros deben ser evitadas.
- 4) Se debe desarrollar un plan detallado de contingencia para prevenir posibles derrames en cada atracadero u otra área costera que pueda ser objeto de un derrame.
- 5) Antes de que se emprenda una operación costera, debe llevarse a cabo una evaluación minuciosa, que entre otras cosas, incluya un modelado del destino y los efectos en "el peor de los casos" en la eventualidad que ocurra un derrame durante las operaciones que se proyectan realizar. Esto debe incluir una evaluación detallada de los daños previstos a los humedales costeros y a los recursos pesqueros en la peor de las circunstancias.
- 6) Preferir los puertos de costa abierta y mar profundo para las operaciones petroleras, en vez de las bahías, que son más propensas a contener abundantes recursos naturales en condiciones resguardadas.

- 7) La limpieza del petróleo y de las playas impregnadas de petróleo y otras áreas costeras debe comenzar sólo después que todo el petróleo haya hecho impacto sobre la costa. Debe enfatizarse la limpieza a mano o por medios naturales, el uso de maquinaria pesada o la remoción extensa de substratos debe evitarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Baker, J.M., Suryowinoto, M., Brooks, P., y Roland S. 1980. Tropical marine ecosystems and the oil industry, with a description of a post-oil spill survey in Indonesian mangroves. En Petroleum in Marine Environments. Petromar '80 Conf. Proc., Graham and Trotman, Ltd., London, 788 pp.
2. Birkeland, C., Reimer A.A., y Young J.R., 1973. The effects of oil on tropical shore natural communities in Panama. U.S. Environmental Protection Agency Final Report , Proj. No. 18050 EFU. 173 p.
3. Cintron, G., Lugo, A.E., Martínez, R., Cintron B.B. y Encarnación, 1981. Impact of oil in the tropical marine environment. Tech. Publ., Div. Marine Res., Puerto Rico Dept. Nat. Res., San Juan.
4. Filho, I.D.P. 1983. Oil, shrimp and mangroves: an evaluation of contingency planning for the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Tech. Rept., Woods Hole Oceanographic Inst., WHOI-83-38, 105 pp.

Véase también: Puertos, Canales y Atracaderos (p. 196).

GENERACION DE ENERGIA COSTERA

Introducción

Las plantas generadoras de energía eléctrica están situadas frecuentemente en la zona costera debido al gran volumen de agua que se requiere para las operaciones de enfriamiento. En una planta de energía costera el agua marina es usada como el vehículo para mantener un gradiente de calor eficiente dentro de la planta. A menos que la planta esté dotada de un sistema de refrigeración de ciclo cerrado, el agua caliente de la planta es descargada en las aguas cercanas a la costa, en una área lejana de donde se toman las aguas para refrigerar, de manera que se evite la recirculación.

Problemas

Los problemas asociados con las plantas de energía costera se pueden dividir en dos categorías: crónica y accidental. Los problemas crónicos incluyen la muerte de la fauna marina que está asociada con la toma de agua y la descarga de esa misma agua una vez que su temperatura ha sido elevada. Estos problemas crónicos incluyen el desecho de cenizas al aire por parte de las plantas que funcionan con combustibles fósiles; el desembarque de petróleo y carbón; el uso de compuestos químicos para la limpieza de los tubos condensadores (sistema de intercambio de calor) dentro de la misma planta; y la presencia de isótopos radioactivos creados por las plantas nucleares. Los problemas causados por accidentes incluyen el derrame o el desecho de combustibles; el recalentamiento del sistema de refrigeración; y accidentes en el reactor de las plantas nucleares.

El agua tomada que ingresa a la planta de energía, lleva consigo una gran cantidad de organismos planctónicos (plantas y animales), larvas de animales marinos juveniles y aquellos animales más grandes que siguen el flujo del agua (Figura 36). Los organismos más pequeños que entran en la toma de agua son llevados a través de la planta misma donde las elevadas temperaturas y los rápidos cambios de presión causan su muerte.

Los animales más grandes que no pueden pasar a través del pequeño diámetro de la tubería del condensador quedan "enmallados" o filtrados antes de entrar a la planta. La mayoría de los animales muertos al quedar atascados en las mallas de los filtros son removidos y desechados por operadores de la planta. Las plantas de energía con canales largos de toma de agua, atrapan varias clases de animales marinos, los cuales, una vez en el sistema del canal, no pueden escapar, por lo tanto, son virtualmente eliminados de la población local reproductora.

La descarga de agua caliente crea un segundo conjunto de problemas para el área costera que la recibe. En una operación típica, el agua que pasa a través de una planta de energía es elevada de 10 a 15 grados centígrados sobre la temperatura ambiente del agua en el momento de la toma. En ambientes de agua caliente, dicha elevación en la temperatura es superior al límite de tolerancia térmica de algunas plantas y animales marinos (en el área de descarga antes de enfriamiento). En general, el punto crítico es alrededor de los 30°C. En el área de descarga del agua caliente, denominada pluma térmica, la declinación en la temperatura del agua a medida que aumenta la distancia al sitio de descarga, se manifiesta en un patrón característico de distribución por zonas de la composición y viabilidad de especies. También, en ese punto de descarga, existe frecuentemente un área de sedimentos arrancados que han sido arrastrados por la fuerza de la corriente de descarga. A medida que el agua se aleja, y la temperatura decrece progresivamente, la erosión disminuye y la sedimentación aumenta.

La descarga de agua de mayor temperatura sobre lagunas y estuarios poco profundos con bajo flujo y refluo, causa probablemente el daño más grande a la vida marina, debido a la abundancia de vida planctónica muy susceptible (incluyendo etapas primarias de peces y moluscos). Generalmente, cuando la descarga de contaminantes térmicos ocurre en aguas más profundas o áreas costeras con un mayor flujo y refluo, el impacto es disminuido.

Organismos no arrastrados, pero dependientes de los organismos susceptibles de serlo

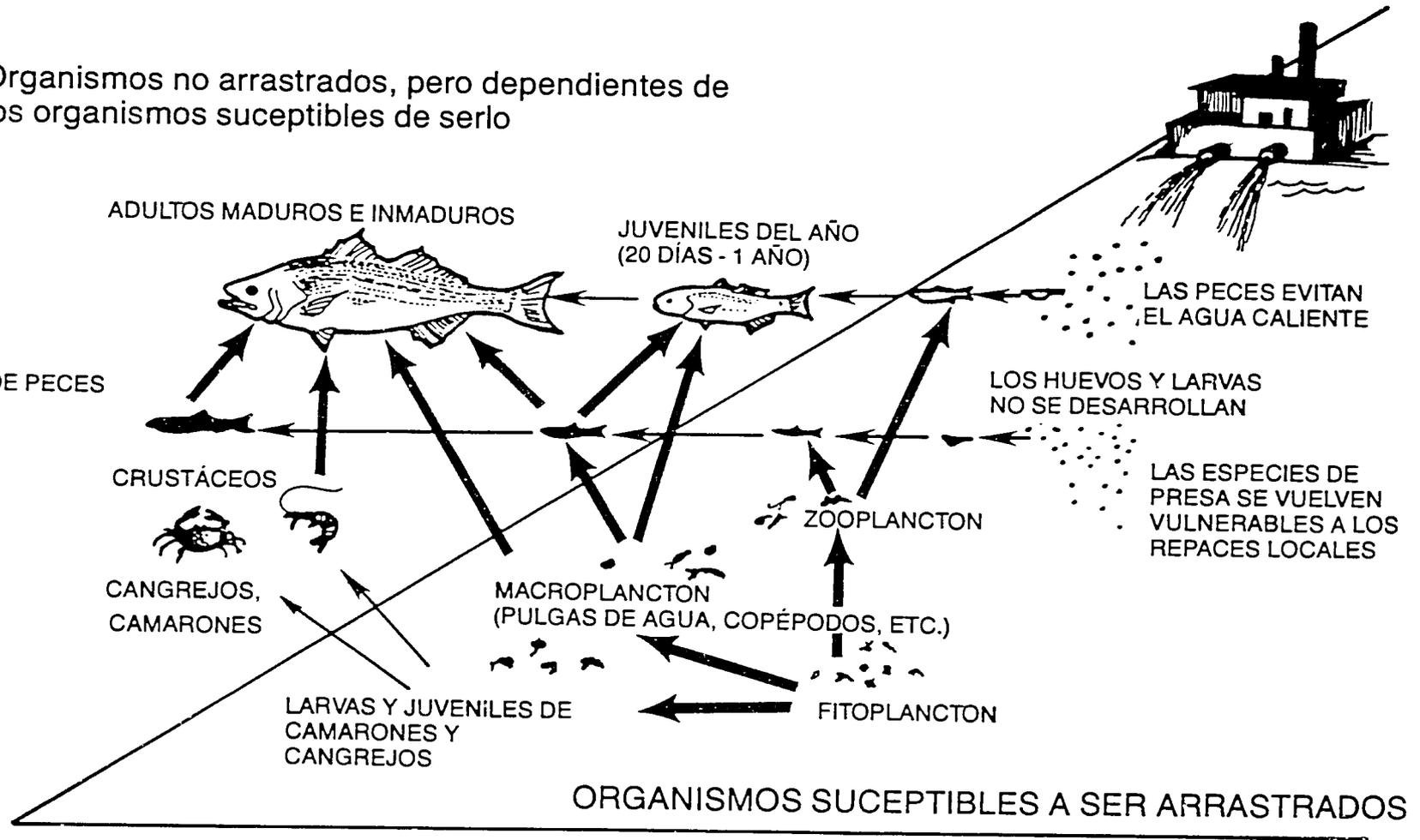


Figura 36. Influencia potencial de una planta de energía que incluye organismos susceptibles de ser arrastrados, y aquellos no susceptibles al arrastre, pero que dependen de aquellos organismos que sí lo son. (Fuente: Ref. 1.)

La eficiencia térmica de una planta de energía se mantiene, en parte, creando un sistema eficiente para extraer el exceso de calor por medio de un condensador, que se deshace del calor en la descarga de agua. La eliminación del calor, o el intercambio de temperaturas requiere que la tubería del condensador se mantenga limpia; esto es, limpia no solamente de sedimentos, sino también de organismos nocivos. Este problema es generalmente solucionado por medio del envenenamiento de organismos con toxinas tales como el hipoclorito de sodio. El cloro reactivo que permanece en la descarga de agua causa la muerte de los organismos más pequeños que residen en las aguas receptoras de la corriente.²

Las plantas que queman petróleo o carbón como combustible de origen fósil, reciben la entrega regular de grandes cantidades de combustible. Durante las operaciones de desembarque, generalmente existen suficientes escapes o derrames de combustible como para degradar el ambiente acuático en la vecindad de la planta.

En plantas nucleares, el material radioactivo de desecho es creado por medio de la activación de neutrones. Los isótopos que existen en forma gaseosa, generalmente se descargan directamente a la atmósfera. Cuando los desechos están en forma líquida, los isótopos se liberan lentamente en el agua de descarga para alcanzar un máximo nivel de disolución. En cualquiera de los casos, estos desechos en el ambiente crean un problema irresoluble asociado con las plantas nucleares.

Otros problemas agudos incluyen accidentes asociados con agua excesivamente caliente, la liberación de contaminantes³ tales como los derrames de petróleo, el escape de isótopos radioactivos, y movimientos masivos de especies migratorias dentro del área de la toma de agua.

Debido a que el calor de los desechos descargados es un problema grave asociado con todas las plantas generadoras de energía, se han desarrollado varias alternativas para refrigeración de un solo ciclo, con el objeto de reducir al mínimo el impacto ambiental. Entre estas alternativas se encuentran las torres de enfriamiento mecánicas y de tiro o carga

forzada y las reservas cerradas de la cuales se extrae agua fría desde el otro lado. Las torres de enfriamiento tienen la tendencia a ser muy costosas, puesto que la construcción de grandes reservorios para recircular el agua de enfriamiento, da como resultado la conversión de grandes áreas de hábitat natural.

En condiciones típicas en la zona tropical costera, algunas plantas y animales en el ecosistema marino viven en o cerca de su límite térmico, o cerca de él, lo cual significa que viven cerca de su límite de resistencia de contaminación térmica.³

Alternativamente, en algunas situaciones, el calor sobrante podría ser usado directamente como calor en procesos a baja temperatura, o una vez que haya sido almacenado en agua, podría ser usado como agua en procesos a baja temperatura. Si se considera como un recurso, este excedente de calor puede ser usado en la calefacción de edificios, hogares, estanques de acuicultura y ciertos tipos de industrias, donde las fuentes de calor a bajas temperaturas pueden ser útiles.

Pautas

El factor principal asociado con la reducción del impacto de las plantas de energía eléctrica situadas en un ambiente costero es precisamente su localización en relación con áreas críticas ecológicamente. La eliminación del agua refrigerante y los sistemas de retorno dan pie a problemas adicionales, como también lo hacen los diferentes desechos que son liberados. Las pautas siguientes son consideradas los requisitos mínimos para el mantenimiento y la perpetuación de los ecosistemas costeros que están localizados cerca y reciben emisiones de las plantas de energía.

- 1) Las plantas de energía deberían localizarse en estuarios o lagunas, solamente si están diseñadas con un sistema de enfriamiento de ciclo cerrado. Los estuarios y las lagunas son vulnerables a recibir daños debido a su riqueza en vida planctónica, sus aguas someras y a sus funciones como un

área crítica de crecimiento, a sus fondos blandos, y la deficiente circulación que poseen. Una planta eléctrica mal ubicada puede destruir cantidades significativas de peces planctónicos, moluscos y microorganismos, y causar la ruina ecológica alrededor de la planta.

- 2) Las plantas de energía costeras deben ser localizadas de tal forma que no perjudiquen las áreas ecológicas críticas. Los criterios para la ubicación deben incluir medidas que eviten disturbios a los distintos hábitats tales como humedales, lechos de hierbas submarinas, arrecifes coralinos, lechos de moluscos y rutas de migración de especies nativas del estuario y de zonas costeras.
- 3) Cuando se construyan oleductos con bases en la tierra o el mar, las operaciones de la planta de energía y su localización deben mantener la integridad de la superficie de contacto entre el mar y la tierra, así como la configuración original de los substratos costeros, debido al papel que juega el substrato costero y cercano a la costa en la perpetuación de los recursos costeros. Las actividades de operación y construcción que podrían provocar a una sedimentación excesiva, erosión o alteraciones en las características químicas de los sedimentos costeros deben definitivamente ser evitadas.
- 4) Los diseñadores de la planta deberían concentrarse en técnicas que reduzcan la incidencia de la mortalidad de vida marina causada al atrapar, enmallar e introducir a la fuerza organismos. En algunos casos lo anterior puede lograrse haciendo desviaciones que mantengan los animales lejos del sitio de la toma de agua. La introducción de los organismos al sistema de la planta es un problema un poco más difícil de solucionar debido a que los organismos son lo suficientemente pequeños como para pasar a través de más

mallas. Aquellos organismos que han entrado al sistema de enfriamiento no tienen forma de escapar. Este problema puede ser resuelto únicamente por medio de la selección del sitio para la planta en una costa de mar abierto, lejos de las zonas críticas de los estuarios.

- 5) Toda operación debería evitar la descarga excesiva de desechos nucleares y sustancias tóxicas en las aguas costeras, especialmente donde ingresan a la cadena alimentaria y podrían eventualmente ser consumidos por el hombre. La acumulación de descargas con niveles bajos de contaminantes puede ser prevenida por medio de una apropiada localización de las plantas (descarga en aguas profundas y de bastante movimiento) y por medio del tratamiento de sus descargas. La descarga en el océano de desechos sin tratar son medios inaceptables de eliminarlos desechos, si después dichos desechos regresan a la costa dirigidos por ciertas condiciones de mareas y vientos.
- 6) Los problemas accidentales pueden ser reducidos por medio de la instauración de programas eficientes de mantenimiento y entrenamiento de personal que sea responsable de solucionar situaciones de emergencia. Lo anterior incluye planes de contingencia contra derrames de contaminantes y procedimientos exigentes de cierre de operaciones en el evento que el sistema de enfriamiento falle.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Gerchakov, S.M., Segar, D.A., y Steans, R.D., 1973. Chemical and hidrological investigations in an area of thermal discharges to a tropical marine estuary. En: D.J. Nelson (Editor). Radionuclides in ecosystems, Vol. 1. Proc. third nat. symp. radioecology, 10-12, May 1971. USACE CONF. 710501-PL. Oak Ridge, Tenn., pp 603-618.

2. Jolley, R.L., Gorchev, H., y Hamilton, D.H., Jr., 1978. Water Chlorination. Vol. 2, Environmental Impact and Health Effects. Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, Michigan. 909 pp.
3. Thorhaug, A., Segar, D.A., y Roessler, M.H., 1973. Impact of a power plant on a subtropical estuarine environment. Marine Poll. Bull. 4:166-169.

Véase también: Peca de Captura (p. 135); Estuarios y Lagunas (p. 69); Puertos, Canales y Atracaderos (p. 196)

TRANSPORTE

PUERTOS, CANALES Y ATRACADEROS

Introducción

Debido a la creciente importancia de los sistemas acuáticos de transporte a nivel mundial, y la concomitante necesidad de mejorar los puertos de fondeo profundo, canales, y atracaderos, se han documentado numerosos impactos sobre los recursos naturales asociados con este tipo de desarrollo en las áreas costeras. Tanto para las nuevas facilidades portuarias como para las ya existentes que han sufrido expansiones, la magnitud de estos problemas es generalmente una función de la importancia económica real o potencial de los recursos naturales en juego. Obras de desarrollo en estas áreas plantea un nuevo conjunto de demandas sobre la economía local y crea la amenaza de producir impactos ambientales con efectos a corto y largo plazo que pueden representar pérdidas económicas y altos costos de oportunidad, así como amenazar el sustento de aquellas personas que dependen directa o indirectamente de recursos naturales cruciales. Una operación y diseño deficiente de puertos y facilidades asociadas puede imponer un costo que exceda los beneficios derivados de las operaciones y desarrollos industriales.¹

Problemas

El incentivo económico es construir o expandir puertos en localidades accesibles, de manera que reduzca al mínimo los costos totales de transporte terrestre y marino; el incentivo ambiental es colocar facilidades en localidades que atenten la pérdida de oportunidades económicas causadas por la eliminación o degradación de los recursos naturales existentes. La situación ideal sería integrar las prioridades tanto de la entidad que planea las obras de desarrollo, como del especialista en recursos naturales, satisfaciendo así a todos aquellos que dependen de los recursos costeros de una u otra forma. Las consideraciones que atañen los recursos costeros y su parte en las obras de desarrollo portuario, pueden variar tremendamente dependiendo de

la naturaleza de los recursos. La necesidad de una especificidad relativa al sitio al considerar estas variables es puesto de relieve en el siguiente ejemplo:

Recientemente, dos puertos diferentes fueron construidos en el noroccidente de Panamá.² Uno está localizado en la costa del Pacífico (Figura 37), mientras que el otro está situado en la costa del Atlántico, (o del Caribe) (Figura 38). Los respectivos puertos se localizan a cada lado del oleoducto trans-panameño, que fue construido como un medio económico de transportar petróleo crudo desde la pendiente norte de Alaska hasta el mercado de la costa oriental de los Estados Unidos. Actualmente, un puerto en el Pacífico (Puerto Armuelles) da servicio a cerca de 20 gigantescos buques petroleros al mes, los cuales descargan aproximadamente 700,000 barriles de petróleo al día; este petróleo, es bombeado luego por el oleoducto al terminal del puerto en el Atlántico (Rambala). Allí, buques petroleros más pequeños, que poseen una capacidad de carga de aproximadamente 365,000 barriles, recogen el petróleo y lo transportan a la costa oriental de los Estados Unidos. Cerca de 50-60 buques petroleros usan el terminal atlántico mensualmente.

Las características biológicas y físicas de ambos puertos varían tremendamente. El puerto en el Pacífico es profundo, dotado de un buen flujo y reflujo, posee un transporte de aguas y sedimentos hacia afuera de la costa, corrientes oceánicas profundas, tiene macromareas posee un oleaje de alta energía, litorales rocosos expuestos, y no se encuentra inmediatamente adyacente a humedales o pesquerías biológicamente críticas. El puerto sobre el Atlántico es mucho más sensible ambientalmente puesto que es muy resguardado y poco profundo, tiene una capacidad de flujo y reflujo muy limitada, está casi encerrado por tierra, tiene vientos predominantemente sobre la costa, tiene micromareas tiene manglares a lo largo de más del 50% de sus litorales, y mantiene una pesquera crítica y de subsistencia de peces y moluscos. Es claro, que entre los dos desarrollos de los puertos, el puerto que causa una mayor preocupación en relación a

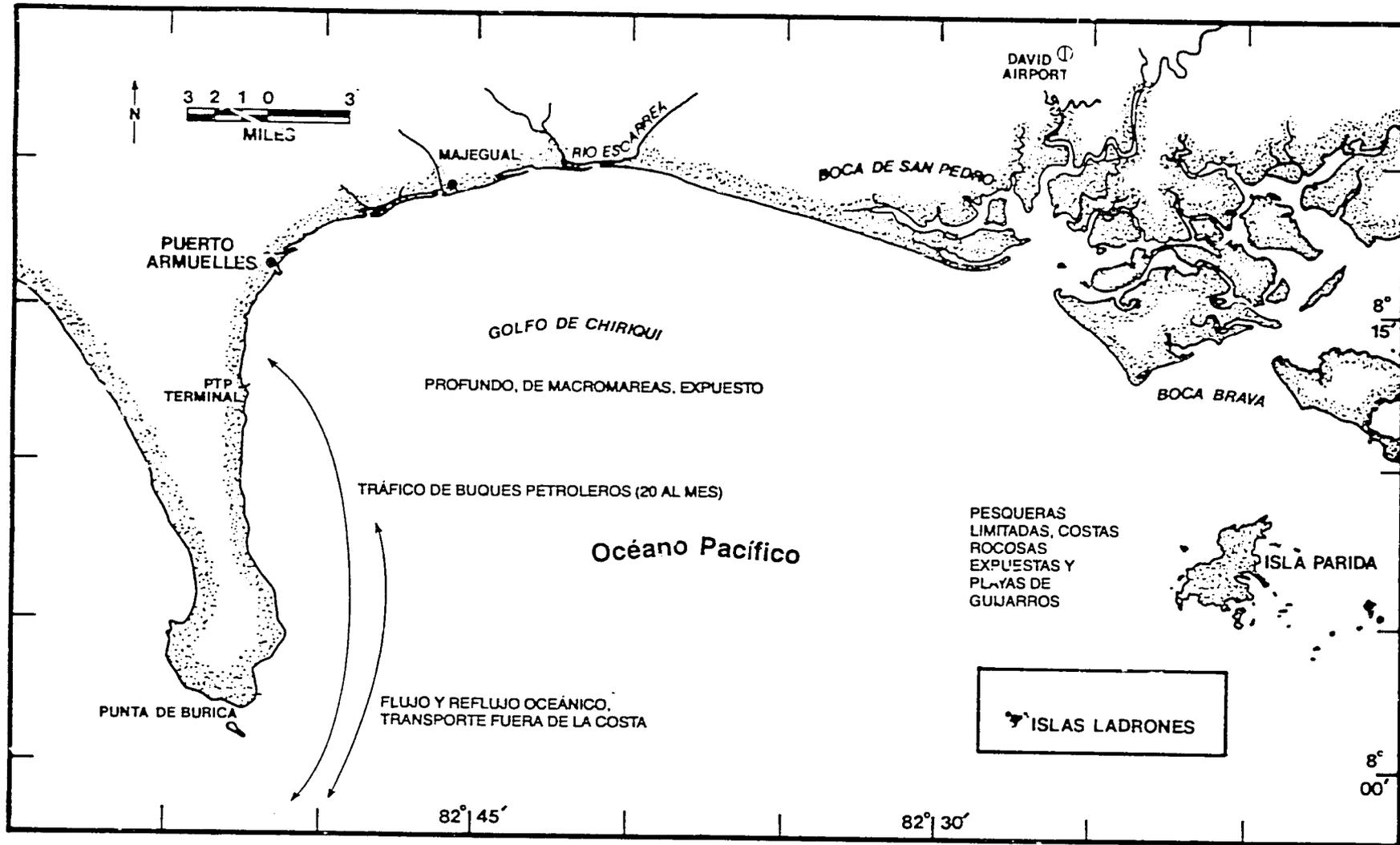


Figura 37. Puerto Armuelles, Panamá (Puerto de energía, de aguas profunda en el Pacífico).

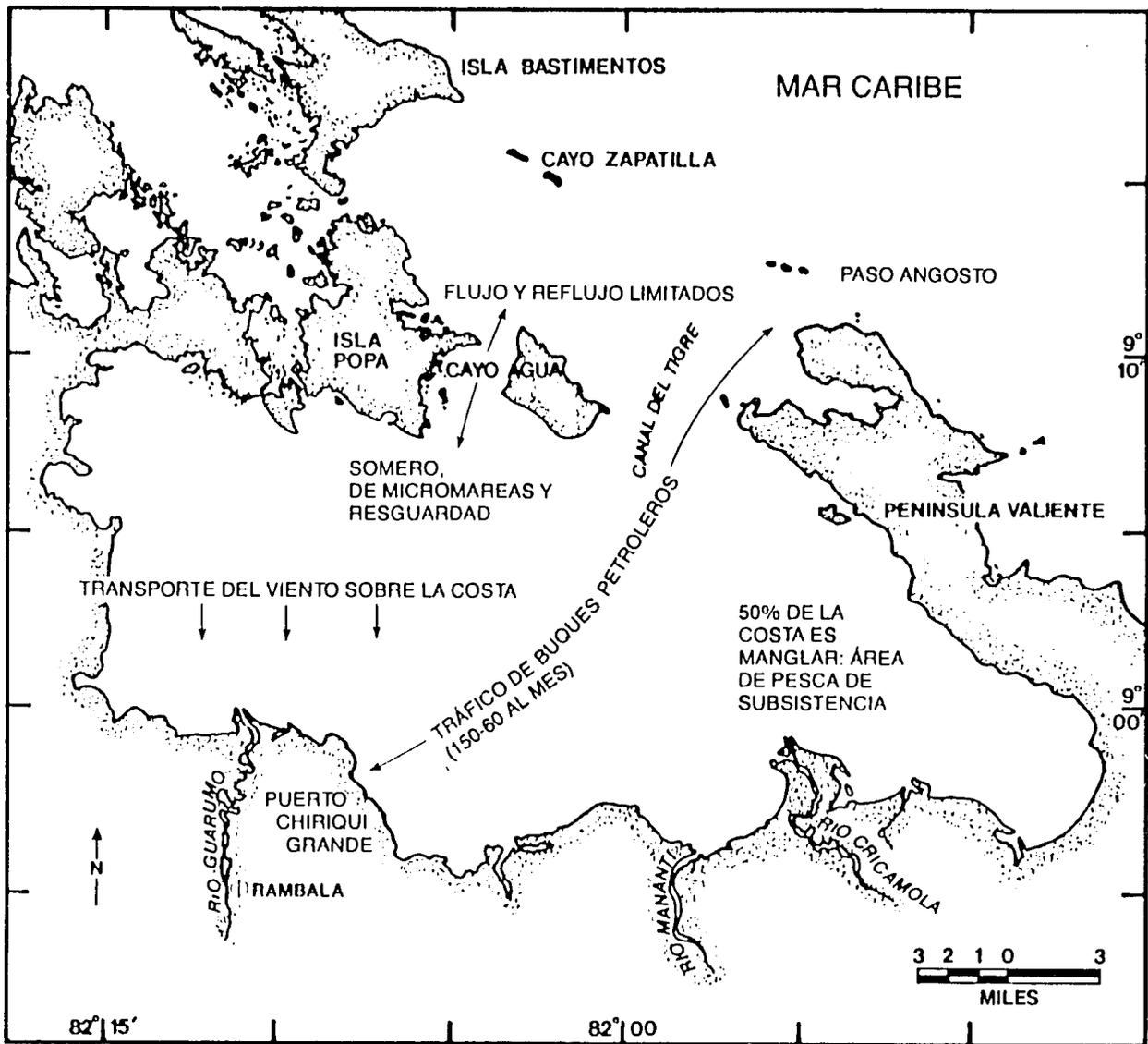


Figura 38. Laguna de Chiriquí, un puerto de energía sensible ambientalmente en el Caribe occidental Panameño.

los impactos potenciales derivados de derrames de petróleo, actividades de dragado y relleno, cambios en el oxígeno disuelto y otros parámetros de calidad de agua, patrones de migración próximos de especies marinas comercialmente importantes, es realmente el puerto sobre el Atlántico.

Las categorías importantes de impactos asociados con obras de desarrollo en puertos incluyen el dragado y relleno de canales y fondeaderos; modificaciones de humedales de sistemas terrestres proximales de especies importantes; cambios en la circulación hidrológica en cuanto afecta las cargas de sedimentación, la calidad del agua, y los patrones de transporte bióticos y abióticos; impactos en la calidad del agua asociada con aumentos sostenidos de los niveles de corrientes de desecho y derrames no periódicos de materiales peligrosos; los impactos en la cantidad del agua, asociados con requisitos mayores de agua dulce en los puertos; e impactos socioeconómicos secundarios asociados con un aumento de empleos, aumento en las normas de flujo demográfico, cambios en la base económica y en el carácter de la región.

En una escala diferente, el desarrollo de atracaderos náuticos para embarcaciones más pequeñas puede alcanzar grandes proporciones para poder satisfacer los recientes aumentos de la demanda por facilidades de anclaje y atracaderos para naves más pequeñas en localidades apartadas de los países menos desarrollados. Se han construido grandes atracaderos náuticos, por ejemplo, dentro o cerca de los puertos a lo largo del Caribe, Centroamérica y Suramérica. Los atracaderos náuticos para embarcaciones más pequeñas pueden alterar moderadamente grandes áreas de la superficie de contacto entre el mar y la tierra, y cambiar la configuración del substrato cercano a la costa en detrimento de las pesquerías locales. Frecuentemente dichos atracaderos son la base de las flotillas de pescadores, y por lo tanto son esenciales para la industria. En general, la operación de naves pequeñas es menos perjudicial para el ambiente marino debido a los niveles relativamente bajos de petróleo, grasa y otros materiales de desecho que están asociados con ellas, y

generalmente, la extensión de la modificación del terreno es menor. Los impactos adversos en los recursos naturales debido a la alteración del terreno y al aumento de descarga de desecho también pueden ser balanceados por medio del aumento al acceso de las especies comercialmente importantes y al aumento en las cosechas sostenidas.

Pautas

En las condiciones típicas de la zona costera tropical, la mayoría de los recursos costeros exhiben la capacidad de colonizar rápidamente aquellos habitat que les son convenientes cerca a los puertos, atracaderos y vías acuáticas costeras. Así mismo, son capaces de desarrollar complejas estructuras y ser productivos en tales condiciones. Los ecosistemas costeros poseen una asombrosa habilidad natural para automantenerse y autorenovarse (p. ej., después de un disturbio), cuando aquellas características básicas del habitat que favorecieron su origen son mantenidas (p. ej., tipo de substrato, parámetros de la calidad del agua, cantidad y calidad de los nutrimentos). Sin embargo, son extremadamente sensibles a factores que alteren dichas condiciones. Con el objeto de llevar al máximo los beneficios económicos y reducir al mínimo los costos y riesgos económicos, la planificación de puertos, atracaderos, y mejoras de agua deben considerar seriamente en qué forma aquellas modificaciones afectarán el ambiente físico, biótico y socioeconómico del puerto y las áreas circundantes.

- 1) Las mejoras a los puertos deben ser localizadas y diseñadas en tal forma que reduzcan al mínimo los cambios sobre los parámetros existentes de calidad del agua, especialmente, la salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto, las concentraciones de nitrógeno y fósforo, los constituyentes orgánicos y la transparencia del agua.

- 2) Los sitios, las tasas y la composición de los desechos, deben ser cuidadosamente evaluadas por especialistas en ingeniería, calidad del agua, y recursos naturales, para que se reduzcan los impactos adversos contra la salud humana e importantes recursos biológicos. Esto envuelve tanto los materiales orgánicos, como los inorgánicos, así como las descargas en el agua a altas temperaturas o con altos niveles de salinidad.
- 3) Las operaciones de dragado deben considerar los impactos provocados por niveles reducidos de oxígeno disuelto en canales profundos, sobre especies benthicas o sumergidas comercialmente importantes, así como los efectos de la turbidez sobre especies sensibles o habitat tales como lechos de hierbas submarinas y arrecifes coralinos, donde ocurrirá el depósito de sedimentos en suspensión. Esto normalmente requiere un entendimiento de la composición de las especies básicas, los requisitos ecológicos, los patrones migratorios y de circulación hidrológica básica.
- 4) La eliminación de los escombros extraídos por el dragado en sitios de tierras altas es usualmente preferible al desecho en áreas cercanas a la costa o mar adentro, cerca de la costa; pero la evaluación de alternativas y de las ventajas y desventajas económicas y naturales, frecuentemente permiten identificar una alternativa óptima para eliminar los desechos. La eliminación de desechos es normalmente más aconsejable donde la producción biótica es baja y los impactos en la circulación del agua son mínimos. Puede que sea necesario llevar a cabo estudios de bioensayo/bioacumulación y toxicidad previos a la designación del sitio de desecho, en aquellas áreas donde las plantas industriales producen continuamente materiales permanentes tales como descargas de desecho metales pesados.

- 5) Los puertos, canales y atracaderos deben mantener el equilibrio natural entre la acumulación de sedimentos y la erosión. La configuración y localización y estructura del dragado costero (p. ej., malecones, espolones, rompeolas), actividades de relleno y de eliminación de desechos, pueden resultar en costos de mantenimiento exorbitantemente elevados, si se altera el balance entre acumulación y erosión. Sin embargo, los elementos en juego tal vez no sean siempre tan fácilmente aparentes. Por ejemplo, la reducción del ancho de los canales para reducir el volumen de la tierra de excavación puede resultar en más impactos adversos al reducir el factor de seguridad de tránsito de los buques y aumentar la probabilidad de derrames.
- 6) Los puertos y atracaderos deben ser localizados en áreas que tengan las tasas de flujo y refluo más altas disponibles, y los canales de acceso deben ser diseñados para llevar a un mínimo los cambios en la circulación del agua y la creación de una columna de agua estancada.
- 7) Los puertos, canales y atracaderos deben ser localizados de tal forma que evadan la presencia de recursos costeros críticos, en la mejor forma posible. Se pueden disminuir notablemente los costos económicos directos e indirectos, trazando los rumbos de embarcaciones alrededor de los arrecifes de coral y de los bosques de manglar, disminuyendo el tamaño de los canales y de la cantidad de tierra de excavación de dragado y reduciendo al mínimo los impactos sobre los patrones de circulación.
- 8) Los puertos y atracaderos deben incorporar instalaciones que permitan un tratamiento apropiado del alcantarillado y los desechos industriales.

- 9) Las operaciones de dragado y eliminación de desechos en el mar deben ser programadas, de tal forma, que no coincidan con los períodos críticos de migración, desove y crecimiento de aquellas especies importantes comercialmente que puedan verse afectadas por dichas actividades. Los tipos de dragas deben ser seleccionados considerando las diferentes clases de impactos ambientales adversos que pueden derivarse. Los impactos causados por una draga de barrena, de cajón, de paleta y dragas hidráulicas pueden variar considerablemente, por ejemplo, dependiendo del tipo de substrato, las condiciones de calidad de agua y la biota.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hershman, M., Goodwin, R., Ruotsala, A., McCrea, M., and Hayuth, Y., 1978. Under new management: Port growth and emerging coastal management problems. University of Washington Press, Seattle, 212 pp.
2. Unpublished field observations. Research Planning Institute, Inc., 925 Gervais Street, Columbia, South Carolina, 29201.

Véase también: Protección de la Orilla (p.214)

CARRETERAS, FERROVIAS Y PUENTES

Introducción

El desarrollo comercial, industrial y residencial en ambientes costeros de tierras bajas, requiere necesariamente, facilidades de transporte terrestre tales como carreteras, ferrovías y puentes, los cuales se localizan frecuentemente sobre áreas de aguas abiertas. La red de transporte enlaza estas obras de desarrollo con las áreas tierra adentro, los puertos locales y los atracaderos. En general, los costos de construcción en tierras bajas costeras son más altos que aquellos en tierras altas, debido a la frecuente presencia de sedimentos blandos que no pueden soportar cargas, la amenaza potencial de daños causados por tormentas, inundaciones y derrumbes. Durante la construcción de carreteras y ferrocarriles se excavan los sedimentos blandos, que son generalmente de naturaleza orgánica. Este procedimiento es generalmente denominado "desestercolar" (Figura 39). El hueco logrado se rellena otra vez con arena, cascote o grava de hormigón, para lograr unos cimientos sólidos que no se asienten posteriormente bajo la carga de vehículos o trenes. Para disminuir el posible daño por parte de tormentas, el nivel de la carretera o ferrocarril es usualmente elevado y los cimientos son fortalecidos con relleno adicional. Aquellos cimientos de carretera y ferrocarriles de intensa circulación o tránsito pueden ser reforzados aún más con relleno, roca u hormigón.

En los mejores diseños, las ensenadas y los canales se dejan abiertos, pero sus orillas están conectadas por medio de puentes que permiten el flujo natural de agua por debajo y el alivio de inundaciones causadas por tormentas. Sin embargo, debido a que los puentes son considerablemente más costosos de construir que las carreteras o los ferrocarriles localizados en relleno sólido, el número y el tamaño de los puentes es mantenido al mínimo en el proceso de diseño. No es raro encontrar que las carreteras y las ferrovías que están construidas sobre relleno están localizadas en grandes áreas poco profundas, puesto que la construcción de

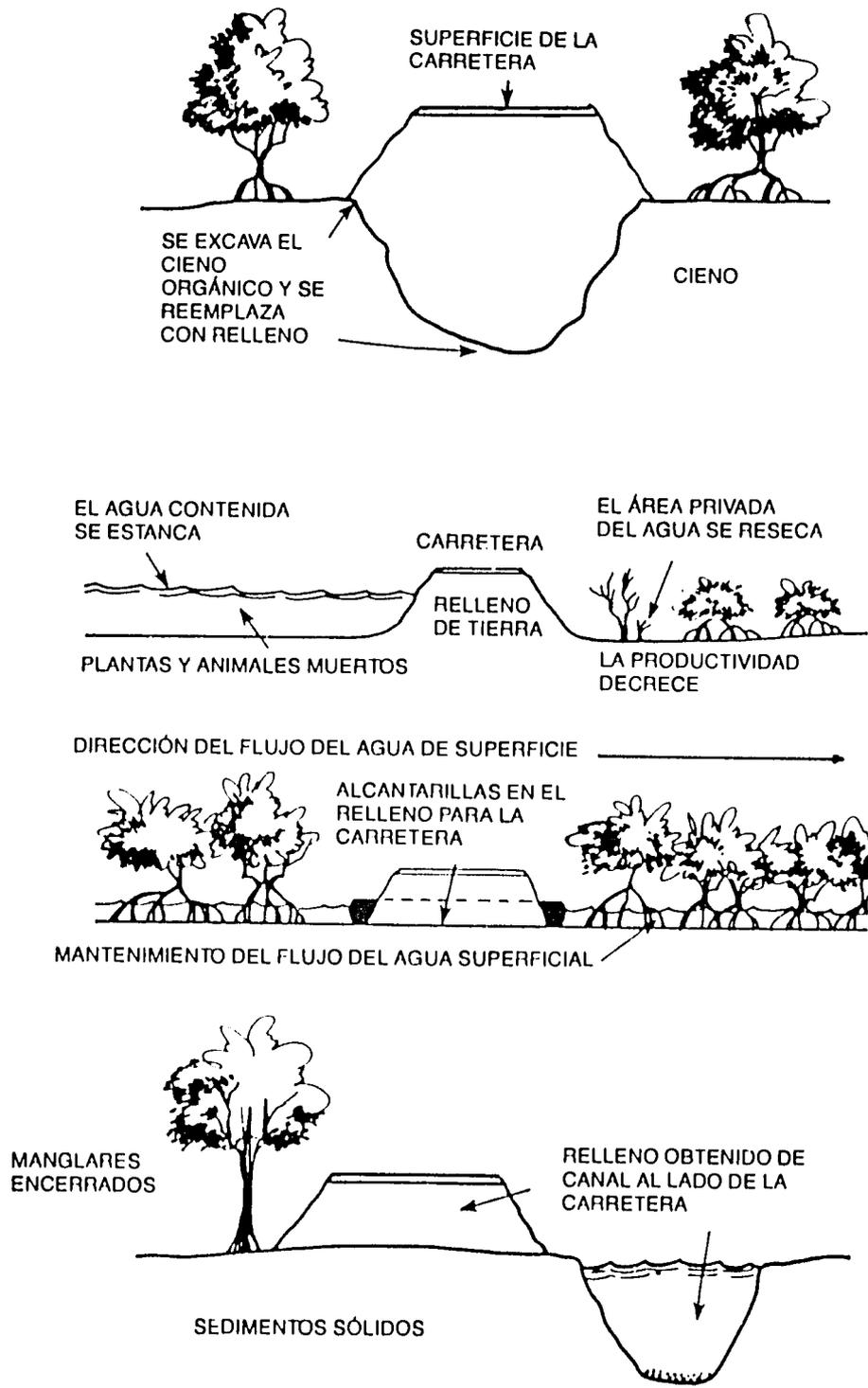


Figure 39. Cuatro técnicas diferentes de construcción de carreteras, cada una con diferentes efectos ambientales.

puentes costosos resultaría poco práctica. Cuando se decide hacer uso de los puentes, éstos son generalmente construidos de hormigón pretensado, reforzado o armado, porque si el hierro y el acero, son expuestos a la intemperie del ambiente marino, se oxidan y corroen rápidamente. En general, la construcción de carreteras, ferrovías y puentes en áreas bajas costeras, se justifica desde el punto de vista del desarrollo económico que facilitan.

Los reglamentos actuales de ingeniería, pueden ser usados para disminuir tanto los costos económicos, como los costos de oportunidad asociados con los daños que se infligen sobre los recursos naturales.

Problemas

El problema más significativo asociado con las carreteras y las ferrovías en el ambiente costero, es que causan el cierre o acorralamiento parcial o total de áreas naturales que normalmente son mantenidas gracias a la inundación de las mareas y a la circulación de la superficie. El cierre completo del flujo de agua en una área por medio de barreras, da por resultado la rápida mortalidad de plantas y animales debido al estancamiento de las aguas atrapadas o la desecación de una área que no recibe más el flujo del agua dulce de la escorrentía terrestre o del agua de las mareas.¹ Es más frecuentemente es que un área es bloqueada o cerrada parcialmente, y en tal caso, no existe mortalidad; sino que más bien el área se deteriora lentamente con el correr del tiempo, disminuyendo así la productividad. El "efecto de barrera" también interfiere con los patrones naturales de migración de muchas clases de especies locales (Figura 40).

El material de relleno usado en la construcción está asociado con dos problemas específicos relacionados con su fuente y la lixiviación que ocurre cuando es colocado en su lugar sobre el terreno. Existen dos fuentes de relleno para carreteras: materiales de tierra de las áreas altas, y materiales de dragado provenientes del ambiente marino. En ambas situaciones, existen

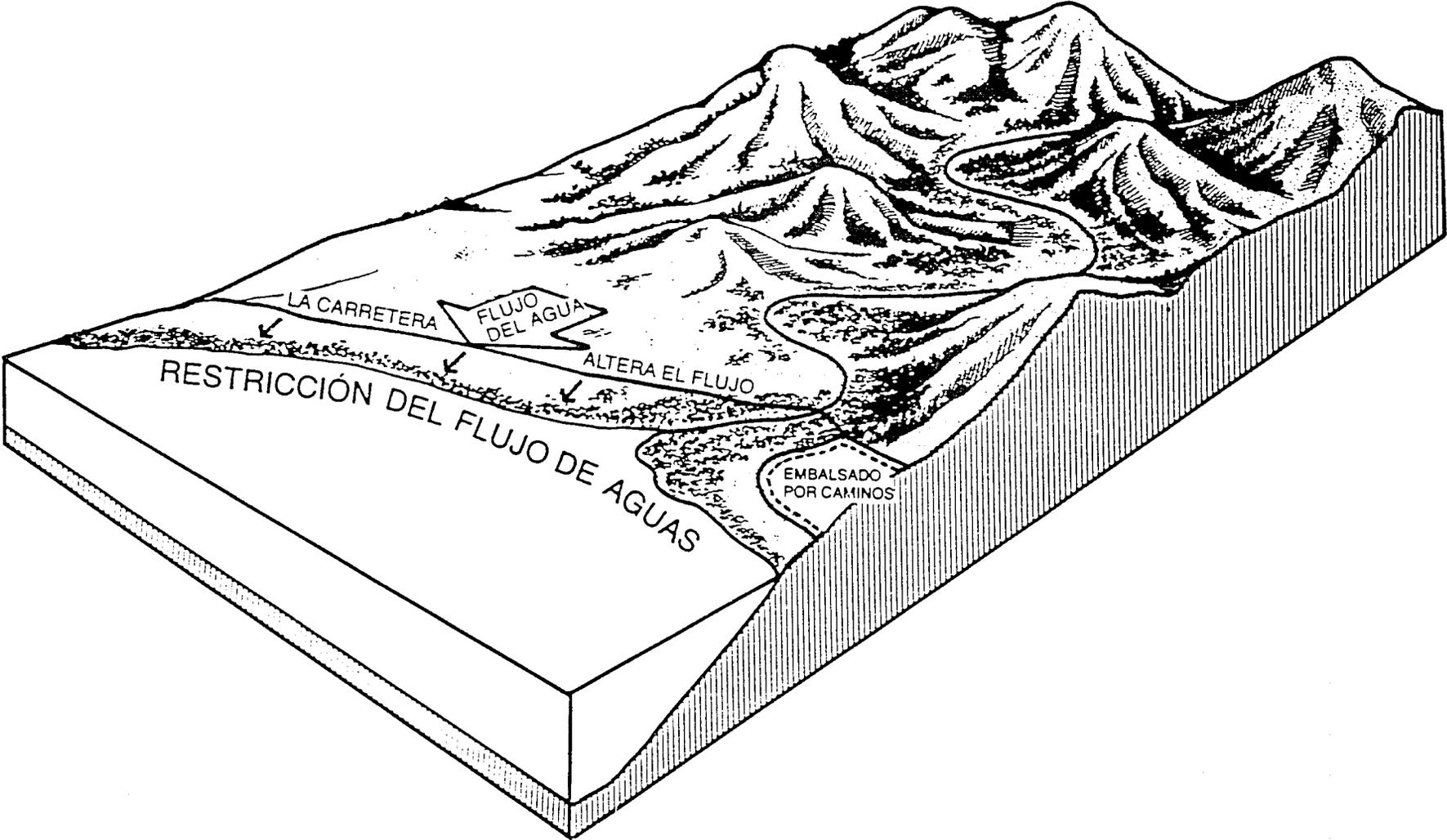


Figura 40. Problemas costeros asociados con las carreteras.

impactos ambientales asociados con la remoción de materiales en el punto de origen. Algunas veces, cuando los sedimentos del sitio son apropiados, los materiales de relleno son tomados de la zona a lo largo de la vía de la carretera, lo cual resulta en un canal de agua abierta paralelo a la ruta. Aunque el impacto ambiental de la excavación sea confinado localmente al sitio de construcción, la presencia de un canal a lo largo del camino presenta un peligro crítico para los viajeros o usuarios de la carretera. Puede presentarse el caso de que un vehículo se salga de la carretera, caiga al canal y las personas atrapadas en el vehículo se ahoguen porque no pueden escapar.

El segundo problema asociado con el relleno usado para construir los cimientos de las carreteras y los ferrocarriles es la constitución de los componentes minerales. Por ejemplo, en áreas con una gran cantidad de obras de desarrollo, el relleno usado puede ser la tierra de excavación resultante de las operaciones de dragado para mantener las vías acuáticas navegables. No es raro tampoco, que aquellas tierras de excavación contengan una variedad de contaminantes que se han acumulado y mantenido en la vía acuática. Cuando estos materiales con contaminantes son usados consecuentemente como relleno, se erosionan y los contaminantes salen del relleno para invadir el ambiente contiguo.¹ Aún cuando el relleno está libre de contaminantes, los componentes minerales que han salido del relleno, alteran la composición mineral y las proporciones de minerales en las áreas contiguas donde se acumulan. Cambios extremos en la composición de minerales en los sedimentos pueden alterar la productividad debido a sus efectos sobre la fertilidad del suelo.

Un problema bastante común que tiene un impacto económico, ocurre cuando el diseño de las estructuras de transporte y la selección de materiales a ser usados son inadecuados para ser aplicados sobre una base de sedimentos blandos. Por ejemplo, las cargas de vehículos y trenes exceden la capacidad diseñada para los cimientos, ocurren asentamientos y hundimientos. Asimismo,

las estructuras de hormigón armado reforzadas con acero que hayan sido inadecuadamente formadas y colocadas, pueden producir la corrosión interna y pérdida de fuerza en los componentes de construcción. Frecuentemente, esta clase de fallas estructurales ocurren cuando los diseñadores e ingenieros tienen una experiencia mínima con las dificultades técnicas asociadas con la ingeniería marina.

Pautas

- 1) Los requisitos de diseño para carreteras, ferrovías y puentes, deberían incluir estipulaciones de ingeniería para el mantenimiento de las características de flujo natural de agua de la superficie, de acuerdo a normas específicas de funcionamiento. Esto generalmente se alcanza a costos mínimos por medio del uso extensivo de alcantarillas, pasos subterráneos por medio de tubos de drenaje estratégicamente colocados a lo largo de la ruta durante la construcción. El tamaño de tales pasos y drenajes puede ser calculado exactamente de manera que se establezca un flujo total que asemeje las condiciones locales, incluyendo las inundaciones.
- 2) El relleno utilizado debería estar libre de contaminantes ambientales que pudiesen ser liberados por la erosión y lixiviación. Debe tenerse especial cuidado cuando se utiliza tierra de excavación procedente de dragados realizados en vías acuáticas industriales y urbanas. Se debe dar especial consideración a la siembra de vegetación sobre las pendientes de relleno para minimizar la erosión.
- 3) Los equipos técnicos responsables de la planificación, diseño, e ingeniería de proyectos de desarrollo costero que inviertan grandes capitales, deben contar con especialistas calificados, no solamente en los aspectos relevantes de la

ingeniería marina, sino también sobre la ecología de las tierras bajas. La aplicación de un estricto profesionalismo en las normas de funcionamiento y los requisitos de diseño, puede reducir los costos económicos a largo plazo y llevar al mínimo, el daño ambiental que generalmente es atribuible a prácticas inapropiadas asociadas con la construcción de carreteras, ferrovías y puentes en las tierras bajas costeras

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Saenger, P., Hegerl, E.J., y Davie, J.D.S. (Editors), 1983. Global status of mangrove ecosystems. Commission on ecology papers number 3. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza.

Véase también: Ecosistemas de Manglares (p.33)

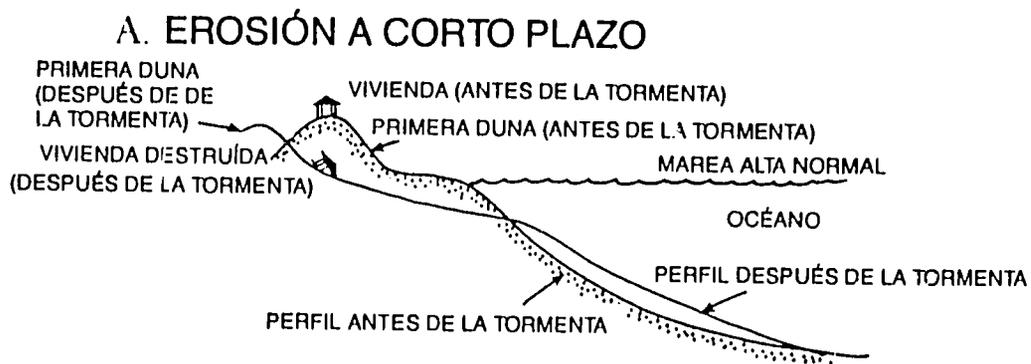
URBANIZACION

PROTECCION DE COSTAS

Introducción

La erosión es un fenómeno común en muchos litorales alrededor del mundo (Figura 41). De hecho, casi ningún área costera en el mundo que haya sufrido obras de desarrollo se encuentra libre de los problemas causados por la erosión de las playas. La erosión y acumulación de cualquier litoral, en último término, están controladas por las fuerzas naturales responsables por el movimiento del viento y el agua a lo largo de la playa y en la zona cercana a la costa. Bajo la acción de las corrientes próximas a la costa, olas, y/o vientos, los sedimentos se mueven hacia adentro, afuera y a lo largo de la costa. Este transporte masivo de arena (el tipo de sedimentos fundamental que conforma las playas) resulta en la erosión o acumulación neta de un segmento particular del litoral. Debido al desarrollo de finca raíz en el frente de las playas en muchas partes del mundo, la erosión y los problemas que causa han llegado a ser ampliamente difundidos.

Los geomorfólogos que estudian las costas han determinado que el hombre mismo ha creado la mayoría de los problemas de las playas por medio de una planificación deficiente de construcción a lo largo de dichas playas. Esto ha creado una variedad de graves impactos ambientales, incluyendo la pérdida de vidas, propiedad e ingresos. Puesto que la mayoría de estos problemas han sido autoimpuestos a través de una planificación deficiente, acertados enfoques integrados pueden prevenir su futura ocurrencia. Las lecciones aprendidas de experiencias pasadas pueden ser aplicadas en las fases de planificación de cada nueva obra de desarrollo que se lleve a cabo sobre la zona costera. Los costos involucrados en la prevención de la erosión costera son de órdenes de magnitud menores que aquellos requeridos para resolver el problema de la erosión, una vez que las estructuras están en pie.



B. MIGRACIÓN A LARGO PLAZO

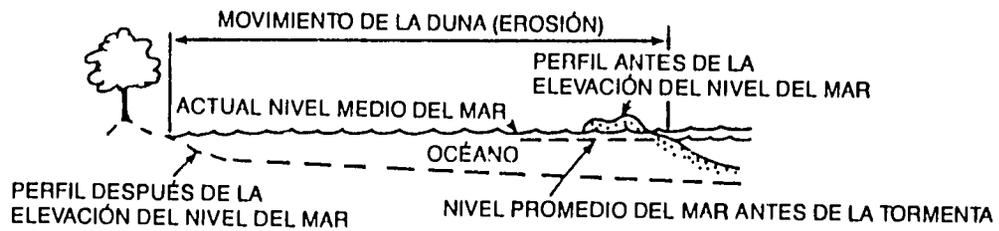


Figura 41. Cambios en las playas y en las dunas que conducen a (A) erosión a corto plazo debida a las tormentas, y (B) migración a largo plazo debida a la elevación de nivel del mar (Fuente: Ref. 1.)

Problemas

La opinión general entre los geomorfólogos costeros a nivel mundial es que los procesos erosivos tienden a dominar sobre los procesos de depósito y que por lo tanto en ausencia de cualquier otro factor atenuante la erosión en las playas es un fenómeno importante y extenso. Las actividades que afectan la fuente y el transporte de los materiales que constituyen las playas, pueden acelerar el balance de la erosión (Figura 42). Entre los factores más comúnmente citados en la promoción de la erosión de las playas están: (1) estructuras tales como presas, embalses de ríos, barreras y desviaciones que atrapan materiales sedimentarios, impidiendo su ingreso a la zona costera; o que reducen el poder de transporte del agua del río; (2) proyectos de dragado en la costa que extraen los materiales constructores de playas de los procesos de transporte a lo largo de la costa, haciendo que las playas corriente abajo carezcan por completo de materiales de depósito y (3) obras de ingeniería mal diseñadas que alteran las corrientes a lo largo de la costa o la fuerza de las olas que provocan erosión y patrones de depósito indeseables.

El puerto de Maura constituye un buen ejemplo de los posibles efectos de proyectos de dragado mal planeados que pueden afectar la estabilidad de la costa. El puerto representa el único puerto de agua profunda en la costa de Brunei. Existe un atracadero natural en Maura, pero desemboca en el Mar de China, que es muy poco profundo y demasiado susceptible a la sedimentación (siltation) para que sea un canal apropiado para la navegación. Consecuentemente, se abrió un canal de acceso a través del Banco Pelompong hacia el mar abierto en 1969.² (Figura 43). La abertura hecha ha provocado una variedad de problemas desde aquel momento, debido a que fue construido en contra del sentido natural predominante del oleaje y de los patrones naturales de transporte. Específicamente, esta abertura ha producido una erosión terrestre grave, problemas de arranque de materiales inestabilidad de los muelles, disminución de la profundidad, y sedimentación (siltation). La preocupación y atención ahora se

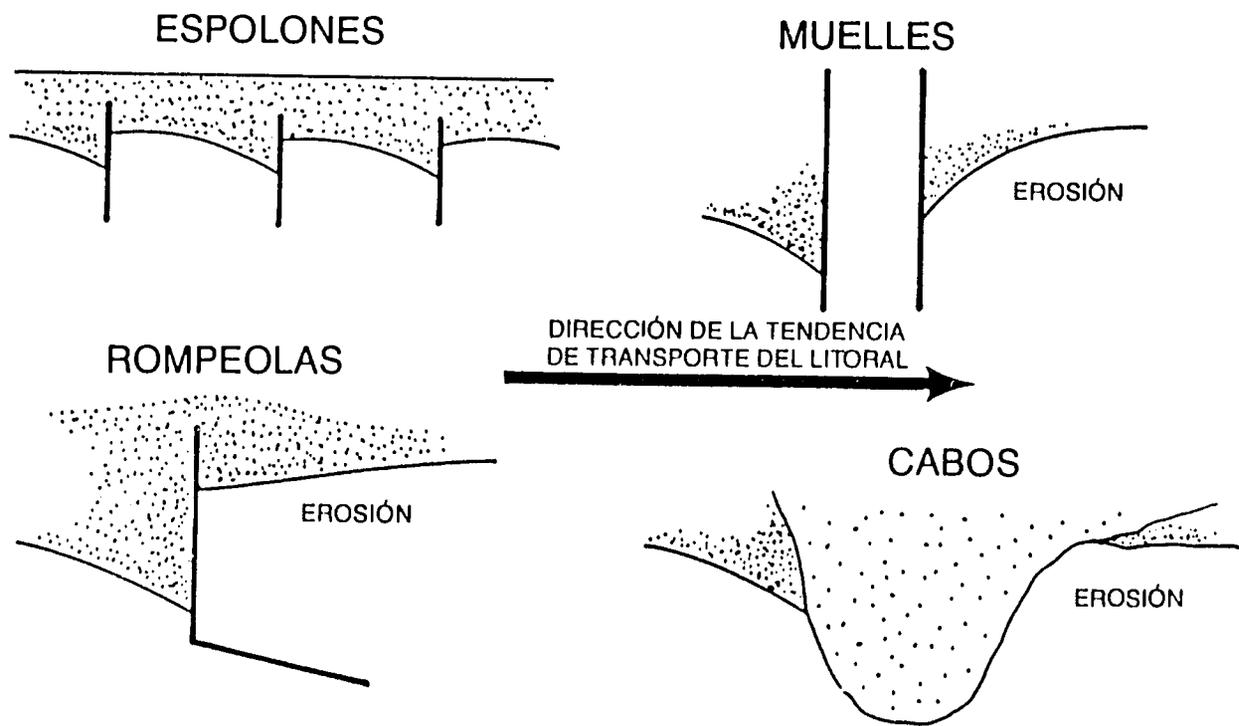


Figura 42. Estructuras perpendiculares a las costas que bloquean el transporte a lo largo del litoral.

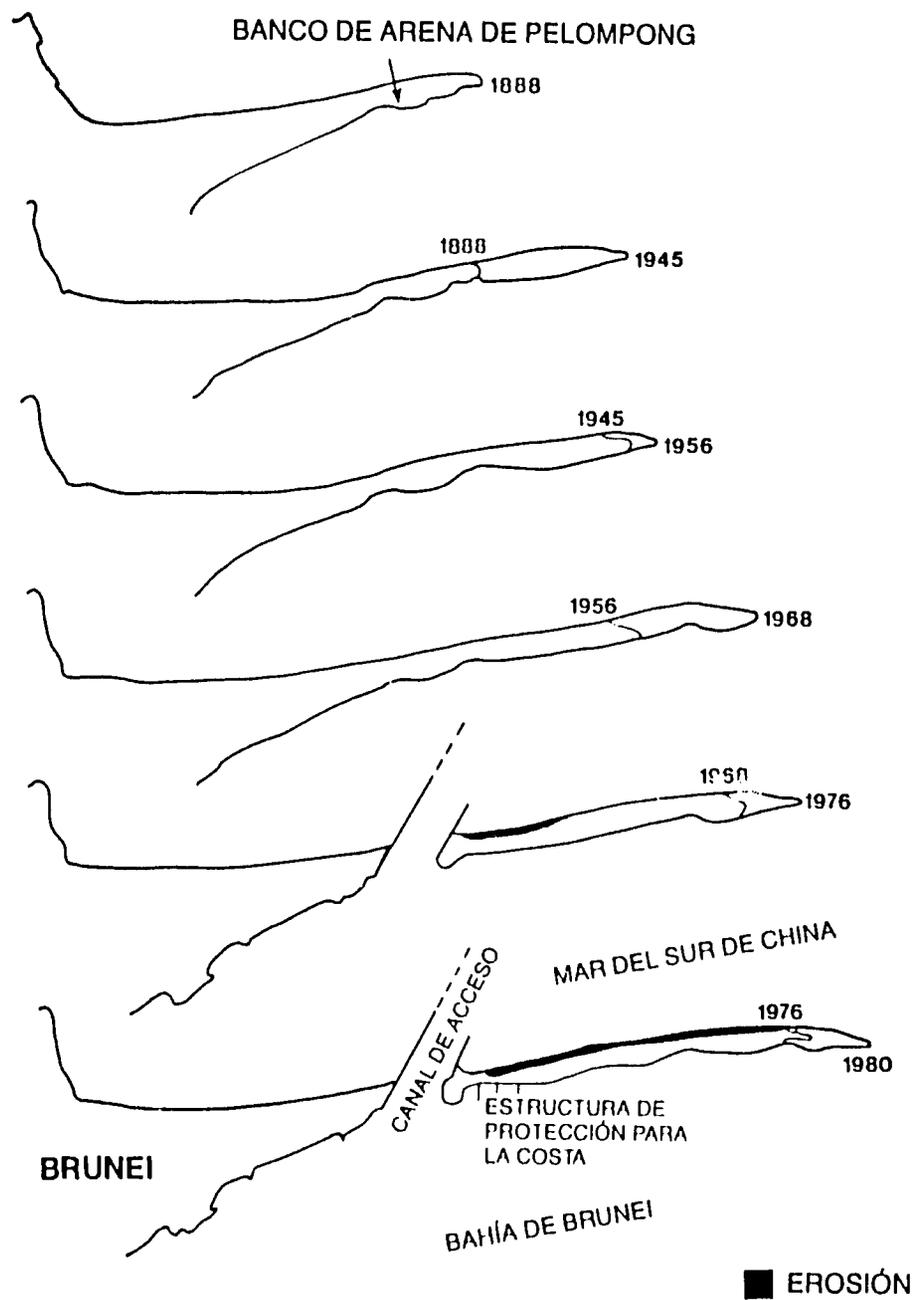


Figura 43. Crecimiento del Banco de Pelompong entre 1888 y 1980, que muestra un un canal abierto en 1969, y sus efectos sobre la estabilidad de la costa. (Fuente Ref.2.)

concentran en la ruptura total de este banco de arena altamente erosivo, que causaría la subsecuente pérdida de toda la tierra y propiedades localizada allí.

Un segundo ejemplo ilustra los problemas de erosión tan agudos que existen en Togo y Benin derivados de la construcción de un puerto de agua profunda en Lomé, 1966 y en Cotonou, 1963. (Figura 44). Los muelles de estos puertos interrumpen el transporte de arena a lo largo de la costa, que en esta área, figura entre los más fuertes del mundo, viajando desde el oeste al este.¹ No se instaló ninguna clase de paso para la arena en ninguno de los extremos del atracadero, de manera que la erosión se ha convertido en un problema bastante grave corriente abajo de ambos atracaderos. Los muelles en Lomé proporcionan un ejemplo clásico del impacto que el hombre ha causado sobre las playas. El litoral corriente arriba (oeste) de los muelles está acumulando arenas a una tasa excesiva de 50 metros al año, mientras que corriente abajo, las playas retroceden a tasas que superan los 8 m al año. Los afloramientos de rocas en las playas disminuyen la tasa de erosión que sufre el área localizada corriente abajo. En la zona de erosión, muchas aldeas de pescadores han sido abandonadas y un hotel para turismo bastante importante se encuentra amenazado.

Los patrones de erosión y depósito en Cotonou, Benin, imitan aquellos descritos en Lomé, Togo. Al oeste del puerto, la playa ha aumentado 700 metros desde la construcción de los muelles. El área al oriente de los muelles se encuentra en mayores apuros debido a la presencia de una represa y algunos espolones, pero se ha formado una enorme bahía de aspecto dentado al oriente del último espolón. Un máximo de 250 metros de erosión ha tenido lugar en la mitad de la bahía, que está localizada aproximadamente a 1,000 metros al oriente de los muelles. Ya se han trasladado muchas aldeas de pescadores y una zona industrial del área se encuentra amenazada. El resto de la costa de Benin es estable. Se han citado otros factores que contribuyen al agravamiento de esta situación, los cuales incluyen una elevación

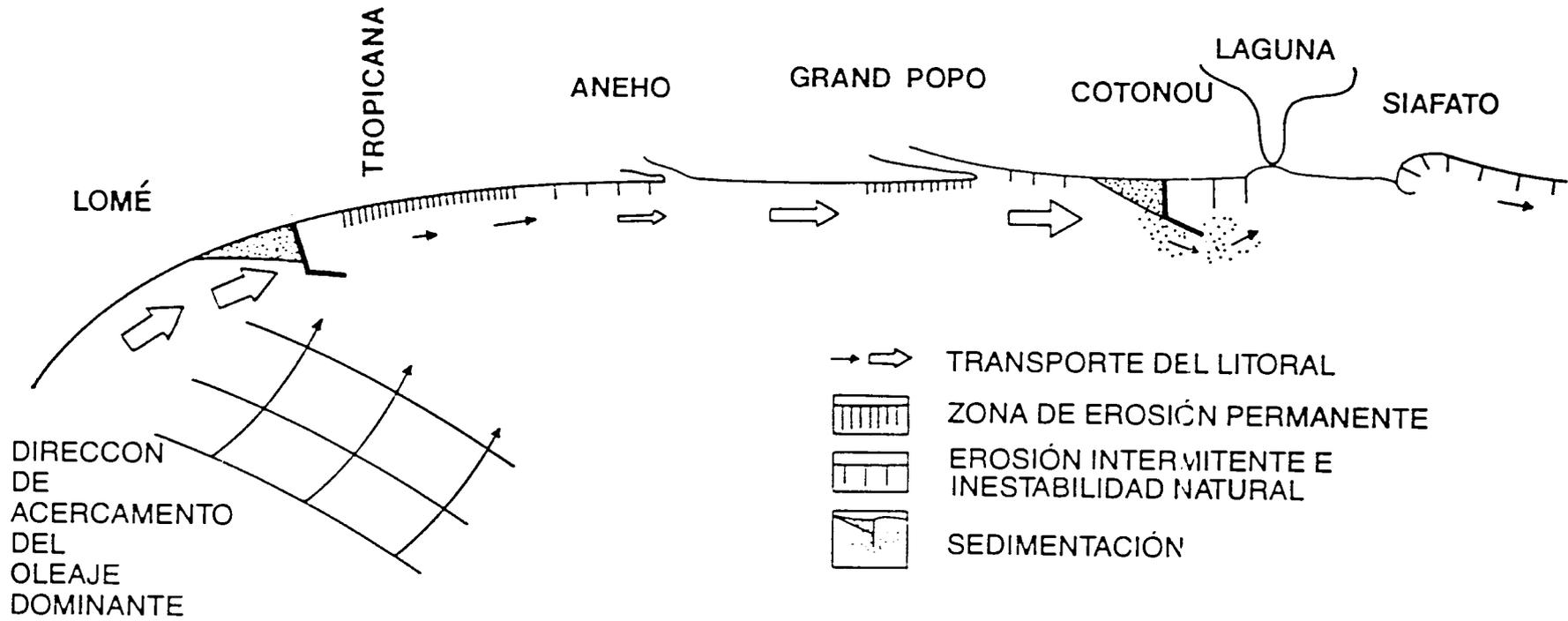


Figura 44. Los efectos de la construcción de puertos sobre el transporte de sedimentos y la estabilidad costera sobre las costas de Togo y Benin. (Fuente: Ref.1)

gradual en el nivel del mar, periodos de gran oleaje, una disminución en el suministro de sedimentos de los ríos causada por una reciente tendencia de sequía, represas, ríos y una industria de extracción de arena corriente arriba de las áreas erosivas, la cual, según estimaciones, toma más de 200,000 metros cúbicos de arena de la playa anualmente.¹

En los casos de erosión de Togo y Benin, se sugirió que se estableciera una línea de límite de construcción y que los problemas aislados debido a la erosión fueran tratados caso por caso. En ciertas áreas clave se sugirió la construcción de una serie de espolones cortos para disminuir la erosión localmente y que en ciertas áreas se bombearan cantidades de arena sobre la playas (aquellas áreas de máxima erosión, seleccionadas bajo un criterio económico, puesto que la opción es costosa). Donde las tendencias erosivas no son claras, se hace necesario establecer un programa de vigilancia para establecer las tasas de erosión y/o depósito para planear acciones.

Pautas

La erosión costera representa una pérdida económica a largo plazo, así como la posible pérdida de vidas y propiedad. El mejor momento para tratar el problema de la erosión costera es durante la fase de planificación para las actividades de desarrollo costero, no después de que la construcción de una estructura costera haya causado la amenaza de la erosión. Los principios de la protección de las costas contra la erosión han sido tratados como pautas específicas en la siguiente sección. Estos principios están basados sobre siete reglas maestras para combatir la erosión de las playas, las cuales fueron desarrolladas y discutidas por Hayes (Caso de Estudio sobre la Erosión de las Playas).¹

- 1) Desarrollar una línea delimita para la construcción de las estructuras costeras. Esta es la regla más importante de todas. Sin embargo, se requiere un conocimiento exhaustivo

de la evolución histórica del sitio para llevar a cabo esta clase de evaluación.

- 2) Cuando se construye una obstrucción importante para los sedimentos a lo largo del litoral (p. ej. un atracadero), hay que dejar un paso adecuado para el transporte de arena. Usualmente las decisiones de comenzar obras grandes de desarrollo sobre las costas, como por ejemplo atracaderos, se basan en consideraciones de importancia, tales como el bienestar económico del país. El problema de la erosión de las playas se desvanece entre los otros asuntos a ser considerados en la fase de planificación de un proyecto. Desafortunadamente, diez años después, después de que es muy tarde para hacer algo, la erosión de las playas sea tal vez tan grave, que puede convertirse en la preocupación económica principal. Los sistemas de paso para la arena cuestan solamente una pequeña fracción de los costos de otros proyectos de gran envergadura, de manera que deberían estar incluidos en cada plan maestro de proyecto que tenga el potencial de interrumpir el flujo de los sedimentos del litoral.

- 3) Siempre que sea posible, hágase uso de soluciones de ingeniería "flexibles" (p. ej. abastecimiento de las arenas, y desviación de canales) en vez de soluciones "inflexibles" (p. ej. muros de contención, murallas) para solucionar los problemas de erosión de las playas. Las soluciones "flexibles" son siempre difíciles de vender a las personas que desarrollarán el área o a los gerentes, quienes usualmente prefieren ver una estructura sólida en pie. Las pocas soluciones "flexibles" que han sido llevadas a cabo hasta el día de hoy han demostrado ser exitosas, de manera que se aconseja que este tipo de soluciones sea prontamente adoptado por aquellos ingenieros de mentalidad progresista.

- 4) No se deben modificar o destruir las dunas (donde se encuentran presentes). Construir sobre las dunas, o aplanarlas para construir sobre ellas, son prácticas comunes en áreas con alta densidad de población. Tales prácticas no permiten espacio para que tengan lugar los ciclos de erosión y depósito sobre la playa. El resultado es la socavación de la base de los edificios sobre la dunas, lo cual requiere de la construcción de murallas o diques. Las dunas deben ser salvaguardadas, de manera que la arena pueda moverse hacia adentro y afuera a lo largo de la playa en un ciclo natural ininterrumpido.
- 5) Si se desea la existencia de una playa en una localidad dada, no se debe minar la arena de las dunas, playas o áreas costeras cercanas en los alrededores. El suministro de arena para la playas no es ilimitado. De hecho, el sistema de transporte a lo largo del litoral tiene un balance tan frágil, que la extraer de arena es la forma más segura de garantizar la erosión de las playas.
- 6) No hay que entrar en pánico después de que una tormenta haya alterado drásticamente la playa. Hay que permitir que el ciclo normal de la playa regrese la arena (si es posible). Hay que resistir la tentación de mover arena durante los primeros días después de la tormenta. Las playas se recobran rápidamente, y las primeras horas y días después del disturbio son los períodos de mayor cambio.
- 7) Hay que tratar de entender el sistema normal de la playa antes de que sea alterado (p. ej. la dirección y la magnitud del transporte de sedimentos a lo largo de la playa). Estudios específicos sobre el sitio pueden resultar necesarios en muchas localidades. La superficie de contacto entre el mar y la tierra es un sistema natural dinámico y cambiante. Si se quiere lidiar con este sistema, es

necesario realizar un estudio cuidadoso, el cual puede resultar costoso. Sin embargo, estos costos son mínimos cuando se comparan con la pérdida de las playas y estructuras costeras, lo cual es el resultado de la erosión, que sigue a una planificación deficiente sobre la erosión costera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hayes, M.O., 1984. Beach Erosion. Case study No. 9. Report to U.S. Agency for International Development and U.S. National Park Service, Washington, D.C.
2. Goh, H.S., Rahendra, A.S., y Pui S.K., 1983. Coastal problems encountered at Maura Port area in Brunei. En: Proc. intl. conf. on coastal and port engineering in developing countries, Vol. I. Colombo, Sri Lanka, pp. 115-129.

Véase También: Sistemas de Playas (p.54); Minería Costera y Marina (p.265); Puertos, Canales y Atracaderos (p.196)

ELIMINACION DE DESECHOS Y CONTROL DE ENFERMEDADES

Introducción

Los cuerpos de agua marinos y de agua dulce han sido considerados por mucho tiempo receptáculos convenientes para la eliminación de desechos domésticos, urbanos, e industriales debido a que el dilución y la actividad microbiana pueden, hasta cierto punto, ser proporcionales a la capacidad asimiladora del cuerpo de agua, y eliminar o reducir al mínimo el potencial de impactos adversos contra la salud humana y el ambiente. Esta práctica es particularmente común en áreas costeras, debido en parte, al hecho de que existen grandes cuerpos de agua cerca, y a que las formas alternativas de tratamiento de desechos pueden no estar convenientemente disponibles, o ser efectivas en términos de costos.

Para algunos componentes de desperdicios, tales como el alcantarillado, los componentes nutritivos proveen un estímulo para el crecimiento de plantas, el cual es usualmente contraproducente si los volúmenes son altos en relación con el tamaño del cuerpo de agua y la habilidad del sistema para asimilar estos componentes. Tal exceso de enriquecimiento, denominado "eutroficación" puede producir una variedad de impactos biológicos, económicos y para la salud. La presencia de otros componentes en las descargas, tales como patógenos humanos, y una variedad de materiales tóxicos permanentes (p. ej. metales pesados), es un fuerte argumento contra la eliminación de

desechos en aguas marinas cerca a la costa casi en cualquier circunstancia, a menos que se haya hecho un tratamiento previo. Los desechos líquidos industriales son también descargados frecuentemente en forma de desagües hacia el océano, principalmente, debido a que el tratamiento de los desperdicios industriales tiende a ser bastante costoso, y con frecuencia no se encuentran disponibles lugares alternativos de desecho. Los desechos industriales varían considerablemente, sin embargo, mientras ciertos desechos descargados tienen efectos muy limitados, transitorios, y no necesariamente adversos, otros pueden causar impactos dramáticos aún a niveles muy bajos. Algunos tipos de industria, tales como las fábricas que procesan aceite de palma, taninos, aceite de coco, etc., producen desperdicios que no son gravemente tóxicos, pero que agotan el oxígeno del agua que los recibe, y pueden provocar muertes masivas de peces, olores pestilentes y otros efectos. La eliminación de desechos en el mar se ve agravada por el hecho de que varios insectos pestíferos (p. ej. mosquitos y jejenes o simulios), comunes en el ambiente costero, parecen verse favorecidos por la alteración de las condiciones normales, y pueden actuar también como vectores de enfermedades. A pesar de una creciente conciencia e información pública y de un control público sobre muchas áreas relacionadas con la eliminación de desechos en aguas marinas, el problema continúa existiendo y aun empeorando. Por ejemplo, en India (Porto Novo) se ha reportado la supervivencia de bacterias en aguas costeras. Esto constituye una causa de preocupación, porque en la mayoría de las

circunstancias, estos patógenos no sobreviven en ambientes salinos.

Problemas

La descarga de desechos en aguas costeras tiene el potencial de plantear una serie de problemas. Los nutrientes contenidos en el agua de desperdicio, frecuentemente estimulan el crecimiento de las plantas, y además se ha documentado que causan grandes cambios en la composición y abundancia de las especies marinas y del estuario; incluyendo la pérdida de algunas especies particularmente sensibles. El amoníaco en el agua de desecho, por ejemplo, puede estimular el crecimiento de algas y de esponjas barrenadoras o perforadoras que finalmente causan la muerte de los arrecifes de coral. Cuando la carga orgánica es alta, se agota el oxígeno del agua, lo cual produce en la muerte de la mayoría de la vida marina alrededor del punto de descarga.

Aunque muchos patógenos humanos no pueden sobrevivir en el agua salina, algunos encuentran refugio en sedimentos y organismos marinos, donde persisten por períodos relativamente largos. Cuando están presentes en animales marinos que son consumidos por el hombre, también pueden representar un peligro evidente para la salud. De la misma forma, contaminantes orgánicos sintéticos, tales como los talatos que se lixivian de los plásticos y metales pesados pueden acumularse en el ambiente y en la vida marina que el hombre utiliza. Los dramáticos efectos que resultan de la ingestión por parte del hombre de ciertas sustancias, ahora ejemplificados por el incidente de

envenenamiento con mercurio en Minimata, Japón, subrayan la importancia de considerar antes de la descarga, el destino de los componentes de las descargas de desechos.

En lo que se refiere a los patógenos y sustancias químicas, el ambiente del estuario y del mar posee una capacidad relativamente baja de asimilación. El tratamiento de aguas de desecho en su forma más simple, generalmente incluye el asentamiento de sólidos, la oxidación biológica de la materia orgánica, y el tratamiento químico de los desechos con cloro. Sin embargo, existe la preocupación que el cloro remanente y los compuestos de cloro que se forman, (p. ej., cloroaminas) puedan crear un problema secundario de contaminación en el ambiente costero. En muchos casos, esto puede ser corregido cuando se asegura que no ocurrirá un exceso de cloración. Una técnica de desecho recomendable es la descarga forzada del agua de desecho en aguas profundas fuera de la costa. Algunas veces los afluentes son liberados a través de dispersores para que se produzca una dispersión máxima en aguas de poca profundidad. En otras partes, la salida de los desechos se localiza por debajo del límite térmico (el límite donde las temperaturas cambian drásticamente en aguas profundas) fuera de la plataforma continental; el agua de desecho que ha sido introducida, aunque flotante, es retenida y dispersada sin que se eleve hasta la superficie.

El agua de desecho industrial también es un problema potencial. La mayoría de las actividades industriales originen en la creación de cantidades mayores o menores de agua contaminada, que en la zona costera, es generalmente eliminada en

las aguas cercanas. Ciertos tipos de agua contaminada pueden ser de significación relativamente pequeña. Algunos ejemplos incluyen el agua de escorrentía y de tormentas desde un sitio donde se encuentra una planta industrial; agua usada en procesos donde ha sido contaminada en forma mínima, tal como el agua contaminada por materiales orgánicos procedente de mataderos y casas procesadoras de pescado. En el otro extremo se encuentran los desechos altamente contaminados en exceso o muy concentrados que plantean problemas más serios. Dentro de esta categoría se encuentra el agua utilizada en procesos de refinación química de minerales, salmuera, o algunos tipos de fluidos oleaginosos para taladrar en operaciones petroleras; productos químicos líquidos de fábricas de pulpa y papel; y agua orgánicamente enriquecida de las refineries de aceite de palma y azúcar. Las técnicas de control de enfermedades, en sí mismas pueden tener un efecto ambiental negativo.^{2,3}

Pautas

En regiones donde no existen recursos de capital suficientes para instalar y mantener plantas de tratamiento de aguas, una alternativa conveniente es la construcción y el uso de estanques de contención para asentamiento, precipitación y/o oxidación. Para muchas clases de agua de desecho, particularmente aquellas enriquecidas con materia orgánica, su retención por un período de varios días en un estanque provoca la oxidación y el asentamiento de una considerable fracción de la carga. Una eliminación lenta desde el estanque, reduce al mínimo los efectos adversos sobre

las aguas costeras. En algunos casos, las marismas locales y las áreas de manglar pueden ser utilizadas como áreas de tratamiento biológico para pequeñas cantidades de agua de desecho que no contengan patógenos, metales pesados y compuestos particularmente tóxicos, sintéticos y orgánicos. El uso de sistemas naturales para el tratamiento biológico de aguas de desecho tiene que ser considerado con cuidado, pero también puede ser una de las opciones más viables si se diseñan e instalan apropiadamente.

- 1) Los desechos de alcantarillado doméstico deben ser tratados antes de su descarga, para reducir al mínimo la fertilización excesiva de las aguas marinas, particularmente en entradas cerradas del mar en la tierra y lagunas, y controlar, en la mayor medida posible, la introducción de patógenos humanos. Aunque la cloración de las descargas de alcantarillados presenta sus propios problemas ambientales, probablemente sigue siendo la mejor alternativa (esto es efectiva y a bajo costo), para el control de patógenos. Cuando las facilidades de tratamiento no están disponibles o son imprácticas económicamente, los desechos pueden ser introducidos a un sistema de lagunas artificiales para producir el asentamiento y la descomposición natural, antes de liberarlos en el ambiente marino.

- 2) El uso de lagunas de asimilación de desechos es una alternativa de bajo costo para ciertos desperdicios industriales líquidos. Aunque el método no sea totalmente efectivo en términos de costo, en la mayoría de los casos, algunas aguas de desecho pueden ser "desintoxicadas" dentro de un sistema de lagunas. La práctica es frecuentemente justificada por la reducción de la carga de contaminantes sobre las aguas marinas.

- 3) Debe evitarse la contaminación de los recursos hídricos subterráneos, particularmente en lo que concierne a los estanques o lagunas de contención, debido al potencial de contaminación sobre los suministros domésticos de agua. El problema puede ser evitado al localizar estanques o lagunas en áreas donde las tasas de percolación son bajas. Cuando el uso de lagunas o estanques es imperioso en áreas donde el riesgo de contaminación de aguas subterráneas es alto, los estanques deben ser forrados con un material impermeable, tal como arcilla o un plástico resistente.

- 4) La inyección profunda de pozos con ciertos tipos de desechos es una alternativa viable, solamente donde exista una tecnología adecuada para asegurar que no suceda un escape contaminante o una segunda toma de estos elementos.

- 5) El uso de ciertos sistemas naturales (p. ej., algunas lagunas, marismas y manglares) para la asimilación y tratamiento de desechos constituye también una alternativa viable, pero debe ser muy cuidadosamente diseñada y ponderada con cautela. Si bien es cierto que el agua dulce natural y los ecosistemas marinos pueden remover efectivamente los nutrimentos en el agua dulce de desecho, y reducir el total de sólidos en suspensión, algunos componentes patógenos pueden sobrevivir, incluyendo los organismos virales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sakiyama, T., 1979. Policies in pollution, aquaculture and coastal management in Japan. *Marine Policy*, pp. 20-39.
2. Provost, M.W., 1959. Impounding salt marshes for mosquito control and its effects on bird life. *Fla. Natur.*, 32(4):163-170.
3. Provost, M.W., 1967. Managing impounded salt marsh for mosquito control and estuarine resource conservation, pp. 163-171. En: *Proc. Louisiana State Univ. marsh and estuary symposium*, 1967.

Véase también: Pesca de Captura (p.135); Arrecifes Coralinos (p. 14); Estuarios y Lagunas (p.69).

RECREACION Y TURISMO COSTERO

Introducción

Con la excepción del período caracterizado por la crisis petrolera de los años 1973/73 y 1979/80, la industria turística ha mantenido un ritmo continuo de crecimiento durante las dos últimas décadas. En 1980, este crecimiento casi continuo alcanzó la cifra de 286 millones de llegadas de turistas, lo cual representa cerca de US\$ 92 billones en ingresos brutos.

Desde 1973, el turismo en los países en vías de desarrollo ha crecido a un ritmo más rápido que en los países industrializados (6% versus 4%). El liderazgo es mantenido por las regiones del Asia Oriental, el Caribe y algunos países del Africa. Las naciones en vía de desarrollo representaron el 16% del total de llegadas en 1980, lo cual representa cerca de US\$15 mil millones en ingresos.²

Mientras que en muchos países en vía de desarrollo el turismo contribuye sólo con una pequeña porción del total de divisas, los ingresos generados por el turismo representan un significativo porcentaje del producto nacional total (el turismo en las Bahamas, por ejemplo, constituye el 55% del producto bruto nacional).³

Los países costeros en vía de desarrollo cuyos ingresos debidos al turismo representaron más del 10% de la exportaciones domésticas en el período 1978/79, están listados en la Tabla 2.

Los países que poseen ambientes costeros caracterizados por playas para recreación, estuarios de manglares para la pesca y la

TABLA 2. Exportaciones domésticas e ingresos por turismo (en millones de dólares US\$). Los datos corresponden a 1978, excepto aquellos con asteriscos (**), que corresponden a 1979. (Fuente: Ref.2).

	Exportaciones Domésticas	Ingresos por Turismo	Tasa
<u>Larinoamérica y el Caribe</u>			
Bahamas**	131.5	442.3	336.3
Barbados**	151.2	200.5	132.6
Haití	116.9	46.7	39.6
Jamaica	639.1	148.2	23.2
República Dominicana	519.2	108.7	20.9
México	5,975.7	1,121.0	18.7
<u>Naciones Arabes y del Mediterráneo</u>			
Jordania	296.5	355.9	120.0
Túnez	1,171.0	416.7	35.6
Chipre**	466.0	145.3	31.2
Egipto	1,699.5	500.0	29.4
Marruecos	1,613.6	434.0	26.9
Portugal	2,314.1	599.8	25.9
Turquía	2,196.7	230.4	10.5
<u>Africa</u>			
Islas Seychelles	3.6	37.4	1,038.8
Gambia	41.8	7.5	17.9
Kenia	1,069.6	157.9	14.8
Senegal**	627.2	78.9	12.6
Islas Mauricio	336.8	35.0	10.3
<u>Asia y el Pacífico</u>			
Islas Fiji	138.7	86.0	62.2
Las Filipinas	3,321.1	355.3	10.7
Tailandia	4,153.2	435.0	10.5
Sri Lanka**	981.3	79.0	8.1

navegación en botes, y/o aguas claras con arrecifes coralinos para el buceo (para citar algunos ejemplos), están aumentando su participación en el mercado turístico a medida que dichas atracciones son desarrolladas para ser usadas como centros recreacionales para los residentes locales y los turistas extranjeros. Con respecto a los turistas extranjeros, las atracciones recreacionales costeras también pueden estimular el desarrollo económico local y representar una fuente significativa de divisas para la economía nacional.

En general, los requisitos mínimos para desarrollar un área recreacional consisten en la identificación del sitio; desarrollo, que implica la limpieza del terreno, la provisión de acceso, alojamiento, instalaciones de recreación y servicios.⁴

Generalmente, entre más sofisticado sea un desarrollo recreativo, más grande será la necesidad de aumentar: (1) el alojamiento para los visitantes; (2) la provisión de diversiones para los visitantes, tales como botes, guías, equipo para nadar, etc.; y (3) la disponibilidad de otras actividades recreativas tales como compras, y entretenimiento nocturno. El desarrollo exitoso de un área costera recreativa que esté específicamente dirigida al mercado turístico internacional, generalmente requiere publicidad y un programa intensivo de propaganda a nivel internacional. En muchas regiones específicas del mundo, el turismo es una base esencial de la economía local y del ambiente costero. Turismo y recreación planificados también derivan un

beneficio conservacionista, puesto que los dueños y operadores tienen un interés en preservar el paisaje natural y los habitats que constituyen la atracción principal del área.

Problemas

El reciente crecimiento del turismo, junto con la ausencia de una planificación y un manejo racional y prudente en el proceso de desarrollo, ha producido la degradación y pérdida inesperada de los recursos mismos que son la atracción de los turistas.

El tipo de instalaciones y la localización son factores primordiales en la degradación y pérdida de los recursos naturales. Una selección inapropiada del sitio puede producir la exclusión de opciones de desarrollo presentes y futuras, producir un sin número de impactos que conduzcan a la decadencia de ecosistemas frágiles e inclusive puede llevar a la pérdida de la infraestructura física. El fracaso en considerar cuidadosamente los procesos característicos de la zona costera (p. ej., peligros naturales, erosión de las playas, intrusión de agua salada) ha sido una falta común de la planificación del aprovechamiento de la tierra. Muchos de estos problemas han sido contemplados en otras secciones de las pautas y deberían ser revisadas de acuerdo al área.

La facilitación de acceso a una atracción turística es la segunda causa de preocupación. Esto puede producir en la pérdida de la vegetación por medio del pisoteo, atropello o alteración de la vida silvestre que no está acostumbrada a la presencia humana. En España, la construcción de un lugar de veraneo en la vecindad

de un pantano o marisma utilizado por aves durante los meses de invierno ha conducido a la destrucción del refugio de aves y parece haber sido la causa de infertilidad en especies tan raras y especiales como el águila imperial española.⁵

Ha habido una creciente preocupación acerca de la "idoneidad" de los alojamientos construidos para servir a los turistas. Frecuentemente se ha dicho que el diseño de dichas estructuras ignora el ambiente natural circundante, que además exhibe una falta de sensibilidad hacia el contexto sociocultural para poder construir un estilo de arquitectura funcional estandarizado.⁵

El fracaso en proveer adecuadamente los servicios requeridos para sostener las presiones turísticas y mantener la calidad ambiental, ha conducido al deterioro de muchos de los recursos de los cuales depende el sitio. La desagradable contaminación asociada con los desperdicios humanos y la eliminación de los desechos sólidos puede arruinar rápidamente la reputación de un puerto turístico. Una de estas áreas, donde la contaminación se ha convertido en una gran preocupación, es Jamaica. El desarrollo turístico intensivo a lo largo de la costa norte del país ha provocado que los sistemas de eliminación de desperdicios provenientes de los hoteles sencillamente arrojen los desechos directamente en las aguas costeras sin, tratamiento previo o con uno muy deficiente amenazando los arrecifes coralinos característicos de esa parte de la isla.⁶ La misma clase de preocupaciones han sido expresadas en diferentes partes del Caribe y del Mediterráneo.^{3,5}

Adicionalmente al ambiente natural, un desarrollo exitoso de una facilidad turística, también debe considerar el ambiente sociocultural y económico. Aunque está fuera del alcance de estas pautas, las consideraciones socioculturales importantes incluyen la importancia de ciertos artefactos y sitios históricos, los principios de la religión local, relaciones humanas entre los turistas y los empleados y la disponibilidad de oportunidades de empleo de alta calidad.

Los planes para el desarrollo de áreas costeras recreacionales que estén orientados al mercado turístico internacional, deben tomar en cuenta los ciclos del mercado basados en condiciones internacionales, nacionales, regionales y económicas. Las áreas turísticas del exterior, en general, experimentan problemas económicos que están relacionados con recesiones económicas y distorsiones en los valores de la moneda. Por ejemplo, México experimentó un flujo masivo de turismo cuando la economía y el peso del país se debilitaron, pero al mismo tiempo, se puede esperar una disminución en el turismo a medida que el peso y la economía se fortalezcan.

Un ejemplo reciente del desarrollo exitoso de una área costera para la recreación y turismo locales es la Reserva del Pantano de Caroni, localizada a algunos kilómetros de la capital, Puerto España, en Trinidad.⁷ El proyecto envuelve un área de reserva de 5,000 hectáreas para la cual existe una propuesta de convertirla en parque nacional con el objeto de proteger la calidad del agua, la fauna y flora locales, con énfasis en el ibis escarlata. Una vez que se identificó, se convirtió en un

punto focal importante para la recreación y el turismo, y ahora es promovida orgullosamente por el mismo gobierno de Trinidad.

Pautas

El desarrollo de sitios costeros recreativos y de veraneo tiene un potencial económico significativo, pero también está sujeto a una variedad de problemas. Las siguientes pautas, basadas en la Pautas Ambientales de Operación para el Turismo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (Environmental Operational Guidelines for Tourism), proveen los medios para corregir y atenuar muchos de los problemas.³

- 1) El desarrollo del turismo costero debe ser concebido dentro de un esquema de trabajo de planes de desarrollo socioeconómico nacional, regional y local que aseguren la apropiada integración de objetivos ambientales y estrategias de desarrollo. Particularmente, el desarrollo del turismo costero debe ser abarcado dentro de una estrategia nacional para el desarrollo y manejo de las áreas costeras, que identificará la zonas más apropiadas para el turismo.
- 2) Las áreas costeras reservadas para el desarrollo del turismo deberían ser cubiertas por planes de zonificación, que tomen en cuenta las condiciones socioeconómicas y geográficas naturales del área. Para llevar a acabo una explotación óptima de los recursos turísticos, debe realizarse primero un inventario en la región del sitio propuesto, que incluya

el ambiente físico; el ambiente creado por el hombre; el ambiente sociocultural; y la existencia de enfermedades contagiosas endémicas o temporales.

- 3) La "capacidad de carga" del área debería ser definida con el objeto de determinar la población total que el área turística puede mantener sin que se sobrecargue la infraestructura existente, y que consecuentemente se cause la degradación de los recursos naturales.
- 4) Donde se necesite llevar a cabo roza o desmonte, esta actividad debe ser controlada para asegurar un impacto mínimo sobre los ecosistemas costeros naturales.
- 5) Los medios de acceso deben ser apropiadamente diseñados para reducir al mínimo la congestión del tráfico, los ruidos, la contaminación por desechos sólidos y líquidos, y otros impactos en las áreas circundantes.
- 6) El desarrollo de las facilidades de alojamiento debe ser concentrado, de manera que se deje tan intacto como sea posible el recurso natural. La escala, el tamaño, y el tipo de infraestructura deben ser apropiados. Las estructuras deben ser localizadas a una buena distancia de la playa (p.ej., entre 100 y 300 metros).

- 7) Se deben hacer provisiones adecuadas para asegurar medidas de eliminaci3n de desechos adecuadas. Donde sea posible, se deben utilizar los medios de eliminaci3n de desechos existentes, y sistemas de recolecci3n de desperdicios regionales o municipales. Los desechos lquidos no deben ser descargados en las playas, los arrecifes coralinos y otras 1reas sensitivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. United Nations Environmental Program, 1982. Tourism. En: M.W. Holdgate, M. Kassas, G.F. White (Editors). The world environment 1972-1982. Natural Resources and the Environment Series. Vol. 8, Tycooly International Publishing Ltd., Dublin, pp. 546-559.
2. Simmons, J.A., 1981. Growth projections in tourism to the developing world to 1990. Memorandum. Office of the Tourism Advisor, Urban Development Department, World Bank, Washington, D.C.
3. Beekhuis, J.V., 1981. Tourism in the Caribbean: Impacts on the economic, social, and natural environments. Ambio 10(6).
4. United Nations Environment Program, 1982. Coastal tourism environmental operational guidelines. Nairobi, Kenya, 13 pp.
5. Tangi, M., 1977. Tourism and the environment. Ambio 6(6):336-341.
6. Barnes, E.S., 1973. Sewage pollution from tourist hotels in Jamaica. Mar. Poll. Bull. 4(7):102-105.
7. Forestry Division, Ministry of Agriculture, Lands and Fisheries, 1979. Management and development plan: Caroni Swamp National Park. Technical Document Forestry Division/OAS Project on the establishment of a system of national parks and protected areas. Port of Spain, Trinidad.

V1ase tambi1n: Sistemas de Playas (p.54); Protecci3n de la Orilla (p. 214).

DESARROLLO DEL RECURSO ACUATICO

Introducción

La demanda mundial de agua dulce para la agricultura, la industria, y los usos domésticos continúa aumentando, aunque la oferta básica permanece relativamente estable, el recurso se encuentra distribuido desproporcionadamente en el espacio y el tiempo. Por lo tanto, el desarrollo de los recursos acuáticos, tiene como uno de sus objetivos fundamentales el desarrollo de los recursos existentes de agua dulce mientras persigue que la oferta o suministro que sea puesto a disposición, sea distribuido equitativamente entre los usuarios. Un objetivo corolario es que los beneficios económicos y sociales derivados de un proyecto, justifiquen la actividad de desarrollo del recurso acuático. En general, el desarrollo de los recursos acuáticos y el desarrollo económico, no pueden ser tratados separadamente, especialmente en aquellas áreas donde la demanda sobrepasa la oferta.

Un conflicto que se presenta frecuentemente se relaciona con los "efectos aguas abajo", es decir, la alteración del agua dulce que fluye por los ríos hacia el mar (Figura 45). Algunos proponentes de desarrollo de recursos acuáticos, ven este tipo de agua como un desperdicio, en parte porque no existe un beneficio directo obvio para el hombre. Muy pocas veces se considera en este argumento el papel que el agua dulce tiene en la perpetuación de los ecosistemas costeros, que son los receptores naturales de esta agua de escorrentía (p.ej., el papel básico y único que desempeña el agua en la sustentación de la alta

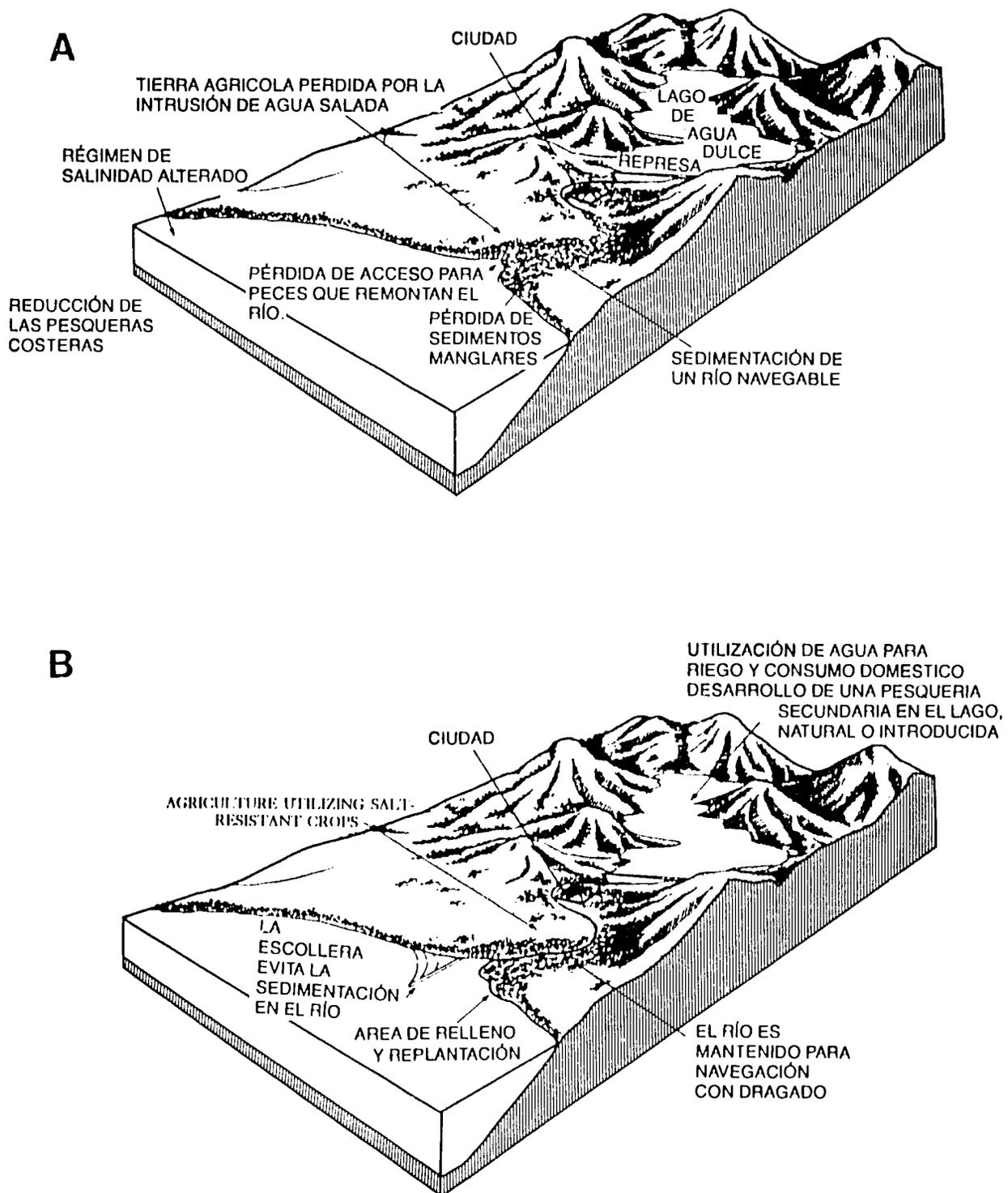


Figura 45. Problemas costeros debidos a (A) deficiente del agua y (B) resultado de una planificación integrada.

productividad de las pesquerías de los estuarios).^{1,2} De la misma manera, los bosques de manglar requieren agua dulce para mantener la salinidad de los sedimentos dentro de la escala que permite su crecimiento. El flujo de agua dulce hacia el océano también desempeña una variedad de papeles útiles adicionales, que incluye la distribución de sedimentos terrestres para que sean regados a lo largo de las playas, el mantenimiento de vías acuáticas navegables al barrer los sedimentos de los canales, y la prevención de la intrusión de la salinidad a las áreas del interior.

Problemas

Existen tres clases principales de problemas que afectan el ambiente costero como un resultado directo o indirecto de la forma en que el agua dulce es manipulada y usada: (1) colección y consumo; (2) desvío y, (3) el descenso del nivel del agua subterránea. Cada una de estas actividades puede tener profundas consecuencias económicas, sociales, políticas y biológicas (Figura 46).

El agua fresca que se recoge y se consume con una variedad de fines, es finalmente liberada por medio de la evaporación o en una forma que frecuentemente impide otros usos. Los usos consuntivos abarcan el riego agrícola, el consumo doméstico (lo cual produce aguas servidas) y ciertos procesos industriales donde el agua que egresa está contaminada. Aunque el agua utilizada con fines de consumo, es frecuentemente una necesidad para el bienestar económico y social, se producen resultados

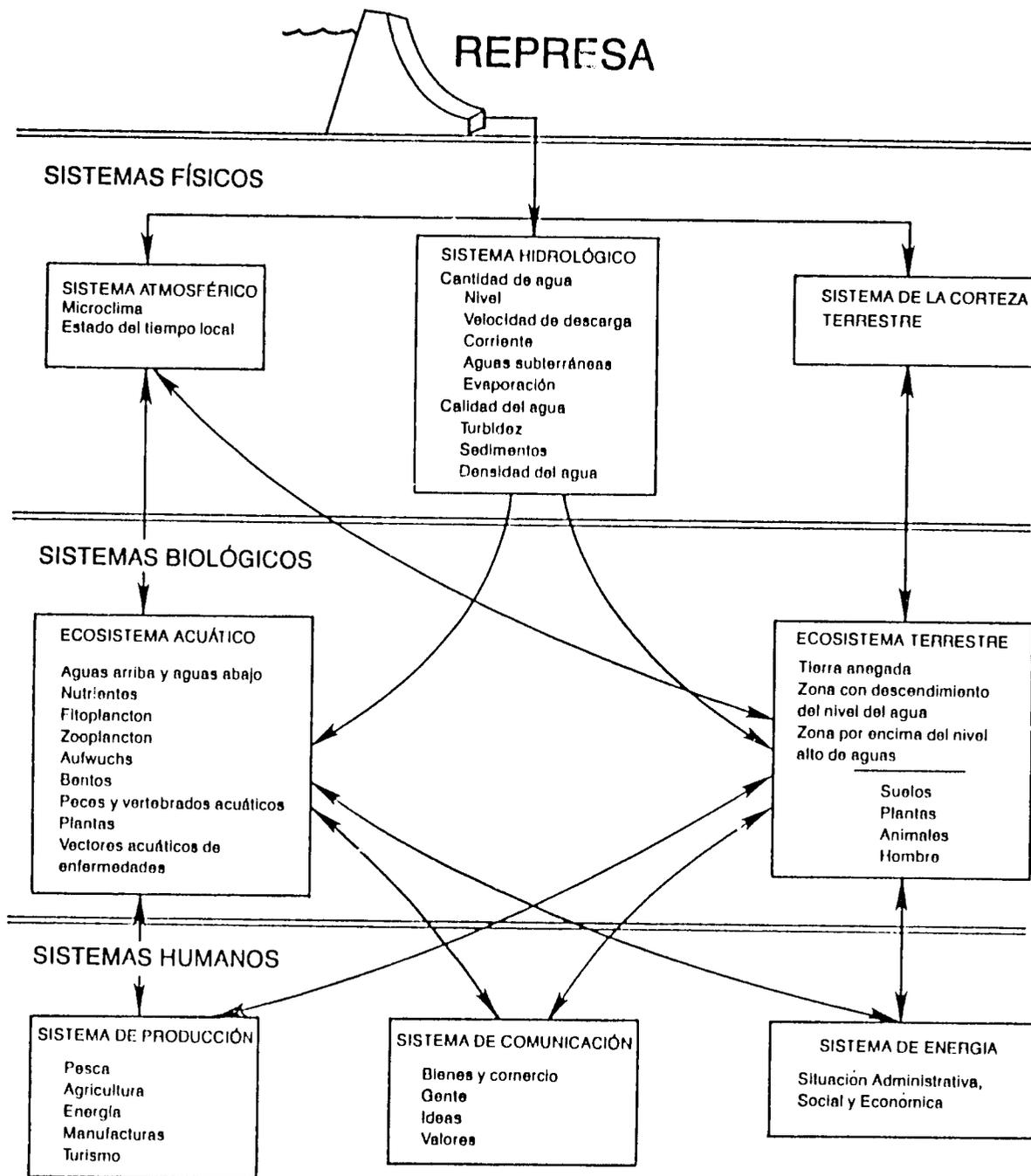


Figura 46. La relación entre los sistemas físicos, biológicos y humanos y las represas. (Fuente: Ref. 3.)

serios aguas abajo debidos a la pérdida de agua. Por ejemplo, los ambientes cercanos a la costa, incluyendo aquellos ocupados por el hombre, pueden tornarse progresivamente salinos, y aquellas especies adaptadas a niveles de salinidad moderados, pueden disminuir (p.ej., la pérdida de la pesquera de sardinas del Nilo como resultado de la Represa de Aswan). Otros efectos importantes incluyen el enarriamiento de los rios, la erosión a lo largo del frente marino en las áreas de deltas y a lo largo de las playas corriente abajo; y por último, el deterioro de la vegetación costera. Un ejemplo clásico en relación a este aspecto es el Río Indo, el sexto río más grande del mundo. Poco después del año 2000, toda el agua del Indo habrá sido atrapada y desviada hacia las áridas regiones de Pakistán e India noroccidental, por lo tanto, el río nunca más fluirá. En ese momento, habrá culminado el desarrollo de Río Indo. El impacto sobre el delta del Indo y del norte del Mar de Arabia como consecuencia de la ausencia del ingreso de agua dulce, aún queda por determinarse pero muy seguramente será grave. El agua dulce también puede ser desviada de un curso de flujo principal a otro con algún propósito (p.ej., la desviación del Río Santee-Cooper en los Estados Unidos, y el Río Ganges-Hooghly en India). Por su misma naturaleza, una desviación crea una escasez en el sistema del río del cual se ha extraído el agua (como en los casos anteriores) y al mismo tiempo un exceso de agua dulce en el ambiente que se encuentra alrededor del nuevo punto de descarga. Alrededor de este punto, se reduce la salinidad, lo cual afecta negativamente aquellos hábitat que no toleran las salinidades

moderadas. De la misma forma, la tasa de sedimentación aumenta y los patrones locales de circulación son alterados. Las represas tienen efectos excepcionalmente complejos sobre los ecosistemas acuáticos, en todo el curso del río hacia el océano. Lo anterior es válido, sea que la represa haya sido construida para generar electricidad, sea para el suministro de agua o para el control de inundaciones.

En las áreas donde existe una gran demanda de agua, pero donde sólo existe un pequeño recurso superficial de agua dulce, los recursos de agua subterránea son desarrollados, cuando existe una reserva subterránea adecuada. En esta situación, se usan pozos y bombas para extraer el agua subterránea. El bombeo del agua produce lo que se denomina un "cono de depresión", que resulta en un descenso de nivel del manto freático local en el área afectada. El bombeo excesivo en las regiones costeras destruye la capacidad de la reserva de agua subterránea para evitar la intrusión del agua marina; la tasa de la intrusión de salinidad es posterior entonces proporcional a la tasa de bombeo y de descenso de nivel del agua subterránea. Una de las consecuencias de la excesiva intrusión de la salinidad, es que el agua dulce subterránea se contamina con la sal y es imposible de utilizar para la gran mayoría de fines. Muchas veces el nivel del terreno baja (hundimiento de tierra) en la medida que la capa freática es bombeada.

En la mayoría de los casos, cuando el desarrollo del recurso de agua causa graves problemas económicos, políticos o ambientales, la causa puede ser atribuida a una planificación

deficiente que sobrepasa los estudios de factibilidad y diseño. Por lo menos en un ejemplo, el del río Santee-Cooper en el Estado de Carolina del Sur (ver Caso de Estudio de los Ríos de los Estados Unidos), los impactos costeros asociados con un proyecto de desviación de aguas fueron tan severos que los planes actuales están encaminados a reencauzar el río en su curso original. Existe un número creciente de casos de la misma clase, donde los errores de proyecto en el desarrollo y distribución de los recursos de acuáticos se están corrigiendo debido a las consecuencias económicas y ambientales después del daño. En general, es mucho más caro corregir errores que desarrollar una apropiada planificación anticipada que prevendría la creación de problemas.

Otra presión sobre los recursos acuáticos que son frecuentemente limitados es la necesidad por parte de las industrias costeras de grandes volúmenes de agua dulce y agua salada para llevar a cabo sus procesos industriales. En la mayoría de los países, los litorales son considerados frecuentemente como sitios ideales para localizar las industrias debido al acceso conveniente para llevar a cabo el embarque oceánico y utilizar los sistemas terrestres de transporte. Como resultado, muchos tipos diferentes de industrias están localizadas cerca a los puertos y atracaderos por razones logísticas y económicas. Algunos tipos especializados de actividades industriales también se llevan a cabo en los litorales, en parte para aprovechar la conveniencia del transporte, pero primordialmente debido al fácil acceso para

obtener agua marina limpia. Por ejemplo, las plantas generadoras de energía que requieren grandes cantidades de agua para enfriamiento están situadas sobre las costas cuando es posible (ver la subsección "Generación de Energía Costera). En áreas de agua dulce limitada, las plantas de desalinización están localizadas en la costa para tener acceso al agua marina que debe ser procesada para convertirla en agua dulce. De manera que, la localización costera para propósitos industriales tiene un sin número de ventajas económicas definibles.

La localización de industrias en el ambiente marino plantea muchos problemas, que como una clase, comprende las interacciones entre la industria específica y los suministros limitados de agua. El mecanismo de la interacción invariablemente incluye el agua directamente como vehículo para la dispersión de contaminantes, pero también indirectamente, a través de la forma en que el sitio de la planta puede alterar la circulación natural de agua superficial y los patrones de flujo (ver la subsección "ubicación de Industrias").

Muchos tipos diferentes de industrias utilizan agua dulce como "agua de proceso", por ejemplo en la separación mecánica o química de minerales de la matriz principal y el lavado y limpieza de mariscos frescos. Adicionalmente, la mayoría de las actividades industriales utilizan agua para las operaciones de lavado y limpieza industrial. En la mayoría de los casos, el agua usada es agua dulce, que después de haber sido usada en cualquier operación, es desechada en el ambiente cercano a la playa. El problema principal con el agua de desecho industrial

son los contaminantes introducidos, los cuales pueden causar efectos deletéreos sobre la comunidades de plantas y animales (ver subsección sobre "Eliminación de Desechos y Control de Enfermedades"). Por ejemplo, tal vez se encuentren desechos metálicos en concentraciones tóxicas (agudas o crónicas) o en formas que permiten la absorción y biológica y su ampliación; este es un peligro potencial si los animales marinos afectados son consumidos por el hombre. Aceites, grasas, y otros desechos derivados del petróleo pueden ser tóxicos para los organismos vivos o agotar el oxígeno vital en las aguas cerca de la costa. Respecto a este último asunto, las concentraciones de materia orgánica generalmente asociadas con agua de desecho orgánico derivado del procesamiento de productos pesqueros y plantas refinadoras de aceite de palma, son particularmente notorias por el agotamiento extremo de oxígeno que causan en las aguas marinas. Las plantas de desalinización necesariamente producen una salmuera pesada, que surge de la evaporación del agua marina y la condensación de vapor para producir el agua dulce. En el área de eliminación de desechos, la salmuera produce altas salinidades, las cuales, cerca del punto de descarga, sobrepasan los límites de tolerancia de la mayoría de vida marina.

Pautas

Los objetivos de desarrollo de recursos acuáticos deberían considerar los papeles naturales del agua dulce en la sustentación de los humedales costeros, estuarios, lagunas y sus pesquerías asociadas. Para llevar a cabo este propósito, se

deben considerar las siguientes pautas en el proceso de planificación de las obras de desarrollo de los recursos acuáticos (Figura 45).

- 1) Durante la fase de planificación del proyecto, cuando se identifican impactos potenciales, debe prestarse especial atención a los efectos aguas abajo en el ambiente costero y cerca a la costa. Cuando se sospecha la alteración de los parámetros de calidad del agua debido al desarrollo del proyecto, deben llevarse a cabo estudios para definir acciones correctivas. Dichas acciones deben ser definidas como normas de funcionamiento del proyecto.
- 2) Definir los límites de las áreas marinas costeras y cercanas a la costa que reciben la influencia de los procesos de desagüe. Estos límites deben incluir específicamente la zona influida por el agua dulce, contaminantes de los ríos (riverborne) y escorrentía de sedimentos terrestres, dejando una gran tolerancia con respecto a los patrones de corrientes dominantes, la estacionalidad, y otros factores físicos que influyen en toda la zona.
- 3) Identificar en orden los recursos marinos y costeros críticos en el área afectada. Este proceso debería tratar de comprender la importancia socioeconómica presente y futura de los recursos, el grado en el cual pueden sostener los posibles impactos atribuibles a fuentes tierra adentro y

su situación actual.

- 4) Llevar a cabo estudios básicos dentro de la zona, incluyendo estudios de recursos, evaluación de la posición relativa, y descripciones del ambiente físico y los procesos que lo forman. Los estudios también deben evaluar la naturaleza y la cantidad de los ingresos del agua proveniente de fuentes tierra adentro, que ingresan e influyen sobre la zona.

- 5) Establecer un programa de vigilancia incluyendo observaciones sistemáticas de los ingresos de aguas "clave" que influyen sobre la zona (tales como el flujo de agua dulce, los sedimentos en suspensión, nutrientes y contaminantes seleccionados, oxígeno disuelto). Las visitas periódicas a las áreas vulnerables (tales como corales, playas, y lechos de hierbas submarinas) deberían también estar incluidas para recopilar los datos requeridos para análisis de tendencias. Donde ya exista un sistema de control dentro del desagüe, los componentes costeros y marinos deberían estar integrados dentro del trabajo ya existente.

- 6) Una vez que los ingresos claves hayan sido identificados, hay que establecer los niveles críticos requeridos para mantener los recursos marinos y costeros, junto con los procesos identificados anteriormente. Lo anterior puede ser llevado a cabo por medio de una revisión de la literatura

- existente, visitas a sitios comparables donde tales ingresos ya han sido alterados y el establecimiento de parcelas de experimentación in-situ y programas de pruebas.
- 7) Donde se hayan observado ingresos dañinos al área costera, se debe identificar su origen y su localización aguas arriba. Una vez que se tenga esta información, debe realizarse una evaluación de las medidas correctivas disponibles, y hacer una selección de acuerdo con los resultados. Problemas complejo originalmente de gran escala, tales como la deforestación, pueden limitar las soluciones de manejo del área costera a medidas paliativas temporales, dirigidas al área costera afectada hasta que se puedan movilizar las instituciones apropiadas y los recursos para tratar las causas fundamentales.
- 8) Donde sea posible, hay que considerar dentro del manejo de las aguas corriente arriba, los impactos de la sedimentación corriente abajo. Los ciclos de almacenamiento de aguas deberían estar dirigidos a restringir la pérdida del suelo; la descarga de agua proveniente de sistemas de riego debería ser regulada para reducir al mínimo la sedimentación corriente abajo; se podrían considerar represas de baja capacidad de retención para reducir la sedimentación en el lecho del río mismo.

- 9) Establecer procedimientos sistemáticos para evaluar las implicaciones en la costa de las obras de desarrollo de aguas (u otra intervención) en el área de captación.

- 10) Donde los ingresos claves pueden verse alterados por propuestas de desarrollo de obras de aguas, y por lo tanto pueden representar una amenaza para los límites críticos de los recursos costeros, se deben hacer las modificaciones apropiadas en el diseño de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Benson, N.G., 1981. The freshwater-inflow-to-estuaries issue. *Fisheries*, 6(5):8-10.

2. Snedaker, S.D., de Sylva, D., y Cottrell, D.J., 1977. A review of the role of fresh water in estuarine ecosystems. Vols. I & II. Final report submitted to the Southwest Florida Water Management District. University of Miami. UM-RSMAS 77001, Miami, Florida, 420 pp.

Véase también: Agricultura de Tierras Altas (p.113)

INDUSTRIA

LOCALIZACION DE INDUSTRIAS

Introducción

Los litorales en la mayoría de los países frecuentemente son considerados como lugares ideales para la localización de industrias, por su conveniente acceso para el embarque oceánico y a sistemas de transporte terrestres. Como resultado de esto muchos tipos diferentes de industrias están localizados cerca a los puertos y embarcaderos por razones logísticas y económicas. Algunos tipos especializados de actividades industriales también tienen lugar en los litorales, en parte, para aprovechar la conveniencia de transporte, pero primordialmente, para tener acceso a agua marina limpia. Por ejemplo, las plantas industriales, siempre que sea posible, estarán localizadas sobre las costas, puesto que requieren grandes cantidades de agua para llevar a cabo operaciones de enfriamiento. Así mismo, las plantas de desalinización están localizadas en las costas para tener acceso al agua marina que va a ser convertida en agua dulce. Por lo tanto, la localización industrial en la costa posee varias ventajas bien definibles. Pero también existe un gran potencial de producir disturbios en los ecosistemas costeros, a menos que la selección del sitio, el diseño y los requisitos operacionales sean considerados detenida y cuidadosamente.

Problems Page Blank

Problemas

La localización industrial en el ambiente costero plantea un sin número de problemas que involucran el agua, no sólo directamente, como un vehículo de dispersión de contaminantes, sino también indirectamente, en la manera cómo la localización de la planta puede alterar la circulación natural del agua de la superficie y los patrones de flujo. Muchos de los problemas específicos son discutidos, y se dan pautas en otras secciones.

Muchas clases diferentes de industrias usan el agua dulce como "agua para procesos", por ejemplo, en la separación química o mecánica de minerales metálicos de la matriz original y la limpieza y lavado de comida marina fresca. Adicionalmente, la mayoría de las actividades industriales utilizan agua en las operaciones de lavado y limpieza industrial. El agua, después de haber sido usada en cualquiera de estos procesos, es eliminada en el ambiente cercano a la costa. El problema principal relacionado con el agua de desecho industrial, lo constituyen los contaminantes introducidos que pueden tener efectos deletéreos sobre las comunidades de plantas y animales.¹ Por ejemplo, los desechos metálicos pueden estar presentes en concentraciones tóxicas (crónicas o agudas), o en formas que permiten la absorción biológica y su expansión; este es un peligro potencial si los animales marinos afectados son consumidos por el hombre. Los aceites, las grasas, y otros desperdicios derivados del petróleo pueden ser tóxicos para los organismos vivos o agotar el oxígeno necesario para mantener la vida en las aguas cercanas a la costa.² A este último respecto, las concentraciones de

materia orgánica pesada, generalmente asociadas con el agua orgánica de desecho derivada de los procesos de industrias pesqueras y plantas refinadoras de aceite de palma, son particularmente notorias por el extremo agotamiento del oxígeno que causan en las aguas marinas. Las plantas de desalinización producen necesariamente una salmuera pesada que resulta de la evaporación del agua marina y de la condensación del vapor para producir agua dulce. En el área costera de desecho, la salmuera produce altas salinidades, las cuales, en el área más cercana al punto de descarga, usualmente sobrepasan los límites de tolerancia de la mayoría de la vida marina.

Los consumidores de agua refrigerante a gran escala constituyen un caso especial. La toma de agua marina puede causar problemas al atrapar animales en las mallas de los filtros o al introducir plancton, incluyendo organismos larvarios, en el agua tomada. Grandes volúmenes de agua caliente de descarga, frecuentemente alteran la estructura biológica del sistema marino receptor de la descarga. Es un problema particularmente severo en aguas tropicales tibias, donde aún el más pequeño cambio de temperatura puede exceder los límites de tolerancia para muchos organismos. Así mismo, cuando se usa hipoclorito de sodio, como un agente purificador de los sistemas industriales de refrigeración, su consecuente eliminación, en forma de cloro reactivo puede crear problemas para la vida marina. (Ver la sección "Generación de Energía Costera" para detalles).

En lo que concierne a la localización de la industria costera o un complejo industrial, el sitio de desarrollo y su red

conectora de caminos, ferrocarriles, etc., pueden interferir con el patrón natural de escorrentia terrestre y/o el patrón de flujo y reflujos de las mareas en los estuarios. El relleno o cierre completo o parcial de los habitat estuarinos cercanos a la costa, puede conducir, respectivamente, a su mal funcionamiento, o su completa desaparición. En forma similar, la selección inapropiada de un sitio sobre tierra del litoral, puede conducir a la desaparición de sitios terrestres críticos.

Pautas

En general, existen algunas alternativas potenciales asociadas con la selección del sitio para llevar a cabo cualquier desarrollo, puesto que dicha decisión es usualmente tomada y justificada sobre una base económica. Sin embargo, cuando se dispone de varias alternativas más o menos equivalentes, el proceso de selección puede incluir la consideración de impactos ambientales potencialmente significativos. Después de la selección del sitio, existe un amplia gama de alternativas de diseño, que deberían ser instauradas para minimizar el impacto total sobre los sistemas naturales circundantes. Al ponderar estas alternativas, deben considerarse las siguientes pautas:

- 1) En el proceso mismo de selección del sitio, entre varias alternativas, el sitio escogido debe ser aquél que contenga el menor número de habitat sensibles, valiosos, o recursos vivos. En aquellos casos donde no se puede obtener información confiable sobre los recursos vivos locales, será

necesario involucrar un experto que realice los estudios. Las plantas que producen descargas con un nivel de contaminación irremediablemente alto, no deberían ser ubicadas en la costa.

- 2) La industria costera pesada, debería concentrarse en áreas particulares en vez de estar repartida por toda la costa. En esta forma, se necesita una porción más pequeña de la costa para causar disturbio en ella; asimismo, una acción cooperativa entre las industrias y el gobierno puede resolver los problemas de la contaminación del agua. Esta solución requiere combinaciones efectivas de uso de las tierras y planificación económica.
- 3) El plan de ubicación del sitio para una planta industrial, debería suministrar una franja amplia de tierra que sirva como un instrumento regulador a lo largo de la línea costera, excepto donde el acceso al agua requiera muelles y carreteras.
- 4) En la fase de diseño, antes de la construcción, debe prestarse suficiente atención a los patrones naturales del flujo del agua de la superficie y de la inundación de las mareas. El diseño debería incluir estipulaciones para reducir al mínimo los disturbios a estos flujos. El agua de las tormentas debería ser recolectada, asentada y tratada.

- 5) Las industrias que producen grandes cantidades de desechos deberían conocer la variedad de formas a bajo costo, pero efectivas, disponibles para controlar la contaminación cerca de las costas. Una técnica usada comúnmente, requiere la retención de desechos líquidos en lagunas artificiales para que se asienten, se precipiten y/o se oxiden. Algunos procesos avanzados de tratamiento de desechos, no obstante más costosos, pero más efectivos, permiten la recuperación económicamente efectiva del agua de proceso, o de componentes químicos usados en los procesos industriales específicos.
- 6) La producción de agua caliente por parte de algunas industrias, es inevitable, pero su destino final puede ser manipulado para reducir los impactos ambientales y/o para propiciar una ganancia económica. Por ejemplo, los canales, o los estanques de retención para que se lleve a cabo el enfriamiento de las aguas antes de liberarlas, pueden ser creados a costos más bajos que las torres industriales de enfriamiento. En algunas situaciones, puede que sea posible utilizar el calor en otros procesos industriales que requieran agua de proceso marginalmente caliente. En regiones templadas, el agua que ha sido calentada puede ser usada en operaciones de acuicultura, para extender las estaciones de crecimiento durante los periodos de invierno.

- 7) Las industrias con tendencias a tener derrames accidentales de materiales tóxicos, incluyendo el petróleo, deberían tener planes realistas de contingencia, equipos de supresión de contaminantes y personal entrenado en operaciones de contención y limpieza.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Clark, J.R. (Editor), 1977. Coastal ecosystems management (section on Heavy Industry). John Wiley and Sons, New York. pp. 389-397.
2. Hann, R.W., 1969. Management of industrial waste discharges in complex estuarine systems. Estuarine Systems Projects, Technical Rept. No. 1, Environmental Engineering Dept., Texas A & M University, College Station, Texas.

Véase también: Carreteras, Ferrovías, y Puentes (p. 206); Desarrollo del Recurso Acuático (p.243); Eliminación de Desechos y Control de Enfermedades (p.226); Generación de Energía Costera (p.187).

MINERIA COSTERA Y MARINA

Introducción

El ambiente marino costero y cercano a la costa es fuente de una variedad de minerales de origen geológico y biológico, que han sido extraídos y utilizados por el hombre durante siglos. Entre los minerales más comunes figuran los materiales y agregados de construcción (roca, coral, conchas y arena), cal (derivada del coral, margas o arenas calcáreas), materiales de relleno (arena y agregados), componentes para fertilizantes (cal y fosfatos), bauxita (minerales de los cuales se extrae y refina el aluminio), joyas (conchas y corales semipreciosos, y placeres de metales (p.ej., estaño, cromo, manganeso, y titanio). Otros minerales marinos de gran importancia son el petróleo y el gas. En general, los minerales marinos utilizados en la construcción son usados localmente, mientras que aquellos productos que tienen un mercado internacional, tales como las joyas y los metales industriales, son ampliamente exportados en una forma u otra. En general, parece haber una demanda creciente alrededor del mundo de materiales de construcción, y por los minerales marinos de importancia económica. Sin embargo, el minado o extracción de estos minerales tiende a ser espontáneo, carente de manejo, y perjudicial para el ambiente del cual se extraen los minerales. Aunque el daño y el impacto ambiental pueden no ser visibles para el observador casual fuera del agua, dichos impactos pueden ser graves y duraderos.

Métodos

Hablando en términos volumétricos o cuantitativos, los minerales de construcción son los más frecuentemente buscados y utilizados entre todos los minerales marinos.¹ Esta categoría incluye: (1) rocas, grava, arena, agregado, y conchas, que se usan, por ejemplo, en la preparación de cimientos de carreteras y edificios y en la composición del hormigón para la construcción; (2) piedra caliza, derivada de depósitos coralinos y carbonatados, que se usa, por ejemplo, como cal industrial, en la manufactura del acero, y como el ingrediente básico en el cemento; y, (3) relleno crudo, el cual es usado para una variedad de propósitos, generalmente asociados con el desarrollo o con sitios de construcción. Debido al gran volumen de material requerido para dichos propósitos, las fuentes preferidas están localizadas cerca a la costa, en aguas relativamente someras y cerca del punto de uso. Estos materiales son típicamente minados por medio del uso de dragas mecánicas o hidráulicas, aunque en el caso de la explotación de los arrecifes de coral, el arrecife puede ser dinamitado antes de la extracción de los fragmentos (p.ej. Sri Lanka). Cada tipo de draga (Figura 47), ofrece diferentes ventajas y desventajas, relativas tanto a la economía de la operación, como al impacto ambiental subsecuente. Cuando el material requerido (p.ej. arena o conchas) se encuentra presente en la costa, los materiales son removidos de las playas y las dunas por medio de uso de excavadoras, rozadoras y cargadores.

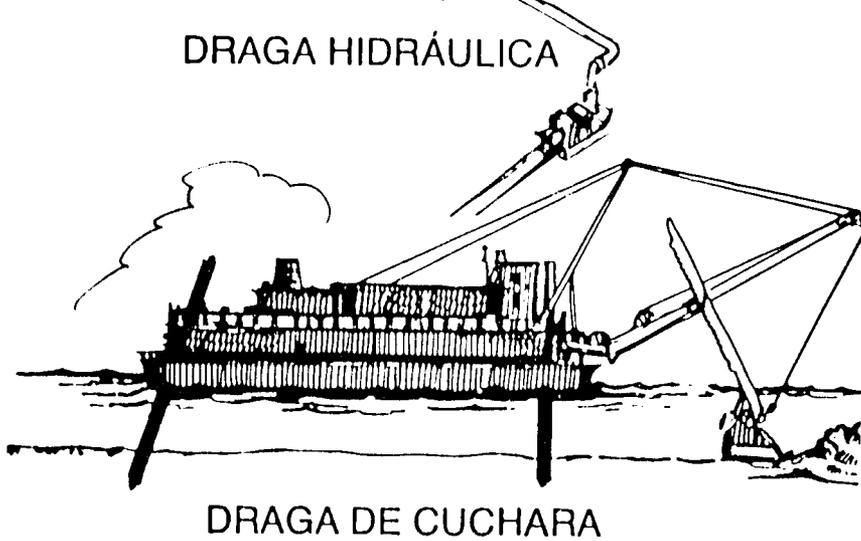
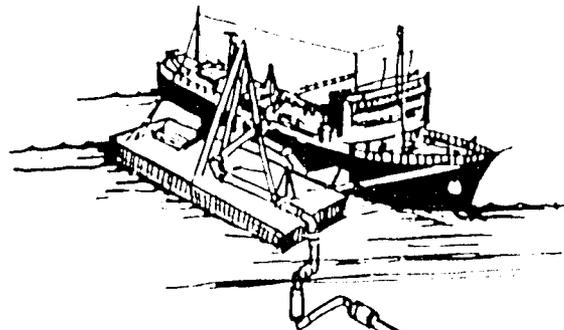


Figura 47. Diversos métodos para el minado costero y marino. (Fuente: Ref. 1.)

El minado de placeres o arenales auríferos de las costas, utiliza técnicas de dragado similares a aquellas usadas para la extracción de los agregados de construcción, para sacar la sobrecarga como para extraer los minerales. La diferencia más grande, es que aquellos minerales de interés, son separados mecánica o químicamente de la matriz, la cual se convierte en restos de desecho que requieren ser eliminados, generalmente sobre la costa o tierra adentro (p.ej. el minado de estaño en Malasia y Tailandia). También, cuando se usan procesos de separación química, los desechos líquidos que resultan del proceso, presentan un problema de contaminación significativo.

Corales semipreciosos, tales como el coral negro y el rosado, crecen a grandes profundidades, que pueden llegar a varios cientos de metros. Como resultado, la cosecha es difícil. Los métodos comunes incluyen el buceo, y el arrastre. Un buceador puede ser selectivo al escoger los corales maduros, pero debido a las limitaciones de tiempo bajo el agua, el buceador está incapacitado para cubrir un área extensa en busca de corales; las cámaras sumergibles pueden ayudar a solucionar este problema, pero en general, son costosas de operar. El arrastre o rastreo a profundidad no es selectivo, y por lo tanto se toman tanto los corales maduros como los inmaduros, y al mismo tiempo, especies marinas que no se intentaba atrapar; sin embargo, es un método eficiente en atravesar y cosechar un área bastante grande bajo agua. Desafortunadamente las prácticas actuales tal vez están removiendo más individuos maduros de los que la población puede regenerar antes de la próxima cosecha. El problema se complica

aún más cuando los arrecifes coralinos son extraídos por completo, debido a que se necesitan tal vez cientos de años para que el sistema del arrecife se recobre.

Problemas

Los problemas más graves asociados con el dragado mecánico, son la turbidez que resulta de los disturbios causados sobre los sedimentos del fondo y el goteo del agua cargada con sedimentos de limo que se cuela por las cubetas antes de botarlas (Figura 48). En contraste, la dragas hidráulicas tienden a crear menos turbidez en el sitio donde se realiza el dragado, aunque el agua de drenaje derivada de los tanques o estanques de asentamiento y contención, puede crear problemas de turbidez, tanto en el sitio, si se utiliza un gran lanchón para transporte, como en sitios de descarga a considerable distancia. El exceso de turbidez tiene un efecto particularmente perjudicial sobre los organismos filtradores, tales como ostras, ostiones y corales. La sombra creada por la carga de limo en la columna de agua, afecta también los productores primarios de plantas, el fitoplancton, y las plantas dotadas de raíces, al reducir los niveles de luz necesarios para que pueden realizar la máxima fotosíntesis.

Los hoyos excavados o depresiones que permanecen después de haber dragado, son un problema como resultado del relleno con sedimentos blandos, que con el correr del tiempo, se convierten en una fuente de turbiedad debido a la resuspensión crónica de sedimentos causada, por ejemplo, por tormentas (Figura 49).³ La naturaleza blanda de los sedimentos, también impide el

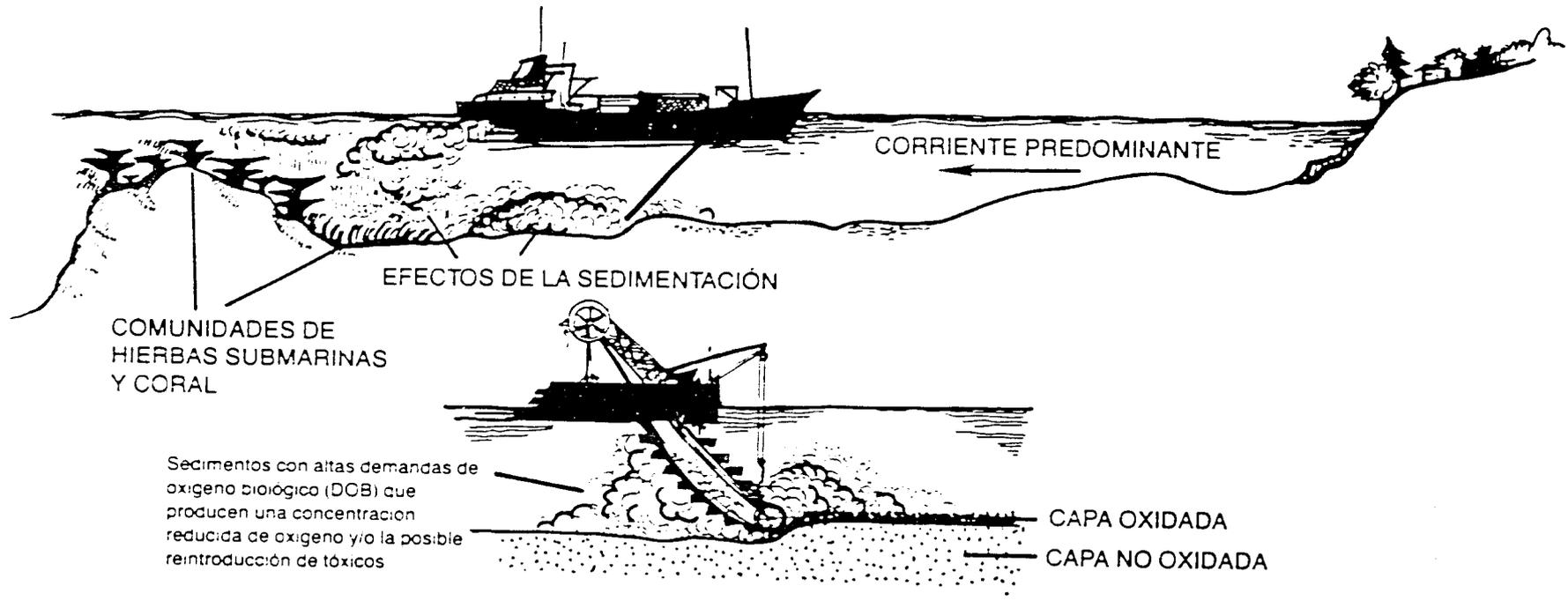


Figura 48. Efectos ambientales asociados con el minado de las arenas marinas.

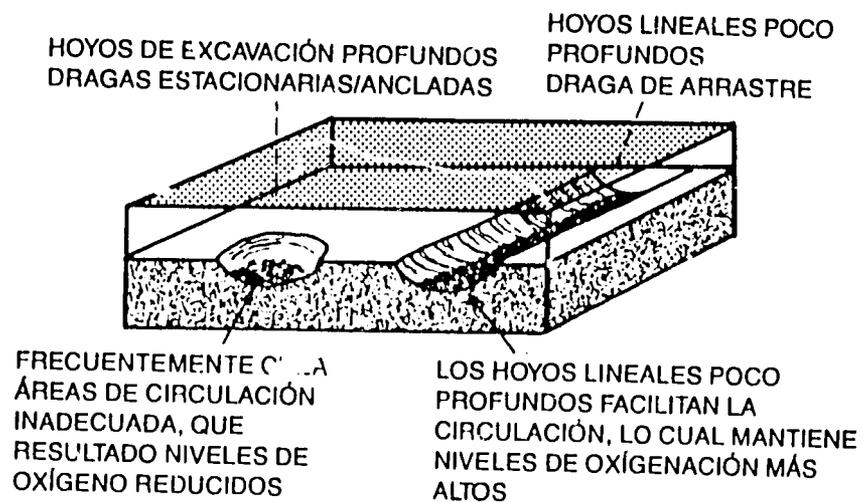


Figura 49. Patrones de la alteración física de la configuración del fondo submarino debida al dragado hidráulico.
(Fuente: Ref. 4.)

restablecimiento de hierbas submarinas, algas marinas, corales y su fauna asociada. Debido a que las paredes de un hoyo profundo eventualmente se derrumban, cualquier estructura cercana, tal como el arrecife coralino, puede llegar a romperse y caer dentro del hueco o depresión.

La sobreexplotación de los recursos minerales renovables crea ciertos problemas específicos, los cuales originen la exclusión de opciones futuras de aprovechamiento de los recursos. Por ejemplo, la sobreexplotación de depósitos de arena en una célula de transporte de arena (véase los casos de estudio de Erosión de las Playas y Minado Marino) puede conducir a una severa erosión en las áreas corriente abajo que son normalmente alimentadas por los depósitos de arenas extraídos.

Pautas

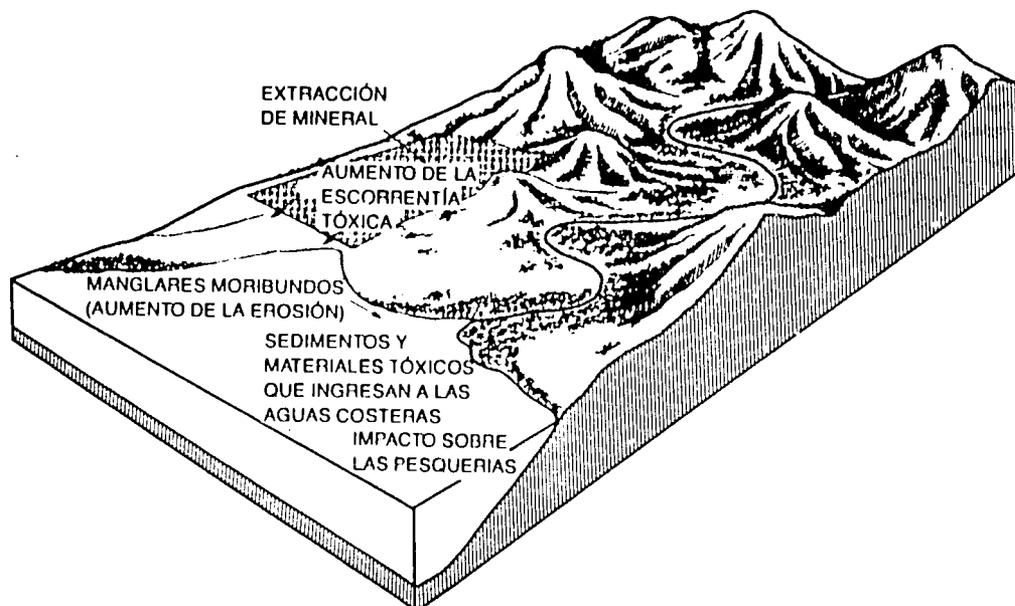
Con la excepción de yacimientos de placer minerales que tienen un origen geológico, la mayoría de los minerales marinos son, de hecho, recursos renovables, aunque difieran significativamente en sus ritmos de recuperación y regeneración. Por ejemplo, la mayoría de los depósitos de arena están ganando y perdiendo constantemente material debido a las corrientes del litoral. Los corales semi-preciosos crecen muy lentamente, pero de hecho, son capaces de regenerarse. Basándose en el hecho de que estos recursos son renovables dentro de determinado período de tiempo, es necesario que los niveles de extracción y cosecha sean establecidos para lograr el máximo rendimiento sostenido del mineral de interés. Al establecer normas basadas en planes de

rendimiento máximo sostenido, se previene la sobreexplotación y se perpetúa la disponibilidad de la base del recurso (Figura 50). Las siguientes pautas han sido extraídas del resumen de DuBois y Towle:⁴

- 1) El minado de los corales vivos debería estar restringido, y en algunos casos, prohibido. Los corales son organismos de crecimiento lento; y puesto que todavía no se han descubierto estrategias de manejo efectivas, los corales vivos no parecen ser capaces de soportar las presiones extractivas. Su importancia como sistema marino productivo, sitio de pesca, atracción recreativa y rompeolas natural fuera de la costa, parece sobrepasar en mucho su explotación directa para materiales de construcción y agregados. Algunas alternativas para que el arrecife coralino satisfaga tales necesidades serían las áreas de cascajos y escombros detrás de la cresta arrecifal. Sin embargo, también se aconseja tener cuidado de no llevar a cabo un minado intenso, puesto que esta zona también sirve como una barrera de energía.

- 2) El minado de las playas de arena, en general, debería evitarse. Cuando la escasez de recursos alternativos obliga al minado de playas y dunas, la extracción debería ser cuidadosamente regulada, utilizando métodos de manejo tales como la rotación periódica de sitios, obligatoriedad de obtener licencias y determinación de cuotas de cantidad según se necesite. Los sitios preferidos incluyen las

A



B

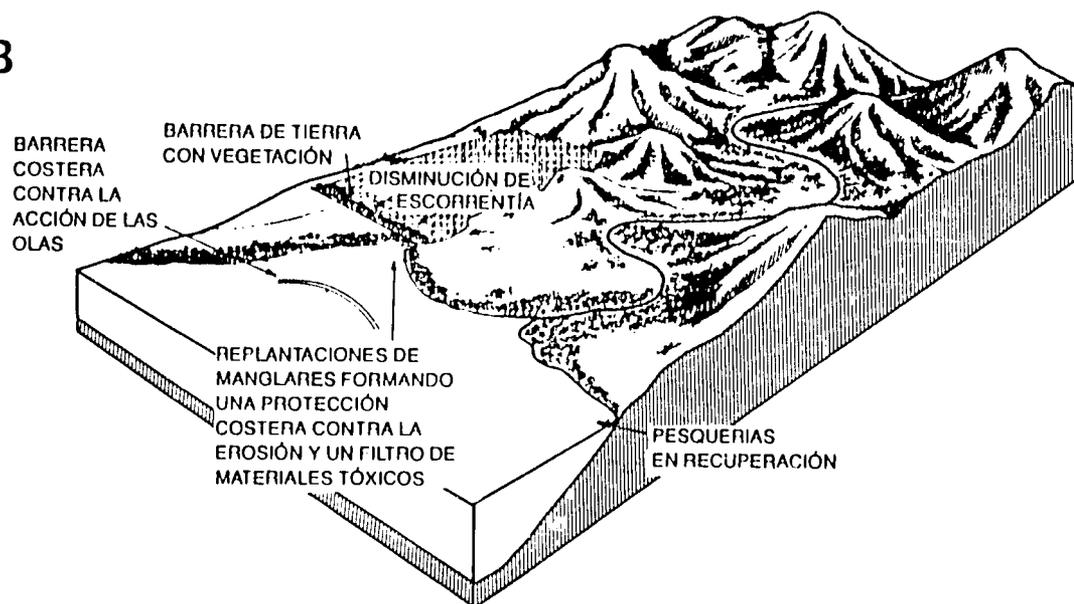


Figura 50. Comparación entre (A) minado costero descontrolado y (B) minado hecho de acuerdo con un plan integrado de manejo de recursos.

playas en crecimiento, u otras áreas de reserva estables, que sean conocidas por ser el término de células de circulación de arena

- 3) El minado submarino debería llevarse a cabo en sitios que contengan agua suficientemente profunda y se encuentren a una distancia prudente de la costa, para prevenir impactos costeros. El agua debe estar lo suficientemente expuesta o abierta a las corrientes, como para acelerar la nivelación de los sitios de dragado, por medio de movimientos naturales de los sedimentos del fondo, después de la conclusión de las operaciones. Las actividades deberían ser adaptadas a las condiciones existentes, de manera que la extensión y dirección del transporte de sedimentos sean limitados, reduciendo así el riesgo para aquellos sistemas biológicamente sensibles. Los depósitos de arena preferidos son las reservas estables situadas al final de los patrones submarinos de circulación de arenas, tales como aquellos cercanos a las cabezas de los cañones submarinos, donde se sabe que la arena está a la deriva más profundamente, y no forma parte de la porción de arena local en circulación.
- 4) Todas las actividades costeras de minado marino necesitan ser precedidas por el desarrollo de un plan comprensivo de manejo. Las actividades de minado deben planearse dentro del contexto del ambiente general, un ambiente caracterizado por componentes geofísicos, químicos y biológicos

interconectados por medio de muchas vías y procesos. Si no se tienen en cuenta estas interconexiones, y usos humanos, podría dar como resultado consecuencias económicas y ambientales negativas.

- 5) Las actividades de minado deberían estar precedidas por un inventario de las existencias de arena. Dichos elementos deberían incluir:
 - a. Identificación de las "reservas" actuales de arena.
 - b. Caracterización de los depósitos (profundidad, tamaño y proporciones de los sedimentos y extensión de cobertura).
 - c. Caracterización del ambiente local de cada sitio de manera que incluya la identificación de las fuentes y yacimientos existentes de los depósitos particulares de arena, procesos relevantes que enlacen los dos (régimen actual y unidades de transporte de arenas), comunidades marinas que se puedan ver potencialmente afectadas por las actividades de minado, y potencial de reintroducción de sustancias tóxicas.
 - d. Evaluaciones económicas y ambientales de alternativas de explotación de fuentes costeras y marinas (p.ej., piedra pómez y granito).

- 6) La selección del sitio debería basarse en el análisis de información generada y en los datos económicos relevantes. La selección final debería considerar asuntos tales como la

productividad biológica, usos alternativos presentes y futuros, la "esfera de influencia" asociada con las actividades de minado y la dirección y velocidad actual de las corrientes.

- 7) Una vez que se haya completado la selección del sitio, las actividades de minado deberían ser precedidas por un estudio de base de la zona. Las características físico-químicas de un sitio y el nivel de tolerancia de las principales comunidades bióticas a la calidad del ambiente son datos necesarios, si se desea que las actividades de control sean efectivas.

- 8) Debe desarrollarse un programa de control que se adhiera a normas predeterminadas de calidad ambiental. La selección de parámetros de control debería estar basada en los siguientes criterios: qué factores ambientales son más susceptibles de afectarse por las actividades de minado; cuáles son las escalas de tolerancia a los disturbios ambientales en las comunidades bióticas potencialmente afectadas. Una vez que los parámetros hayan sido identificados, deben establecerse normas usando la base de datos y otra información preexistente. Si las normas son excedidas durante las operaciones, esto demandará la modificación o cese temporal de actividades. Se debe completar una evaluación de las opciones disponibles de extracción y control debería ser completada para determinar

el sistema más apropiado de acuerdo a las condiciones de sitio. Si es posible, las operaciones definitivas de minado deberían ser precedidas por un fase piloto de minado, para evaluar mejor la viabilidad del proyecto.

- 9) Una evaluación ambiental más (si se justifica), debería ser completada después del cese final de las operaciones de minado. Se requieren evaluaciones de seguimiento para medir el grado de recuperación del sitio después de que las operaciones cesen. Dichas evaluaciones también representan medios para llenar vacíos de datos críticos en el conocimiento de las actividades de minado en las aguas tropicales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cronan, D.S., 1980. Underwater minerals. Academic Press, London, 362 pp.
2. Rees, C.P., 1980. Environmental impact of dredging operations. En: (Editors) Third intl. symp. on dredging technology. Bordeaux, Francia, pp. 373-381.
3. VanEepael, R.P., Grigg, D.I., Brady, R.W., y Raymond, W., 1971. Water quality and sediments of Lindbergh Bay, St. Thomas. Caribbean Research Institute Water Poll. Rept. No. 11. Caribbean Research Institute Co. of the Virgin Islands, St. Thomas, 6 pp.
4. DuBois, R. and Towle, E.W., 1984. Coral and sand mining. Case study No. 6. U.S. Agency for International Development and U.S. National Park Service, Washington, D.C.

Véase también: Sistemas de Playas (p.54); Protección de la Orilla (p. 214).

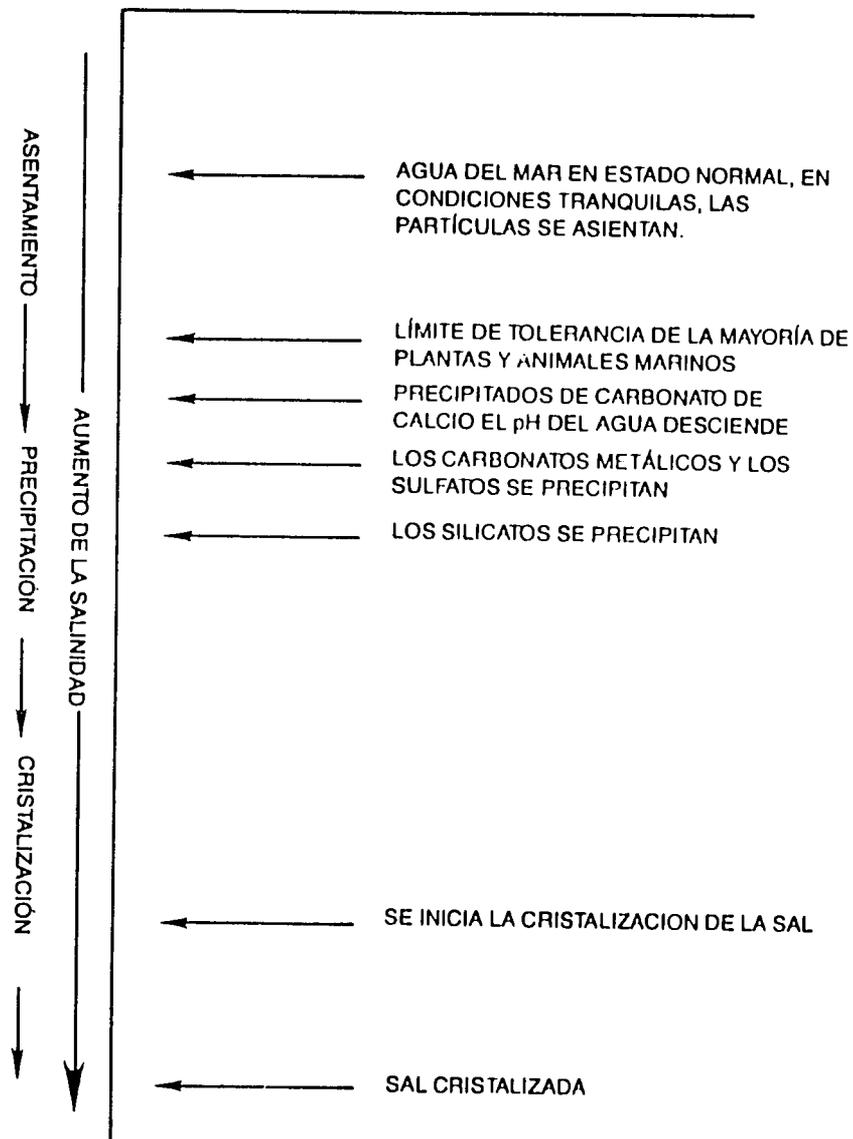
MANUFACTURA DE SAL

Introducción

La sal, (cloruro de sodio) es un componente necesario dentro de la dieta humana, y tiene otra variedad de aplicaciones, que incluyen su uso como preservativo (de carne roja y pescado), y como un suplemento en la alimentación de animales domésticos. Aunque la sal puede ser producida a un costo relativamente bajo extrayéndola de las minas de roca de sal, la mayoría de la sal en el mundo es producida por medio de la evaporación del agua marina en estanques de evaporación solar en la zona costera. Con este fin, se requieren grandes estanques interconectados, que estén cerca a una fuente de agua marina, lo cual, en muchos casos, requiere la conversión de grandes áreas de bosques de manglar. En Tailandia, por ejemplo, se han convertido más de 10,000 hectáreas de bosques de manglar en estanques de evaporación que anualmente producen cerca de 410,000 toneladas de sal. En general, la producción de sal, es más eficiente en regiones áridas y semiáridas donde la precipitación anual es menor que 1,000 mm al año, con una estación seca de 8 meses, y donde la salinidad del agua marina local es alta (hipersalina). En la árida zona del Golfo de Kutch, por ejemplo, existen unas 15,000 hectáreas de estanques que utilizan agua marina con una salinidad cercana a las 40 partes por mil (la salinidad corriente del agua marina es 34). Con la excepción de algunas grandes empresas, (p.ej., en la Islas Bahamas y en Australia), los rendimientos derivados de la mayoría de las obras de extracción de sal son

relativamente bajos y podrían ser incrementados significativamente. Lo anterior conduciría a una mayor ganancia sin los costosos requisitos asociados con las grandes conversiones a estanques.

Contrariamente a la opinión popular, la obtención de sal no consiste en simplemente evaporar un volumen de agua marina, haciendo que deje la sal como residuo. Adicionalmente al cloruro de sodio, el agua marina normalmente contiene una mezcla de sedimentos, materia orgánica y otras sales que deben ser removidas. En general, la sal pura es extraída del agua de mar en una secuencia básica de tres pasos: asentamiento, precipitación y cristalización (Figura 51). En el primer paso, los sedimentos y otras partículas grandes son removidas a través de una etapa de asentamiento durante la evaporación inicial. Una vez que se hayan asentado, la sal muera relativamente pura pasa a través de un período de evaporación más largo, durante el cual, otros constituyentes del agua marina, tales como los carbonatos, son removidos del agua a través de la precipitación. En el paso final, la continua evaporación produce en la cristalización de la sal, que, después de secarse, se convierte en sal pura. En la práctica estos pasos pueden estar parcialmente combinados, u otros pasos pueden estar incluidos para incrementar la eficiencia de la producción y el rendimiento de la sal.



Precipitados de la manufactura de la sal

Figura 51. Proceso de precipitación en la manufactura de la sal.

Métodos

La producción de sal tradicional, o a pequeña escala, incluye los mismos pasos de procedimiento, aunque significativamente modificados. Por ejemplo, en partes de Africa Occidental (p.ej., Benin), la sal es extraída de sedimentos de manglar altamente salinos. Al principio de la estación seca, se desmontan varias hectáreas de bosque de manglar y se saca la rica capa arable orgánica del suelo. La capa del suelo más profunda y salina es volteada y se deja secar, lo cual produce que las concentraciones de sal sean colocadas cerca de la superficie. Los sedimentos enriquecidos son reunidos y lixiviados en agua, generalmente extraída de la capa freática. Debido a las condiciones climáticas húmedas, la salmuera resultante debe ser hervida al fuego para que se cristalice, usando madera del manglar como combustible. Antes de la introducción de ollas de metal, las ollas de hervir eran construidas al las raíces de apoyo de manglar, que se impermeabilizaban con una capa interna de arcilla. Estas ollas de raíces de manglar y arcilla aún son usadas en algunas áreas.

La producción de sal a escala comercial usa grandes estanques interconectados para el asentamiento, precipitación y cristalización final de la sal en secuencia, a través de la radiación solar. Las operaciones un poco más eficientes también utilizan microorganismos marinos para drenar el agua e incrementar la captura del calor solar y consecuentemente incrementar la tasa de evaporación. Para controlar los florecimientos de fitoplancton y remover otras formas de materia

orgánica del agua, se utilizan comúnmente pequeños camarones de salmuera.¹ Por supuesto, se requiere una gran habilidad para promover el crecimiento de grandes poblaciones de estos descomponedores tan beneficiosos.² En algunas áreas, tales como la India, el proceso ha sido modificado de manera que se produzcan otras sales y minerales simultáneamente con la sal. Entre los productos secundarios o subproductos se encuentran el azufre, el calcio, el iodo, el carbonato de magnesio, los silicatos e hidróxidos (usados en las industrias farmacéuticas y de caucho), el cloruro de potasio (usado como una fuente para fertilizantes de potasio), y una variedad de compuestos de bromo (usados en tinturas, químicos farmacéuticos y fotográficos).

Se emplean variaciones de uso múltiple durante la producción de sal en los estanques de evaporación, los cuales, en su totalidad tienden a incrementar la factibilidad económica de la operación entera. La primera categoría incluye la producción de subproductos químicos, la cosecha y utilización de los camarones de salmuera y otros organismos que son criados en los estanques. Los camarones de salmuera tienen un valor comercial como un alimento para peces y para humanos. En Australia se cultiva una alga en estanques con el objetivo de extraer el caroteno, un pigmento y vitamina. La segunda categoría incluye los usos alternados del sistema de estanques. Por ejemplo, en Bangladesh suroriental, los estanques de evaporación son usados como un criadero de camarones durante los años lluviosos, y como estanques para la producción de sal durante los años secos. En algunas áreas estacionalmente lluviosas, como Tailandia, las

Filipinas e Indonesia, lo usos de los estanques son alternados estacionalmente para la producción de sal y para la producción de peces y camarones.

Problemas

El problema más significativo asociado con la producción de sal, es la conversión irreversible de los habitat costeros, principalmente los ambientes dominados por los manglares, a sistemas de estanques.^{3,4} Afortunadamente la producción de sal es superior en ambientes áridos, donde los bosques costeros no son comunes, y, es una empresa marginal en los climas más húmedos, que también favorecen el desarrollo del bosque de manglar. En otras partes, no se impulsa a los dueños y operadores de estanques de sal son disuadidos de desarrollar subproductos de valor comercial, o evaluar usos alternativos donde sea factible. En términos de localización de estanques, muy pocas veces se da especial consideración a las funciones y valores naturales del sistema ecológico de apoyo, de manera que las conversiones tienen un impacto indebidamente grande. (Ver las subsecciones "Ecosistemas de Manglar" y "Cosecha del Bosque de Manglar"). Se espera que la demanda mundial aumente, y en respuesta a esta demanda, nuevas obras de extracción de sal están siendo planeadas en varios países (p.ej., Venezuela).

Pautas

La manufactura de sal representa un uso significativo de las tierras costeras en muchos países tropicales y neo-tropicales

alrededor del mundo. Con un conocimiento creciente de usos alternativos compatibles de estas áreas, los estanques de sal pueden ser convertidos en empresas de mucho éxito. Sin embargo, la posibilidad de causar la pérdida de hábitat altamente productivos como consecuencia de una planificación deficiente de localización y un mal manejo sobre el diseño, justifica la necesidad de seguir las siguientes pautas:

- 1) La creación de nuevos estanques para la producción de sal, y la expansión de los estanques existentes, debería ser planeada para reducir al mínimo el impacto en general sobre los hábitat costeros, principalmente debidos a la alteración de los patrones de flujo del agua de superficie. Los estanques y el litoral deben estar separados por franjas de vegetación natural que actúen como amortiguadores o reguladores. También puede promoverse la estabilización de los diques de los estanques para disminuir los costos de mantenimiento, por medio de la plantación de manglares alrededor del perímetro.

- 2) Cuando los estanques son abandonados, los diques deberían ser rotos para permitir la recuperación eventual del área. Sin el flujo y reflujo de las mareas y el agua de lluvia, la pérdida de los estanques abandonados es irreversible. También podrían evaluarse nuevos usos alternativos de los estanques abandonados, por ejemplo, como estanques de peces.

- 3) Deben desarrollarse planes nacionales y reglamentaciones para promover una localización de sitios apropiada y técnicas de producción eficientes. Dichas regulaciones no solamente reducirían al mínimo los impactos debidos a la operación de los estanques, sino también reduciría el riesgo económico. Los operadores de estanques deberían estar conscientes también de las oportunidades económicas existentes en producir subproductos químicos y/o alternativas para uso múltiple de los sistemas de estanques.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hamilton, L.S. y Sneadaker, S.C. 1984. Mangrove area management handbook. Environment and Policy Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii. 123 pp.
2. Sorgeloos, P. (En prensa). Brine shrimp artemia in coastal saltworks; key to optimal salt production outputs and source for vertically integrated aquaculture. En: John Costlow (Editor), Proc. intl. symp. on utilization of coastal ecosystems: Planning, pollution, and productivity. Rio Grande do Sul, Brazil, 22-27 November 1982.
3. Paradis, G., 1980. A special case of denuded areas in the mangrove swamps of West Africa: those due to salt extraction. Un cas particulier de zones dénudées dans les mangroves d'Afrique de l'Ouest: celles dues a l'extraction de sel (Benin). Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. (Paris) 4eme serie, T., 2(3):227-261.
4. Paradis, G. y Adjanohoun, E., 1974. The impact of salt manufacture on the mangrove vegetation and geomorphology in lower Dahomey. L'impact de la fabrication du sel sur la végétation de mangrove et la géomorphologie dans le Bas-Dahomey. Ann. Univ. Abidjan, 7:599-612.

Véase también: Ecosistemas de Manglares (p.33); Acuicultura Costera (p.124).