

LA CONTAMINACION EN LOS SISTEMAS LAGUNAR-ESTUARINOS DE LAS COSTAS MEXICANAS

José Luis Carbajal P.
Deneb Chavira M.*

15 - ENERO - 85 44



Resumen

El litoral mexicano se extiende a lo largo de 10 000 km en su zona costera y está cubierto en un 30 a 35% de lagunas costeras y estuarios, en las costas del Pacífico, el Golfo de México y el Caribe.

Estos ecosistemas son críticos y claves en el desarrollo socioeconómico del país por: a) su gran diversidad de ambientes ecológicos o hábitats; b) las interacciones dinámicas entre los sistemas lagunares y de estuarios con la plataforma continental; c) su abundancia en los recursos pesqueros; d) la probabilidad de establecer áreas de protección o santuarios de fauna y flora, y e) el gran desarrollo industrial y urbano de esas regiones.

El acelerado desarrollo socioeconómico del país ha traído como consecuencia un deterioro en gran parte de los ecosistemas lagunares y estuarinos, debido a que no hay una planeación adecuada y a la falta de un conocimiento más amplio de estos sistemas.

Las principales fuentes de contaminación en las costas de México son: a) desechos del petróleo y petroquímica, b) desechos indus-

* Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Subsecretaría de Ecología SEDUE, Río Elba núm. 20, Col. Cuauhtémoc. CP. 06500 México, D.F.

triales, c) desechos domésticos, d) desechos agrícolas (pesticidas y organoclorados), y e) por las aguas de enfriamiento.

Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México y la Costa Sureste del país son en general las áreas con mayores problemas de contaminación, principalmente por la actividad petrolera, industrial y urbana. Por el contrario, en la Península de Baja California aún no se presentan en esos ecosistemas niveles críticos de contaminación.

Introducción

Los sistemas lagunares estuarinos, ecológicamente se caracterizan como un ecótono costero, conectado con el mar de una manera permanente o efímera.

Son cuerpos de agua someros, semicerrados, de volúmenes variables de acuerdo al clima local y a las condiciones hidrológicas. La temperatura y la salinidad son variables; predominan los fondos lodosos, alta turbidez y la topografía es irregular.

La flora y fauna tienen un alto nivel de adaptación evolutiva para las condiciones de *stress* que son típicas en estos sistemas y están representadas por organismos marinos, de agua dulce, de origen terrestre y autóctonos (W.J. Day y A. Yáñez-Arancibia, 1982). Son sistemas de alta complejidad por la dinámica de sus ciclos biogeoquímicos y sus intrincadas tramas tróficas (fig. 1).

La diferencia básica entre las lagunas costeras y los estuarios es debida a sus características geomorfológicas. Pritchard (1967) define al ESTUARIO "como una extensión de agua costera semicerrada, que tiene una comunicación libre con el mar, resultando de esa manera afectada por la actividad de la marea; además, en él se mezcla el agua de mar con el agua dulce proveniente del drenaje terrestre, de manera considerable". Lankford (1977) considera a las LAGUNAS COSTERAS "como una depresión marginal de la zona costera por debajo del nivel medio de las mareas más altas, teniendo una comunicación con el mar perma-

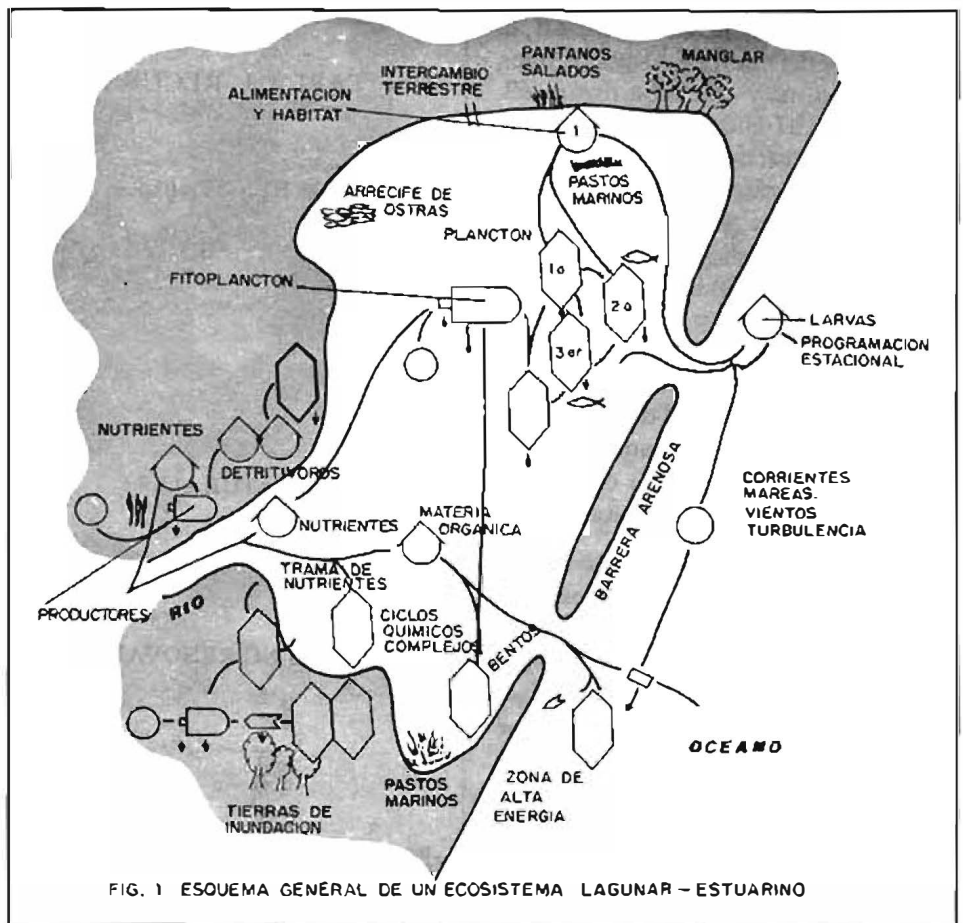


FIG. 1 ESQUEMA GENERAL DE UN ECOSISTEMA LAGUNAR - ESTUARINO

nente o efímera, pero protegida del mar por algún tipo de barrera".

México posee entre el 30 y 35% de los 10 000 km de litoral de estuarios y lagunas costeras, de los cuales 16 000 km² son de superficie estuárica y aproximadamente 12 500 km² de lagunas costeras, comprendidas en lo que corresponde al Golfo de México, Océano Pacífico, Golfo de California y Mar Caribe (F. Phleger, 1969; F. Cárdenas, 1969).

El gran número de sistemas lagunar-estuarinos que existen en el país está siendo afectado por la contaminación, que abarca en la actualidad grandes extensiones y que aumenta correlativamente con el "desarrollo" industrial y urbano del país. Este desarrollo crece aceleradamente aun antes de conocer y explotar adecuadamente los recursos potenciales de estos ecosistemas. Las diferentes actividades humanas generan una serie de desechos que ocasionan cambios en las condiciones naturales de estos sistemas acuáticos, el grado de la alteración depende de

la cantidad del contaminante, de sus propiedades físicas y químicas, así como de las condiciones hidrológicas y biológicas del cuerpo receptor (Fløen, 1969; Botello, 1980). Esta alteración también depende del efecto sinérgico y/o la inhibición de éste durante la combinación de los contaminantes, la distancia del vertimiento y los diferentes sitios del sistema lagunar-estuarino, así como las condiciones de dilución o el tiempo de retención.

Este trabajo pretende presentar un panorama general de la contaminación en los sistemas lagunares y estuarinos de la República Mexicana y la respuesta de estos ecosistemas a la contaminación en términos de flujo energético, así como dar alternativas en su desarrollo para su óptima explotación y aprovechamiento.

Importancia de los sistemas lagunar-estuarinos

Estos sistemas son sitios que tienen una gran variedad de usos y sirven para diversas actividades humanas

relacionadas con la alimentación, la obtención de energía, el transporte, la recreación y el urbanismo (P. Lasserre, 1979). Por lo que son ecosistemas críticos y claves en el desarrollo socioeconómico del país debido a: a) su gran diversidad de ambientes ecológicos y hábitats; b) la interacción dinámica entre los sistemas lagunares y estuarinos con la plataforma continental; c) la abundancia de los recursos pesqueros; d) la probabilidad de establecer áreas de protección o santuarios de fauna y flora, y e) el gran desarrollo industrial y urbano de estas regiones. (Tabla I)

Gran parte de las capturas provienen de estos ecosistemas (fundamentalmente pesquerías de ostiones, camarones y peces); la principal producción de petróleo se extrae de la zona costera. En ciertas áreas los arrecifes de ostión, las playas de arena y los agregados de conchilla proveen de materiales para la construcción, además de extraerse diversos minerales y sal común. Desde luego, la zona costera es un importante centro turístico y de recreación, de instalaciones de industrias y depósito de desechos, además de ser apta para la expansión urbana (dos tercios de la población mundial vive cerca de la costa). De las diez metrópolis más grandes del mundo, siete bordean áreas estuarinas; Nueva York, Tokio, Londres, Shanghai, Buenos Aires, Osaka y Los Angeles. Se trata de áreas idóneas para la reproducción, crianza y alimentación de diferentes moluscos, peces, crustáceos marinos y aves migratorias; en general muchos organismos pasan en ellas casi toda su vida. También algunos sitios son santuarios para animales en peligro de extinción como los manatíes, los cocodrilos y las aves raras (W.I. Day Jr. y A. Yáñez-Arancibia, 1982, A, Yáñez-Arancibia, 1982).

Numerosos estuarios y lagunas costeras son importantes puertos y se utilizan para la navegación debido a su conexión con zonas industriales. En ocasiones el agua de estos sistemas se utiliza para enfriar los generadores de plantas nucleares y ter-

TABLA 1. RECURSOS Y USOS DE LA ZONA COSTERA*

RECURSOS RENOVABLES:	Recursos bióticos de la pesca de moluscos, crustáceos y peces. Guaymas, Sonora; Mazatlán, Sinaloa; Ensenada, Baja California; Salina Cruz, Oaxaca; Tampico, Tamaulipas; Alvarado, Veracruz; Cd. del Carmen y Campeche, Campeche; Progreso, Yucatán; Isla Mujeres, Quintana Roo.
PARQUES NATURALES:	Laguna Xoltla, Quintana Roo; Arrecife La Olarquilla, Veracruz; Laguna de Términos, Campeche (zona de reserva).
RECURSOS NO RENOVABLES:	Sal en distintas salinas naturales de Baja California y otros estados; petróleo en la Sonda de Campeche, Tabasco y Campeche; y arena en Laguna Madre, Tamaulipas.
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA:	Energía nuclear en Laguna Verde, Veracruz; hidrocarburos en la Sonda de Campeche; acero y electricidad en Lázaro Cárdenas, Michoacán y Guerrero.
URBANIZACIÓN:	Bahía de Acapulco; lugares costeros de Guerrero; Laguna de Cancún, Quintana Roo.
INDUSTRIALIZACIÓN:	Lázaro Cárdenas, Michoacán y Guerrero; Guaymas, Sonora; Coatzacoalcos, Veracruz; Cd. del Carmen, Campeche.
TRANSPORTE:	Bahía de Guaymas, Sonora; Bahía de Acapulco, Guerrero; Tampico, Tamaulipas; Tuxpan, Coatzacoalcos y Alvarado, Veracruz; Cd. del Carmen y Campeche, Campeche; Progreso, Yucatán; Cozumel, Quintana Roo.
TURISMO Y RECREACIÓN:	Costas de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Quintana Roo.
DEPÓSITO DE DESECHOS:	Bahía de Acapulco, Guerrero; Bahía de Guaymas, Sonora; Salina Cruz, Oaxaca; Pánuco, Tamaulipas; Tuxpan, La Mandinga y Coatzacoalcos, Veracruz; Laguna de Términos, Campeche.

* Tomado de Yáñez-Arancibia (1982).

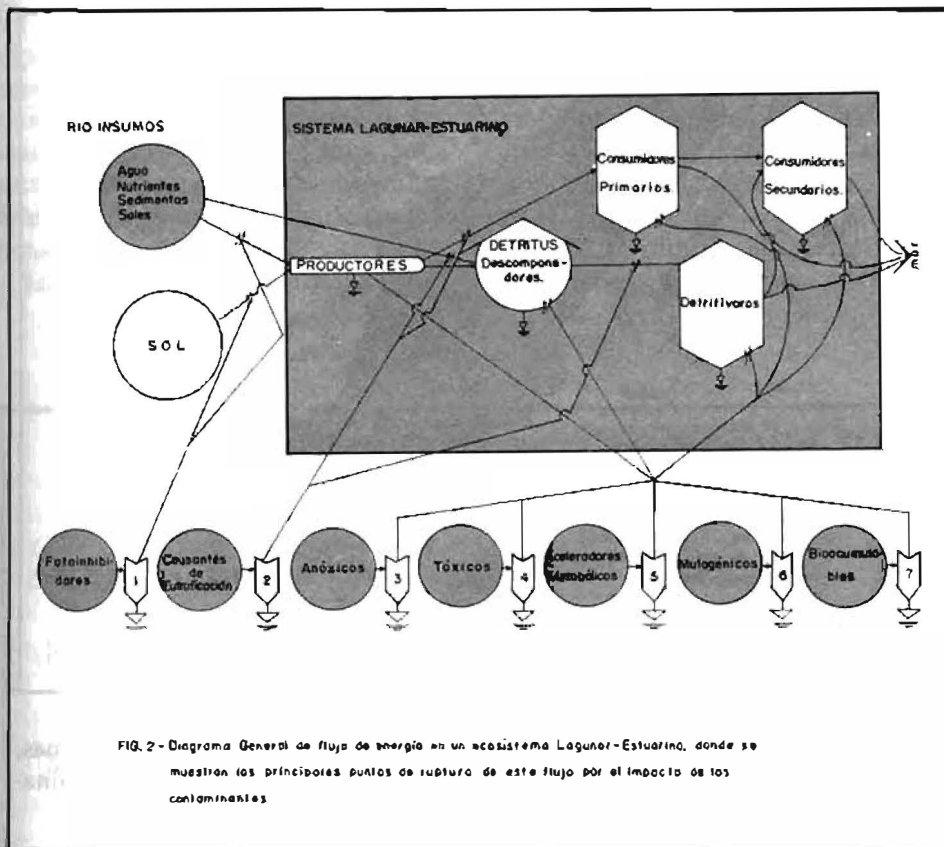


FIG. 2 - Diagrama General de flujo de energía en un ecosistema Lagunar-Estuarino, donde se muestran los principales puntos de ruptura de este flujo por el impacto de los contaminantes

La magnitud de un contaminante según Lugo (1978), está en función de ocho componentes: 1) la intensidad del contaminante; 2) efectos multiplicativos o aditivos que tenga el impacto del contaminante en la función general del ecosistema y su homeostasis; 3) la frecuencia con que ocurre; 4) el tipo de ecosistema; 5) la condición del ecosistema; 6) la intensidad de otros contaminantes que operan en el ecosistema; 7) los efectos residuales de otros contaminantes que han operado en el sistema y 8) la frecuencia con que actúan los otros contaminantes.

El lugar donde opera el contaminante en un ecosistema influye en el efecto que aquél pueda tener sobre el sistema, ya que cuando actúa en alguna parte donde su impacto pueda ser amplificado operará con mayor severidad que otros contaminantes que producen menor influencia sobre sus demás propiedades (fig. 2).

moeléctricas (V. Botello, 1980; A. Yáñez-Arancibia, 1982).

Contaminación de los sistemas lagunar-estuarinos

La contaminación se define como "las alteraciones deletéreas que se presentan en el medio ambiente como resultado de las diversas actividades humanas que rompen el equilibrio dinámico del sistema y provocan cambios en el flujo energético".

Según Botello (1980 y 1982), los contaminantes se pueden dividir en dos distintas categorías: naturales y artificiales. Los primeros son productos de procesos naturales, incluyéndose en esta categoría a los componentes no refinados del petróleo, metales pesados como el mercurio y cadmio y sustancias nutrientes derivadas del nitrógeno y fósforo.

Los contaminantes artificiales han sido sintetizados por el hombre y son ciertos productos refinados del petróleo, hidrocarburos halogenados, como el DDT y los bifenilos policlorinados (PBC's), plásticos, detergentes y elementos radiactivos.

La sola presencia de estas sustancias en los estuarios y lagunas costeras nos indica contaminación, ya que normalmente no existen concentraciones naturales de ellos.

De acuerdo a la información obtenida, las principales fuentes de contaminación en las costas de México son: a) desechos de petróleo y petroquímica, b) desechos industriales, c) desechos domésticos, d) desechos agrícolas (pesticidas y organoclorados), y e) por las aguas de enfriamiento.

Respuesta de los ecosistemas lagunar-estuarinos a los contaminantes

Según Odum (1967), la magnitud de cualquier contaminante es cuantificable por los cambios que causa en los flujos de energía, por la eliminación de flujos o por el aumento en el costo energético de reparar o rehabilitar el sistema. En general el efecto de un contaminante provoca una simplificación en la estructura y reducción en la diversidad (al eliminarse las especies más sensitivas).

Los contaminantes que alteran el flujo de energía o afectan una porción sustancial de los productores son sumamente dañinos, ya que reducen la propia capacidad del sistema para recuperarse. Los contaminantes del tipo 1, cuando operan intensamente reducen grandemente las posibilidades de mitigación o de restablecimiento; dentro de ellos se encuentran el petróleo y sus derivados, como en el caso de las lagunas de Términos, Camp. y Carmen Machona y Mecoacan, Tab., durante el derrame del "Ixtoc" (1979).

Los contaminantes del tipo 2 son aquéllos que desvían porción de la energía antes de ser incorporada al sistema y que remueven energía potencial después del almacenamiento. Estos pueden ser descargas industriales, domésticas, agroquímicos con un gran aporte de materia orgánica, así como la modificación del hábitat en la construcción de diques, embalses, canales, terraplenes, etc., al aislar al sistema de su fuente de nutrientes y modificar su hidrodinámica. Tal es el caso de la Laguna de Chachalacas, Mandinga, Pueblo Viejo, Coatzacoalcos, Ver.; Laguna de Cuyutlán, Col., Huizache-Caimane-

ro, Sin.; Estero de Punta Banda, B. C.; Laguna de Nichupté, Q. Roo.

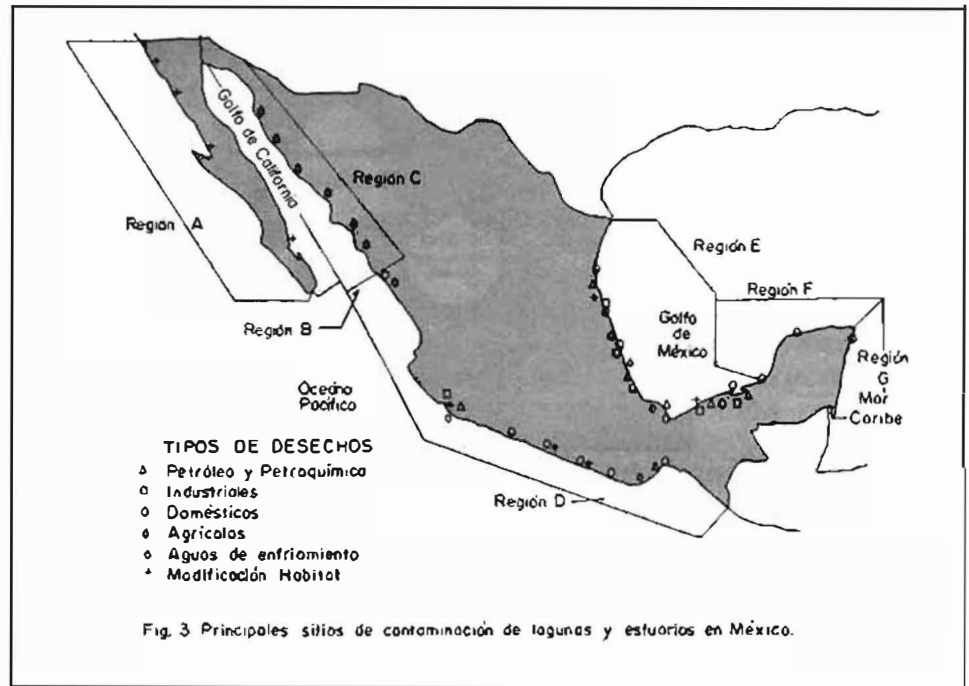
Los del tipo 3, 4 y 5, de acuerdo a su intensidad y frecuencia pueden ir cambiando paulatinamente la estructura trófica del sistema, alterando el flujo de energía directamente, tanto en productores como en consumidores, reflejado esto en la disminución de la biomasa y/o aumento en la tasa de respiración. Como ejemplos están la Bahía de Guaymas, Son.; Coatzacoalcos, Laguna Verde, Ver.; Lázaro Cárdenas, Mich.; Laguna Superior, Oaxaca.

Los del tipo 6 y 7 tienen un impacto menor en el ecosistema ya que no afectan directamente el flujo de energía, debido a que sus efectos se manifiestan a largo plazo. Estos son de suma importancia por el daño indirecto que pueden ocasionar al hombre. Tal es el caso de Laguna Verde, Tamiahua, Alvarado, Pueblo Viejo, Ver.; Laguna Superior, Oax.; Laguna de Términos, Camp.; Laguna de Mecocan, Tab.; y los complejos laguneros del estado de Sinaloa, como Laguna Yavaros, Bahía de Topolobampo, Bahía Ohuira, Bahía de Navachiste, Estero de Agiabampo, etcétera.

Panorama general de la contaminación en los sistemas lagunar-estuarinos de México

De acuerdo a la clasificación de Lankford (1977) de estos sistemas, se consideran 7 regiones: la región A y B comprende las costas de la Península de Baja California; en estos ecosistemas aún no se presentan niveles críticos de contaminación, ya que existen pocos asentamientos humanos y el desarrollo industrial se encuentra en vías de crecimiento. Hasta el momento los sistemas en proceso de deterioro son: la Bahía de Todos Santos principalmente en el Estero de Punta Banda, Bahía de San Quintín, Laguna Salada y Laguna de Guerrero Negro, B.C.N., San Juan de la Costa, Bahía de La Paz, B.C.S.

La región C abarca la costa de los estados de Sonora y Sinaloa hasta Mazatlán. El problema principal de



esta zona es el aporte de agroquímicos (pesticidas y organoclorados) y en menor grado las descargas urbanas y la alteración del sistema. Los sitios afectados por los desechos agrícolas son: el estero La Cruz, Tastiota, Manorí, La Luna, Lobos, Siari, Yavaros, Agiabampo, Melagos, Atanasia, AQUIROPO, El Soldado, Bacohibampo, Empalme, Tovari, Son.; Bahía Lechuguilla, Bahía Altata, Bahía Santa María, Ohuira, Topolobampo, Ahom, San Ignacio, Navachiste, Ensenada Pabellón, Estero Bacorehuis, Bahía Jitzamuri, Sin. En cuanto a descargas urbanas y modificación del ecosistema se



encuentran El Empalme, Guaymas, Yavaros, Son.; Topolobampo, Sinaloa.

La región D se considera de las costas de Mazatlán, Sinaloa, hasta el estado de Chiapas. La laguna de Hui-zache-Caimanero y laguna de Escuinapa, Sin., están afectadas por la modificación del hábitat y descarga de agroquímicos. El delta del río Balsas en Lázaro Cárdenas, Mich., por su gran desarrollo industrial y portuario. Las lagunas de Cuyutlán y Las Garzas, Col.; lagunas de Potosí, Salinas del Cuajo, Nuxco, El Tular, Mítila, Coyuca, Tres Palos, Tecomate, Chautengo y Salinas de Apozahuaco, Gro., están siendo impactados por el desarrollo urbano, turístico e industrial, destacándose los dos sistemas del estado de Colima por su alto grado de contaminación y alteración del medio.

En el estado de Oaxaca, el complejo lagunar que presenta mayor alteración ecológica es Laguna Superior, Inferior, Mar Tileme, ocasionada por la infraestructura de la industria petrolera.

La región E se distribuye en las costas del Golfo de México desde el estado de Tamaulipas hasta el estado de Tabasco. Esta zona es la más impactada por diversas actividades del hombre, como la industria urbana, pesquera, transporte, turis-

mo y recreación, además de ser un lugar en el cual se depositan grandes cantidades de desechos, con sitios en donde se extraen energéticos. La laguna de San Andrés, Tamp., presenta cambios en su hidrodinámica debido a la construcción de un terraplén.

En el estado de Veracruz, Tabasco

y Campeche: las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiagua, Tampamachoco, Laguna Verde, Laguna del Ostión, Mandinga, Alvarado, Chachalacas, Ver.; complejo lagunar Carmen Machona, Mecoacon, Tab.; y Laguna de Términos, Camp., son los principales sitios de abastecimiento en recursos pesqueros para el consu-

mo nacional. Sin embargo por el gran desarrollo de esta zona se presentan problemas muy agudos en contaminación, como en el caso de Laguna del Ostión, Ver.

Las regiones F y G comprenden la plataforma de Yucatán hasta Cabo Catoche y la Costa del Mar Caribe limitada por Belice. Esta

TABLA II. INTERACCIONES Y CONFLICTOS EN LA ZONA COSTERA

ACTIVIDADES	EFFECTOS	ACCIONES PERTINENTES
Pesca	Presión sobre las poblaciones naturales.	Investigaciones básicas de los recursos. Regulación científica de la captura.
Maricultura	Modificaciones del litoral.	Investigaciones básicas de los recursos. Promoción de la producción.
Agricultura	Erosión. Contaminación por insecticidas y fertilizantes.	Trazo de la ruta de los contaminantes. Estudios de la circulación litoral.
Construcciones portuarias	Modificación de la circulación litoral y de la sedimentación.	Investigaciones básicas de los procesos oceanográficos costeros.
Dragado de canales	Modificación de la morfología costera y de la sedimentación. Presión sobre las poblaciones naturales	Investigaciones básicas de los procesos oceanográficos costeros y de la biología de los recursos vivos.
Navegación	Contaminación por combustible. Ruido.	Trazo de las rutas de navegación. Saneamiento portuario.
Urbanización	Modificación de la morfología costera. Contaminación urbana.	Tratamiento de la basura y de las aguas negras.
Carreteras, caminos y calles	Modificación de la morfología costera	Construcción a una distancia adecuada de la playa seca. Protección de la vegetación litoral. Reforestación.
Industrias varias	Contaminación variada. Presión sobre las poblaciones naturales.	Tratamiento de los desechos. Investigaciones básicas de los procesos oceanográficos costeros.
Usos y recursos de la zona costera.	Conflictos económicos, sociales y políticos.	Legislación. Toma de decisiones con bases científicas.

zona aún no presenta problemas severos de contaminación, a excepción del estero Progreso, Yuc., y Laguna de Nichupte, Q. Roo, en donde son vertidas constantemente aguas negras (fig. 3).

Conclusiones

● Se debe destacar la importancia que representan los sistemas lagunares-estuarinos para el desarrollo del país, por sus múltiples usos y diversas actividades humanas.

● Por falta de un conocimiento de la dinámica ecológica se han subutilizado y sobreexplotado aun antes de conocer y usar adecuadamente los recursos potenciales de estos ecosistemas.

● El desarrollo industrial, urbano y turístico en torno a estos sistemas ha ocasionado cambios en las condiciones naturales.

● La magnitud con que opera un contaminante dentro del sistema se puede cuantificar por los cambios que causa en los flujos de energía.

● Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México y la costa sureste del Pacífico del país son en general las áreas con mayores problemas de contaminación, principalmente por la actividad petrolera, industrial y urbana.

Alternativas

Si bien es cierto que el desarrollo del país no se puede detener y es de gran importancia mantenerlo, también es cierto que es necesario preservar los recursos naturales, de tal forma que éstos puedan coexistir, para lograr su máximo aprovechamiento sin deteriorar el hábitat.

Lo antes mencionado es lo ideal, y para llegar a ello es necesaria la comprensión ecológica, mediante la integración de investigaciones multidisciplinarias que permitan disponer de las mejores opciones para: a) detectar los cambios producidos tanto por la evolución natural del sistema como por los efectos de la contaminación; b) evaluar el potencial de sus recursos; c) recomendar una explotación racional de los

recursos renovables y no renovables; y d) administrar adecuadamente la zona costera con óptimo uso de sus recursos (Yáñez-Arancibia, 1982).

Es deseable canalizar a través de las distintas comisiones y convenios interinstitucionales que ya existen, y que se reestructuren con el fin de realizar estudios tendientes a conocer la ecología de los sistemas lagunares-estuarinos, estableciendo las bases de coordinación para evitar la duplicidad de funciones; que los recursos disponibles de cada institución se optimicen para, de acuerdo a los resultados obtenidos establecer un monitoreo ecológico en los sitios con mayores problemas de contaminación y en zonas en donde aún no se tienen niveles críticos de contaminación.

Debe ser un programa a largo plazo, de ser posible permanente y que mantenga cierta continuidad controlando las variables biológicas y ambientales. Para establecer éstas es necesario considerar los siguientes criterios: criterio científico, experiencia de investigaciones en el área, costo de análisis, equipo necesario y aplicación inmediata de los datos.

Concentrar la información en un banco de datos interinstitucional que sea accesible, disponible y que los resultados estén procesados.

Esta coordinación deberá estar integrada por las distintas secretarías involucradas en la contaminación y explotación de la zona costera, así como de las universidades e institutos de investigación, de tal manera que se organicen para la programación, muestreo, análisis e interpretación de los datos obtenidos.

Es importante generar una publicación periódica de los resultados del monitoreo ecológico, el cual nos permitirá controlar la entrada de energía y contaminación al sistema. Con ello se protege la salud humana y se determinan los patrones espacio-temporales de la contaminación y sus efectos sobre el sistema; asimismo se establece una continua aportación de datos para el manejo del ambiente. Todo esto nos permitirá diferenciar a largo plazo los cambios naturales del sistema y sus recursos frente a cambios inducidos por el hombre. También es útil en las normas y criterios ecológicos para en la toma de decisiones sobre uso y administración de la zona costera.

En la tabla II, se mencionan las diferentes actividades que se llevan a cabo en las zonas costeras, así como sus efectos y acciones pertinentes.

Literatura citada

1 A.V. Botello, *Hidrología y contaminación en lagunas costeras y estuarios*. Seminario Latinoamericano sobre Principios y Métodos en Ecología de Lagunas Costeras. Cent. de Ciencias del Mar y Limnología. OEA-UNAM, 44 p, 1980.

2 A.V. Botello, "La contaminación en el mar", *Ciencia y Desarrollo*, marzo-abril, núm. 43, año VIII, pp. 91-101, 1982.

3 M.F. Cárdenas, 1969, "Pesquerías de las lagunas litorales de México", en: *Lagunas costeras, un simposio*, Mem. Sim. Inter. Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, nov. 28-30, 1967, pp. 645-652, 1969.

4 J.W. Day, Jr., and A. Yáñez-Arancibia, "Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach." *Ciencia Interamericana* (Mar. Sci.), OEA, Washington DC, vol. 22, núm. 1-2, pp. 11-26, 1982.

5 E. Flynn, "Waste disposal and pollution in Coastal Lagoons", en: *Lagunas costeras, un simposio*, Mem. Sim. Intern. Lagunas Costeras, UANM-UNESCO, nov. 28-30, 1967: pp. 281-290, 1969.

6 P. Lasserre, "Coastal lagoons. Sanctuary ecosystems, erodless of culture. Target for economic growth," *Nature and Resumes*, 15 (4): pp. 1-21, 1979.

7 R.R., Lankford, "Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification", en M.L. Wiley, (Ed.) *Estuarine processes*. Academic Press. Inc., New York, 2: pp. 182-215, 1977.

8 H.E. Lugo, "Stress and ecosystems", en: J.H. Thorp y J.W. Gibbons (Edi.) *Emergy and Environmental stress in aquatic ecosystems*, DOE Symposium Series (CONF. 771114); Oak Ridge, Tenn, USA, pp. 61-101, 1978.

9 H.T., Odum, "Work circuits and system stress", en: H.E. Young (Editor), *Symposium on Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems*, Univ. of Maine Press, Orono, Maine, pp. 81-138, 1967.

10 F.B. Phleger, "Some general features of Coastal Lagoons", en: A. Ayala-Castañares, and F.B. Phleger (Eds.) *Lagunas Costeras, un Simposio*. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras, UANM-UNESCO, nov. 28-30, 1967: pp. 5-26, 1969.

11 D.W. Pritchard, "What is an estuary. Physical viewpoint", en: G.H. Sauff, (Ed.) *Estuaries. Am. Ass. Adv. Sci.*, Spec. Publ. 83: pp. 3-5, 1967.

12 A. Yáñez-Arancibia, "Usos, recursos y ecología de la zona costera". *Ciencia y Desarrollo*, marzo-abril, núm. 43, año VIII, pp. 58-63, 1982.