

SECCIÓN II

---

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y  
BIOLÓGICA DE LA ZONA COSTERA

# ¿QUÉ SIGNIFICA VIVIR EN LA ZONA COSTERA?

Patricia Moreno-Casasola

## Delimitación y definición de la zona costera

A lo largo de todos los continentes, desde las zonas polares, pasando por las áreas desérticas, y las áreas de las selvas altas y lluviosas, existen costas. Y aunque no ocupan grandes superficies, esta delgada franja alberga al conjunto de ecosistemas más ampliamente distribuido en el mundo. Las costas constituyen paisajes sumamente diversos, resultantes de la enorme heterogeneidad geomorfológica, climática, ecológica y socioeconómica. Comprenden zonas de playas y dunas, lagunas costeras, marismas, manglares y acantilados, ciudades y puertos. Por ello, con frecuencia hay confusiones respecto al significado de términos tales como litoral, costa y zona costera. El litoral corresponde a la línea de la costa, es decir, a la franja o borde entre el mar y la tierra. En cambio, la zona costera se extiende más allá del mero contacto entre estos dos sistemas. Abarca, además de toda la línea del litoral de los continentes, las aguas someras localizadas sobre la plataforma continental con sus arrecifes, bajos arenosos, praderas de pastos marinos, las lagunas y estuarios de la planicie, así como las tierras bajas de las llanuras costeras con toda su gama de ecosistemas. Es una región altamente productiva por lo que numerosas culturas se han desarrollado con base en la riqueza de sus ecosistemas. Hoy en día sigue siendo una zona de gran importancia económica por la riqueza de sus recursos pesqueros, energéticos, potenciales turístico, industrial y urbano. Sin embargo, aun cuando esta descripción abarca mucho, no es suficiente para definir claramente sus límites, aunque permite percibir que la zona costera comprende ecosistemas y poblados así como recursos marinos y terrestres.

El litoral corresponde a la franja o borde entre el mar y la tierra. La zona costera abarca, además del litoral de los continentes, las aguas someras localizadas sobre la plataforma continental con sus arrecifes, bajos arenosos, praderas de pastos marinos, lagunas y estuarios de la planicie, así como las tierras bajas de las llanuras costeras con toda su gama de ecosistemas; por lo tanto comprende ecosistemas, poblados así, como recursos marinos y terrestres.

Para complicar aún más la situación, existen numerosas definiciones formales de zona costera, en función de la visión de quien las originó o de las necesidades de aplicación. Algunas se basan en límites físicos (influencia de la marea, o área de interacción entre la tierra y el mar), otras en aspectos políticos (zonificación administrativa y demográfica, como los municipios), en otras el límite de la zona costera tierra adentro corresponde al parteaguas de la cuenca (funcional) o del mar territorial (jurídica) o bien se da en función de límites de manejo o planificación. Es indispensable contar con una definición de zona costera que permita delimitarla y regionalizarla. Esta definición debe ser comprendida cabalmente, de manera que se puedan hacer operativas todas las recomendaciones de política para el manejo y conservación de esta zona al igual que para definir la jurisdicción y el ámbito de aplicación de las leyes, reglamentos y otros instrumentos necesarios (SEMARNAP, 2000).

En México no existe una legislación específica para la zona costera.  
Esta área está contemplada de manera dispersa en diversas legislaciones.

De manera general, Carter (1988) la define como el espacio donde los ambientes terrestres influyen en los ambientes marinos (o lacustres), y viceversa. Constituye la frontera o transición donde entran en contacto e interactúan estos sistemas; por lo tanto, todos ejercen influencia sobre esta delgada franja. La definición más aceptada enfatiza las interacciones que se producen desde el océano hasta el parteaguas de la cuenca. En un sentido geográfico, tiene en cuenta las cuencas tierra adentro, la línea costera con sus formaciones particulares (dunas, playas, humedales), las aguas costeras y estuarinas y el océano hasta la zona donde se dan las interacciones, básicamente la plataforma continental. En este sentido, SEMARNAP (2000) propone una definición que busca balancear los criterios funcionales con los operativos y define a la zona costera como “la porción de territorio desde el límite marino de la plataforma continental y mar territorial, hacia el mar, hasta los límites geopolíticos de los municipios que tienen frente litoral o están contiguos, tierra adentro”. Constituye una región amplia y heterogénea que mantiene intensas interacciones físicas, biológicas y socioeconómicas, donde ocurre un intercambio dinámico de energía y materiales entre ecosistemas terrestres, marinos y la atmósfera. En la figura 1 se presenta un esquema con la delimitación de la zona costera.

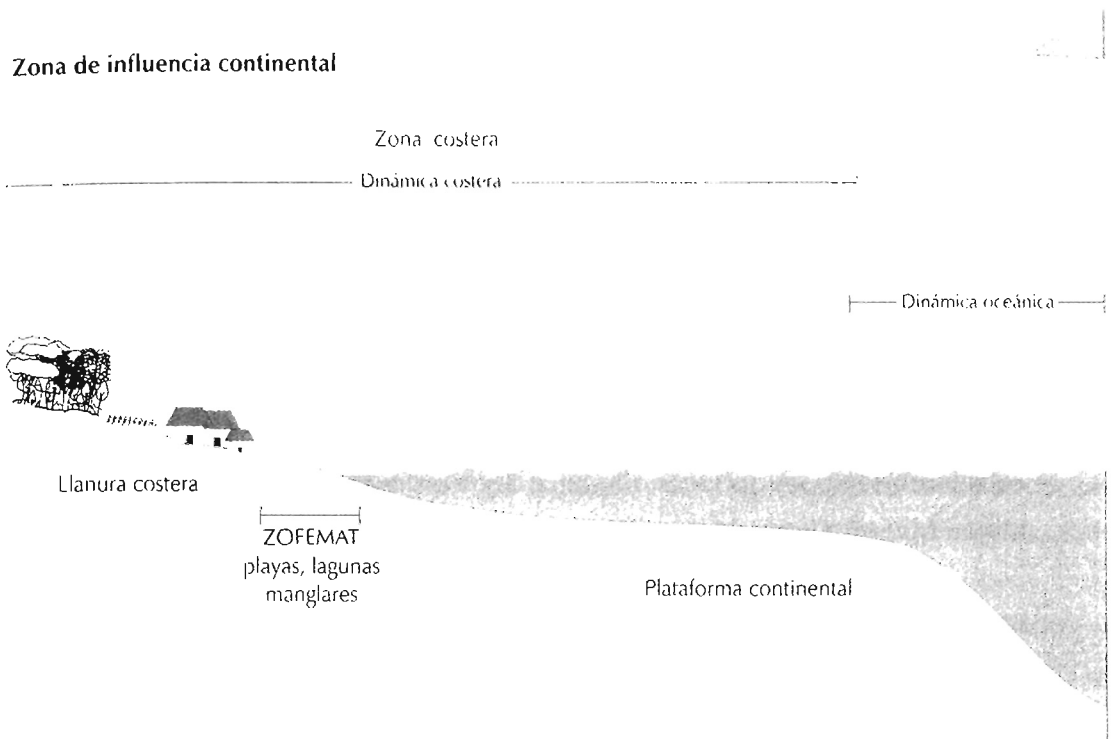


Figura 1 | Delimitación de la zona costera.

La costa es un dominio biofísico y socioeconómico único, de gran importancia para permitir el desarrollo de numerosas formas de vida, incluyendo al hombre. Representa una zona de gran fragilidad y es la región más dinámica y cambiante de la tierra (Beatley *et al.*, 1994). Constituye el único espacio en el que se da una interfase dinámica entre cuatro grandes sistemas: la atmósfera, el océano, el agua dulce y la tierra, cada uno con su propio funcionamiento. Por ello, la zona costera es sumamente dinámica, tiene que ser capaz de responder y mantenerse ante los cambios y presiones ejercidos por el funcionamiento propio de estos cuatro sistemas, y está formada por miríadas de subsistemas interconectados, desde terrestres (pastizales y selvas sobre planicies y sobre dunas costeras, pioneras de playas, vegetación de acantilados), hasta dulceacuícolas (lagos de agua dulce, zonas bajas de ríos) y marinos (zonas intermareales, fondos arenosos, planicies de pastos marinos, arrecifes), así como

La zona costera es la porción de territorio desde el límite marino de la plataforma continental y mar territorial, hacia el mar, hasta los límites geopolíticos de los municipios que tienen frente litoral o están contiguos, tierra adentro (SEMARNAP, 2000).

aquellos que representan verdaderas transiciones (humedales de agua dulce, manglares, marismas), todos ellos con funciones que no pueden ser duplicadas en ningún otro ecosistema. Las interconexiones críticas tanto físicas como ecológicas –al interior de una cuenca, entre los escurrimientos, humedales de agua dulce, manglares y lagunas, playas y dunas y el mar– surgen en los parteaguas y se extienden a lo largo de la llanura costera hasta abarcar la plataforma continental. Así, las zonas costeras pueden recibir impactos de procesos o actividades que se desarrollan muy lejos de la costa. La segunda sección de este libro aborda temas sobre la funcionalidad de esta zona y describe sus principales componentes, de modo que se puedan entender mejor las interconexiones que se producen entre los distintos ecosistemas costeros y la importancia que ello tiene para mantener los propios procesos y dinámica de esta zona.

Las interconexiones entre ecosistemas se producen a través de interacciones que con frecuencia aparecen en forma de pulsos tales como las mareas, el abastecimiento de sedimentos, el hidropériodo, el movimiento de arena, etc. Las plantas y animales que habitan estos ambientes se han adaptado a estos pulsos o cambios, así como a los valores que alcanzan. Algunos pulsos se dan diariamente, separados por unas horas (las mareas), mientras que otros lo hacen de forma estacional, como son las bajadas de agua y sedimentos en los ríos después de una tormenta o los nortes. Otros más se presentan separados por intervalos de varios años, como son los huracanes, el desborde de ríos y los efectos del fenómeno del Niño. Como ejemplo de la importancia de estos pulsos está el caso del estado de Louisiana, en el Golfo de México. Los diques que se han construido para evitar desbordes a lo largo de su cauce han disminuido la cantidad de sedimentos que acarrea. Estas partículas se asentaban en todos los humedales del sur del estado formando principalmente marismas. Hoy en día, estos humedales no están recibiendo sedimentos, el nivel del mar se está incre-

Las interacciones entre ecosistemas son una característica de la zona costera. Las interconexiones se producen a través de interacciones que frecuentemente aparecen en forma de pulsos tales como las mareas, el abastecimiento y movimiento de sedimentos, el hidropériodo, la migración de organismos, etc. Además de las físico-biológicas, en la zona costera se producen una complejidad de interacciones sociales dadas por procesos socioeconómicos entre los múltiples actores.

mentando; por tanto, están desapareciendo (fenómeno de subsidencia o sumersión), al grado que su recuperación constituye parte de la agenda gubernamental de ese estado (Day *et al.*, 1995; 1999; Barry, 1997).

En los cuatro grandes sistemas, –atmósfera, océano, tierra y agua dulce– hay elementos que se relacionan, y a través de sus interacciones se modifican entre sí y transportan partículas y sedimentos. La atmósfera, a través del clima y el viento, provoca el rompimiento de rocas, después su resquebrajamiento en pedazos más pequeños y posteriormente también se encarga del acarreo de partículas de arena fina. Las rocas de los continentes están sujetas a fuertes variaciones de clima (temperatura, precipitación y vientos) a lo largo de un día y sobre todo entre estaciones, y son la materia prima que forma la arena. Los trozos de roca despedazados –grandes y pequeños– son transportados por corrientes de agua, en las que se siguen resquebrajando, hasta llegar a las zonas bajas costeras, donde entran en contacto con el mar. Los ríos las llevan hacia las lagunas y estuarios o bien directamente al mar. Las corrientes, el oleaje y las mareas, continúan rompiendo los guijarros y rocas y aun la arena, hasta convertirlos en arena fina, que después retorna a la tierra al ser arrojada a las playas y luego a las dunas por la acción del viento, o bien a las lagunas costeras a través de las barras, cuando éstas se mantienen abiertas. Así, una de las principales formas de interacción entre los grandes sistemas se da en la formación de sedimentos, en su transporte y en el funcionamiento de estos grandes depósitos de limos (las partículas más finas) y arenas (partículas algo más gruesas), es decir, playas, dunas, manglares y humedales, que funcionan como zonas de amortiguamiento entre los mismos sistemas. En la figura 2 se presenta un corte de una zona costera con sus distintos ecosistemas y se muestran, mediante flechas, algunas de estas conexiones e interacciones.

Estas interconexiones permiten el flujo de nutrientes de un ecosistema a otro. Así, las lagunas costeras reciben los aportes de los productores primarios que las habitan y que son fundamentalmente los pastos marinos del fondo y el fitoplancton del cuerpo de agua. Pero, además, hacia estuarios y lagunas fluyen los nutrientes generados por la propia productividad primaria y descomposición que se produce en los manglares, y en los humedales de agua dulce que los rodean, así como los acarreados por escurrimientos cuenca abajo. Estas interconexiones y aportes han sido documentados,

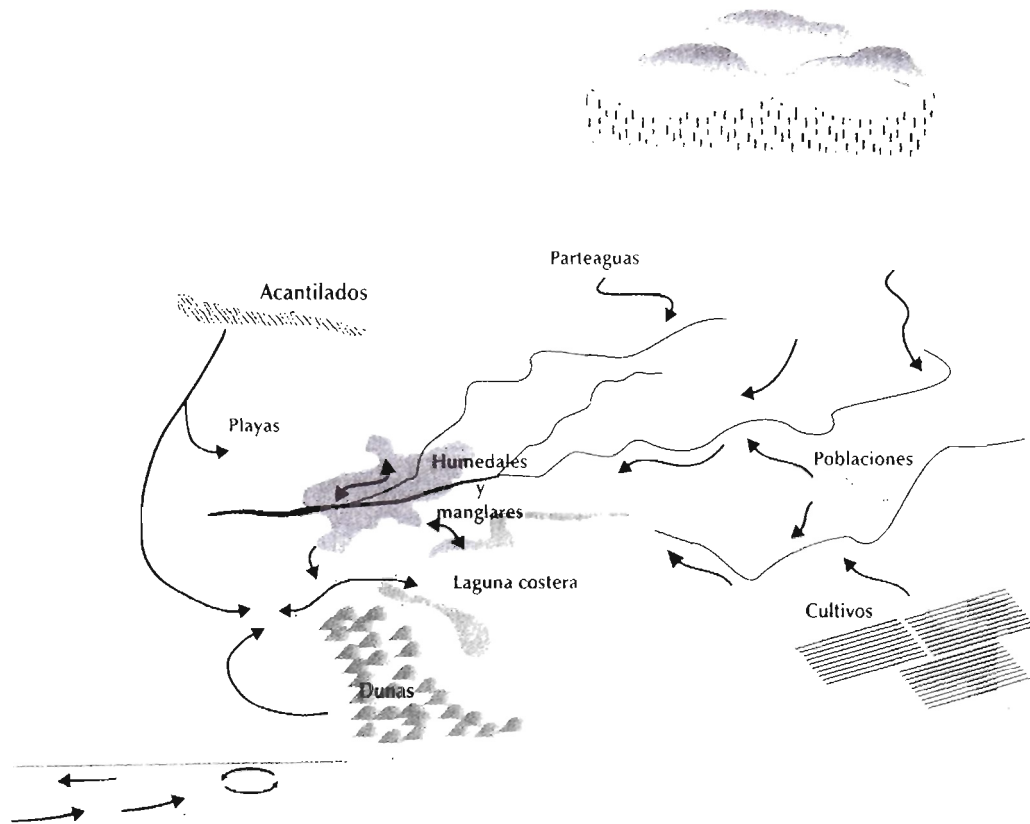


Figura 2 | Interconexiones e interrelaciones entre los ecosistemas costeros.

por ejemplo, para la Laguna de Términos en Campeche (Mann, 1988). Por tanto, la gran productividad de estuarios y lagunas es el resultado de un proceso acumulativo donde se suman aportes y producción de diversos ecosistemas.

Las interconexiones también se pueden ver a través de uno de los grandes problemas de nuestra sociedad actual, los contaminantes y la basura. Las sustancias contaminantes y las aguas negras producidas cuenca arriba se dispersan por escurrimientos y ríos hasta llegar a humedales, lagunas y finalmente el mar. Muchas veces se encuentran cantidades importantes de estos contaminantes en lugares costeros muy alejados de la fuente de origen. Lo mismo sucede con la basura, la cual es frecuente encontrar a orillas de ríos y borde de lagunas, entre las raíces de los manglares o en las playas. La basura arrojada directamente al mar o acarreada por los ríos retorna a las playas y lagunas costeras; ahí, en la actualidad, las botellas de plástico son parte común del paisaje.

Otro ejemplo más son los sedimentos. Ya se ha comentado el caso del río Mississippi, en el cual el arrastre de sedimentos hacia el mar es directo ya que la ingeniería desarrollada para contener un río para evitar su desbordamiento, ha impedido la depositación de sedimentos en las marismas del delta del río. El azolvamiento de lagunas y ríos es otro ejemplo de interconexión entre ecosistemas, ya sea por arrastre de sedimentos de la cuenca o bien por intercambio con el mar. Así, la trayectoria de un grano de arena, de una gota de agua o de una botella de plástico muestra una historia dinámica, cambiante y llena de interconexiones y visitas a diferentes ecosistemas.

Otra parte importante de estas interacciones es el movimiento de organismos. Muchos de ellos pasan parte de su ciclo de vida en un ambiente, pero necesitan migrar a otro para cumplir todas las fases. Ejemplo de ello son los camarones y gran cantidad de peces oceánicos (Twilley *et al.*, 1996). Las lagunas costeras, con sus manglares y pastos marinos, son refugios importantes de juveniles de muchas especies. Su alta productividad también permite un rápido crecimiento de estos individuos. Otro ejemplo interesante son los langostinos y varias especies de caracoles del género *Nerita* que también viajan río arriba para completar su ciclo de vida. En el mundo, el ejemplo más conocido es el de los salmones y el de algunos peces (*Prochilodus*) del Amazonas.

Una característica importante de la zona costera es su fragilidad. Su ubicación y funcionamiento como interfase entre grandes sistemas dinámicos, aunado a las interconexiones e interrelaciones que se establecen entre ellos, le confieren gran fragilidad a esta zona. Cuando se altera el funcionamiento de un ecosistema, las repercusiones en otros se dejan sentir de inmediato. Así, si se dejan de aportar sedimentos a los humedales y marismas, sobreviene una subsidencia (sumersión) de los mismos; si se talan los manglares, hay un empobrecimiento en la productividad de las lagunas; los cambios en el transporte de sedimentos en la plataforma continental modifican las zonas de erosión y de acumulación de arena en las playas y dunas, alterando su forma y tamaño; los cambios en la boca de una laguna cambian la hidrología de la misma y alteran el intercambio y cantidad de agua, sedimentos y organismos que entran y salen de la laguna. Por tanto, cualquier obra debe tener en cuenta no sólo la conservación del funcionamiento del ecosistema directamente afectado, sino también las repercusiones en los otros ecosistemas costeros.



Otro aspecto de gran importancia en las costas es la complejidad de interacciones sociales y procesos socioeconómicos. En las costas se desarrollan no solamente aquellas actividades que más nos recuerdan la orilla del mar, como la pesca y el turismo, pues también florecen industrias, se genera energía, además de llevarse a cabo actividades agropecuarias, de transporte y comercio. Éstas no se restringen a la orilla del litoral sino que abarcan una zona más extensa, por lo menos del parteaguas a la orilla de la plataforma continental. Yáñez-Arancibia *et al.* (1997) plantean que la economía de las costas del Golfo de México depende del petróleo, de la industria química, de la agricultura costera, del transporte marítimo y, además, de las pesquerías. El turismo cobra gran importancia en otras costas de México como es el Caribe y diversas bahías del Pacífico. Varias de estas actividades tienen fuertes necesidades de infraestructura, generan asentamientos urbanos a su alrededor, producen contaminación y transformación de la zona costera, introducen y hacen más compleja la presencia e interrelaciones entre actores.

60

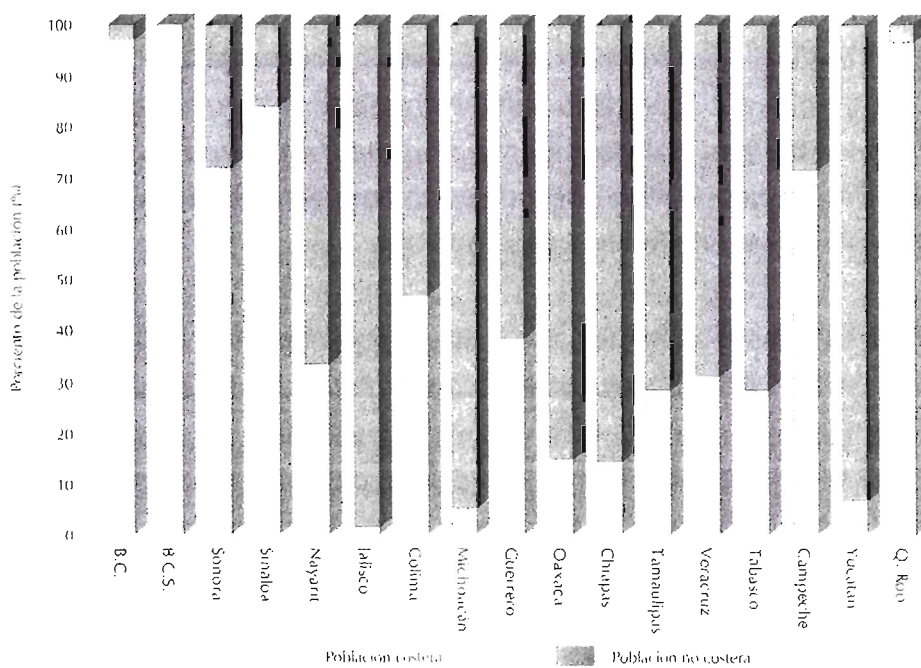
En resumen, si se tuvieran que sintetizar las principales características de la zona costera que permiten darle un contexto espacial y que la diferencian claramente del territorio tierra adentro, se hablaría de:

1. Interconexiones ecológicas (físicas, químicas y biológicas).
2. Interacciones a través de flujos, pulsos (hidroperíodo y sedimentos) y movimientos de flora y fauna entre ecosistemas.
3. Fragilidad del conjunto de ecosistemas costeros y sus relaciones.
4. Complejidad de actividades socioeconómicas, fuertes procesos de urbanización y de litoralización.

Todo ello tiene como resultado una zona extremadamente dinámica, en constante cambio, interconectada y frágil, sobre la que el hombre está ejerciendo fuertes presiones.

El mayor crecimiento demográfico, después de la Revolución Neolítica, se está dando en los litorales: 25% de la población humana vive en una banda costera de 25 km de ancho, 60% lo hace en una banda de 200 km y 80% de las ciudades más grandes del mundo están sobre el litoral. Estos datos son muy impresionantes y dan una idea clara de las presiones de urbanización y de litoralización (urbanización de la zona costera) a las que está sometida la zona costera (Lézy, 1999). Para el año

2000, según datos del censo de INEGI, la población de México casi llegaba a los 100 millones de personas, dándose una tendencia hacia la urbanización (60%), con 13% de población semiurbana y 27% rural. Sin embargo, 54.05% de la población vive en estados que no son costeros, lo que representa poco más de la mitad. De ese 45.95% que vive en la costa, dos tercios lo hacen sobre el Pacífico y sólo un tercio sobre el Golfo y Caribe. Hay estados donde numéricamente predomina la población asentada en municipios costeros (Baja California Norte y Sur, Sinaloa, Sonora, Campeche y Quintana Roo). En cambio, hay estados como Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Chiapas y Yucatán donde predomina la población asentada tierra adentro (Figura 3). Cabe mencionar que el número de municipios y la extensión de los mismos en cada estado es sumamente variable. Estados que antes fueron territorios, hoy están subdivididos en pocos municipios de tamaño muy grande, mientras que otros como Oaxaca y Veracruz tienen una enorme cantidad de municipios.



**Figura 3** | Porcentaje de población en cada uno de los estados costeros asentada en municipios que no tienen litoral (barra gris) y municipios que cuentan con un litoral (barra blanca). Los estados más litoralizados son Quintana Roo, Baja California Norte y Sur, Sinaloa y Sonora, y Campeche en menor grado. Los estados que tienen muy poca población asentada en los municipios litorales son Jalisco, Yucatán, Michoacán, Oaxaca y Chiapas, (datos de INEGI, 2001).

Por tanto, México es un país con estados que tienen tanto una fuerte como una baja litoralización. Surge entonces la pregunta de cómo es posible comparar a nuestro país con otros en esta era de la globalización. ¿Todos tienen la misma problemática y potencial de desarrollo costero que México? Las costas tropicales tienen historias distintas, que dependen de la cultura y concepciones de los habitantes originales. Muchas están íntimamente relacionadas con la colonización llevada a cabo por los países europeos. Ello ha tenido como resultado distintos enfoques del desarrollo costero, de su manejo y protección. Picardat (1999) hace un análisis de la importancia estratégica de los litorales, lo cual depende de factores económicos, políticos y demográficos. Con base en la importancia y enfoques que un país ha tenido hacia sus costas, muestra una clasificación de países litoralizados, países con una visión hacia tierra adentro, países mixtos y países sin litorales. Las economías de los países litoralizados han evolucionado, de manera clara, ligadas a las costas. Sus actividades urbanas e industriales, el comercio y el transporte, así como los desarrollos turísticos están sobre el litoral. Ejemplos de estos países en América son Brasil, Venezuela (Figura 4); en el Viejo Mundo están Argelia, Libia, Mauritania, Sierra Leona, Liberia, Costa de Marfil, Ghana, Togo, Dahomey, Namibia, Somalia, Mozambique, Australia, Nueva Zelanda, Sumatra, Borneo, Malasia, Vietnam e Indonesia. En muchos de estos países su geografía ha sido determinante para establecer esta relación con la zona costera y frecuentemente la capital está ubicada sobre el litoral.

En el otro extremo están aquellos países cuya economía y desarrollo se centra en las actividades que tienen lugar tierra adentro. En América, los únicos casos son México y Guatemala, por un lado; y Bolivia y Paraguay, por otro, ya que estos últimos no cuentan con litorales. En África están Egipto, el Congo y Guinea; en Asia se encuentra Cambodia; y en Asia Central, Irán e Iraq. El resto de los países son una mezcla entre ambos tipos de desarrollo, el de tierra adentro y el del litoral (Picardat, 1999). Por tanto, México y Guatemala constituyen casos particulares en América, en los que el desarrollo costero se está produciendo tardíamente.

### Procesos que diferencian la zona costera

Los litorales de distintas regiones difieren entre sí. Muchas de estas diferencias dependen de la escala a la que se observa. Así, Inman y Nordstrom (1971) definieron

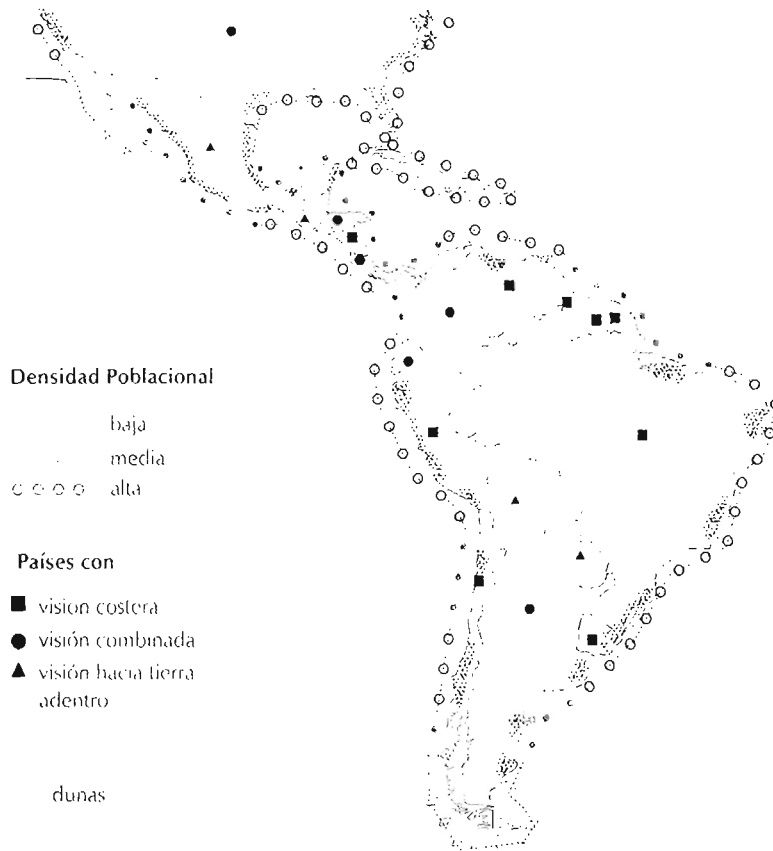


Figura 4 | Mapa de América donde se muestra la clasificación de países con base en el desarrollo litoral y urbanización que presentan las costas (redibujado de Picardat, 1999 y Lézy, 1999).

una clasificación de las costas con base en la tectónica de placas. Establecieron tres escalas: una basada en la tectónica o movimiento de placas, otra controlada por procesos de erosión y depositación, y la última por oleaje y tamaño de sedimentos.

La primera está controlada por la tectónica de placas y actúa a nivel de grandes regiones. Permite entender las diferencias entre las costas del Pacífico de México y las costas del Golfo de México y Gran Caribe. Las del Pacífico se localizan en el borde de placas tectónicas que están en contacto, lo cual implica inestabilidad tectónica debido al choque de dos placas. La presión de una placa sobre otra lleva a la formación de cadenas montañosas resultando una costa rocosa con fuertes pendientes y una planicie costera y plataforma continental estrecha. Las costas del Golfo y Caribe se localizan en el centro de la placa tectónica y son áreas de gran

estabilidad, de pendientes suaves, donde abundan los procesos de acumulación, produciéndose una planicie costera y una plataforma continental extensa y de pendiente suave.

Las costas del Golfo de México, del Caribe y del Pacífico son muy diferentes. Geológicamente tuvieron distintos orígenes. Las costas del Pacífico americano se encuentran a lo largo de los puntos de contacto de varias placas tectónicas. Ello implica condiciones de inestabilidad tectónica debido al choque de dos placas, y la formación de cadenas montañosas como resultado de la presión ejercida por una placa sobre la otra. Estas montañas tienen fuertes pendientes que frecuentemente descienden al mar sin que se forme una plataforma continental amplia. Abundan litorales rocosos y pocas áreas donde pueda haber acumulación de sedimentos, éstos frecuentemente circunscritos a pequeñas bahías o caletas.

El segundo nivel o escala abarca zonas localizadas entre unos cuantos kilómetros y un centenar, controlada por los procesos de erosión y depositación, lo que permite definir ecosistemas como deltas, campos de dunas y estuarios. La escala menor está controlada por la acción de las olas y el tamaño de los sedimentos y define el tipo de playa, las planicies lodosas, etcétera.

French (1997) clasifica las costas con base en los procesos dinámicos diarios que le imprimen características particulares a cada una de las costas y que las definen y diferencian. Resulta una clasificación equivalente a la del segundo nivel de Inman y Nordstrom (1971). Esto permite distinguir dentro del marco geomorfológico general las costas rocosas, las arenosas, las lagunas costeras, etc. La principal diferencia es el tipo de energía y el agente que la produce.

Las costas del Atlántico (Estados Unidos, Golfo de México, Centroamérica) se ubican en el centro de placas y son áreas de gran estabilidad, de pendientes suaves, donde abundan los procesos de acumulación. El Caribe es una plataforma calcárea y en sus costas se alternan zonas de rocas calcáreas que en ocasiones forman caletas junto con playas arenosas, con sistemas de dunas bajos y paralelos a la costa, todos ellos de arena fina de color blanco y de origen calcáreo.

Hay costas dominadas por procesos asociados a las mareas, y se encuentran en costas de baja energía que permiten la depositación de partículas finas. Los ecosistemas que se pueden encontrar en éstas son los manglares, las marismas, los bajos arenosos o lodosos y los deltas. Hay costas dominadas por procesos asociados al oleaje y en general son ambientes de alta energía donde se mueven partículas de gran tamaño, como sucede en acantilados, playas, tómbolos, salientes y plataformas. Por último, un tercer proceso está asociado al viento. Puede observarse con claridad en las dunas, y en general actúa sobre los tipos de costas mencionados en los dos primeros incisos, particularmente sobre las dominadas por el oleaje (Figura 5).

Cada uno de estos procesos se produce por un tipo de energía y una intensidad particular. Así, donde se encuentren bajos lodosos, manglares y marismas a la orilla



Figura 5 | Procesos dominantes en las costas (basado en French, 1997).

Las decisiones de cómo llevar a cabo el desarrollo de una zona costera y las consecuentes pautas de manejo deberán estar en función de los procesos naturales predominantes en cada sitio en particular.

del mar, éste es un mar tranquilo, donde el oleaje es suave y permite la estabilización de sedimentos finos. Como esta situación no es frecuente, estos ecosistemas predominan al interior de lagunas costeras y estuarios, donde el efecto del oleaje y de las mareas tiene un menor impacto. En el Caribe, en zonas protegidas por los sistemas arrecifales pueden encontrarse manglares a la orilla del mar. En cambio, las playas arenosas se localizan en áreas donde hay mayor energía, ya que el oleaje es el responsable de acarrear y arrojar los granos de arena a la costa.

Así, no sólo hay diferencias entre vivir en la zona costera y tierra adentro, sino también entre costas. Las decisiones de cómo llevar a cabo el desarrollo de una zona costera y las consecuentes pautas de manejo deberán estar en función del tipo de procesos predominantes en cada sitio en particular.

### Dinámica costera

66

Como ya se dijo, las costas son ambientes sumamente dinámicos, en constante cambio. French (1997) expresa que se puede considerar que la costa cumple dos funciones: detener el oleaje y acumular sedimentos. En la mente de muchos de nosotros la primera función es clara, pero resulta más difícil comprender la importancia de la segunda. La dinámica costera depende de la interacción de tres procesos costeros (French, 1997): 1. La forma de la costa, 2. El oleaje, las mareas y las corrientes, y 3. El movimiento de los sedimentos (Figura 6). Basta recordar como una playa cambia de forma y tamaño entre el verano y el invierno o como después de una tormenta, y sobre todo de un huracán, la línea de costa se modifica.

Los ecosistemas y sus ambientes se crean y modifican en el tiempo como respuesta a entradas de energía (oleaje, mareas y viento) y materiales (sedimentos). Todo ello se da dentro de una estructura física geológica más estable, que guarda estrecha relación con el origen y la historia de la formación de cada región costera en

La costa es muy dinámica y los cambios que experimenta dependen de su forma, del oleaje, las mareas, las corrientes y el movimiento de sedimentos. Es así como los ecosistemas costeros se transforman constantemente a lo largo del tiempo. Sin embargo el hombre ha acelerado estos procesos.

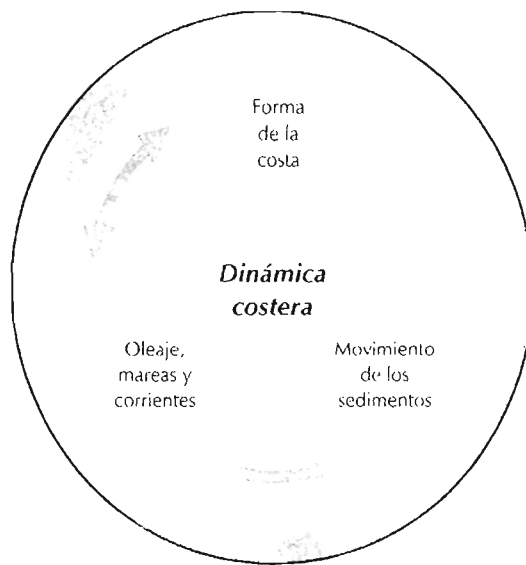
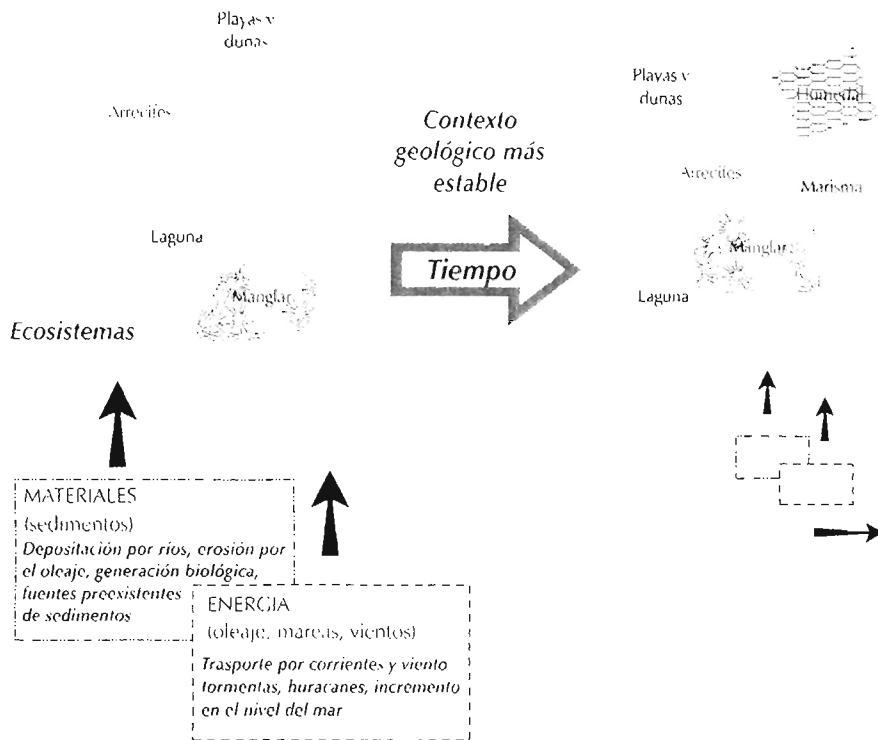


Figura 6 | La dinámica costera depende de la interacción de tres de los principales componentes de los procesos costeros: la forma que tiene la costa, la energía que los mueve, el oleaje, mareas y corrientes y finalmente el movimiento de los sedimentos (redibujado de French, 1997).

particular; es decir, con la forma de la costa. Ejemplo de ello es un litoral rocoso que forma parte de las cadenas montañosas de la Sierra Madre Occidental, que bajan hacia el mar, ya que siempre presentará una pendiente pronunciada en la cual habrá erosión costera y poca actividad de sedimentación. En cambio, en el Golfo de México, donde predomina una llanura costera y una plataforma continental extensa, abundan los litorales con ambientes de sedimentación como los campos de dunas, los manglares y lagunas costeras extensas. En cada uno de estos tipos de litorales se presentan dinámicas que producen cambios. Así, las lagunas tienden a azolverse y los manglares a extenderse cuando cierran canales. Con el tiempo, el cuerpo de agua disminuye en tamaño y el espacio que ocupan los humedales herbáceos y arbóreos dulceacuícolas y los manglares se incrementa. Por tanto, en tiempos geológicos los ecosistemas costeros se han estado transformando de forma constante (Figura 7). Este proceso de cambio continúa; por ello, y de manera natural, las lagunas se van azolvando. La gran diferencia hoy en día es la velocidad del cambio de todos estos ecosistemas. El hombre ha acelerado estos procesos.

Las entradas de energía se manifiestan a través de procesos costeros como transporte de materiales (por corrientes que fluyen a lo largo del litoral, o bien del mar hacia





**Figura 7 |** Ecosistemas costeros y su dinámica en el tiempo, en el contexto de una matriz geológica más estable. Entradas de materiales por diversos mecanismos energéticos son responsables de esta dinámica, tanto la diaria y estacional, la de ciclos de varios años así como la que se da en tiempos geológicos modifican constantemente la forma y tamaño de los ecosistemas costeros.

tierra o viceversa), transporte por viento, huracanes, tormentas, incremento en el nivel del mar. Los materiales son inyectados a través de depositación, por el escurrimiento de los ríos, de la erosión producida por el oleaje, de restos biológicos generados por organismos y de depósitos preexistentes de sedimentos de épocas geológicas anteriores o bien de las propias dunas. Nuevamente vuelve a resurgir el tema de materiales, su movimiento y su consecuente erosión y/o depositación. Las salidas de material se dan por la arena que es transportada por corrientes, acarreada, a su vez, por el viento tierra adentro, inmovilizada en humedales, fondo de lagunas o bien en los fondos marinos, y finalmente por la intemperización que sigue rompiendo y fracturando los granos de arena.

Actualmente, 70% de las costas están sufriendo procesos de erosión (Bird, 1996). Las tasas de retracción de las playas varían muchísimo y no hay una causa única y

sencilla para explicar este fenómeno. Es importante entender las causas de esta erosión, debido a que una buena parte de éstas se relaciona con las transformaciones que el hombre ha llevado a cabo en las costas, lo cual a su vez tiene que ver con el incremento de población en zonas costeras y las obras que ello requiere.

Las formaciones costeras no son estructuras permanentes, son elementos transitorios que se erosionan o acumulan sedimentos, en función de las condiciones ambientales imperantes en el momento. Muchas de estas transformaciones se pueden ver en el lapso que comprende la vida de un hombre. Ello significa que hay épocas en las cuales las playas y dunas crecen y los manglares y marismas ganan terreno al mar mediante la depositación, acumulación y estabilización de sedimentos. Pero hay otras épocas en que estos ecosistemas se erosionan, liberando sedimentos al ambiente que son transportados e incorporados a otros ecosistemas o que se pierden en el mar. Una manera objetiva de aproximarse al problema es considerar las áreas con sedimentos acumulados (por ejemplo dunas de arena, playas, marismas y manglares, acantilados) como almacenes de sedimentos; un almacén que no es permanente sino que representa acumulaciones de sedimentos (superávits) que el mar requiere y que en algún momento serán removidos por olas y mareas y depositados en algún otro lugar (French, 1997).

Las formaciones costeras no son estructuras permanentes, son elementos transitorios que se erosionan o acumulan sedimentos, en función de las condiciones ambientales imperantes en el momento. Si predomina una sobre la otra sobreviene un desequilibrio que trae consecuencias. Uno de los principales objetivos del manejo de la zona costera es mantener este equilibrio.

En el capítulo sobre Playas y dunas (sección dos) se profundiza más sobre el tema del movimiento de sedimentos. Sin embargo, para entender más esta frase, se puede hacer una analogía entre una cuenta de banco y un presupuesto de sedimentos. En ambos casos hay un dinamismo dado por las entradas y salidas –de dinero o de sedimentos. Si predomina una sobre la otra sobreviene un desequilibrio que trae consecuencias. En cambio, si se repone con otras entradas, se podrá seguir sacando y se mantendrá un presupuesto balanceado. El presupuesto de sedimentos está dado por la cantidad de sedimentos presentes. Hay entradas y salidas de éstos, es decir, de arena y lodos, los

cuales son erosionados y acumulados. La erosión se produce por lo general en la época de invierno, cuando hay fuertes tormentas con viento, y el oleaje tiene mayor fuerza. En cambio, en el verano, los sedimentos bajan con las lluvias y se distribuyen con las corrientes litorales. La arena se acumula y la playa crece, se extiende, aumenta el ancho. Los sedimentos se depositan en los humedales al desbordarse las aguas.

La dinámica natural de la zona costera le permite actuar como un amortiguador de las grandes fuerzas que se producen al entrar en contacto el mar, la tierra, los escurrimientos de agua dulce y la atmósfera. Esta dinámica, este cambio constante y permanente, se da por la interacción de los sedimentos y las fuerzas que los mueven; es decir, el oleaje, las mareas, las corrientes y los vientos. Estas fuerzas siempre están actuando y lo que varía es su intensidad y la predominancia de una sobre otra.

## El escenario del siglo XXI. El cambio climático

Hoy en día el mundo está enfrentando las consecuencias del llamado cambio climático global. Ello significa que se está produciendo un calentamiento de la atmósfera debido al incremento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), clorofluorocarbonos, metano y de otros gases disipados en la atmósfera, capaces de absorber la radiación infrarroja que motiva la retención de calor en la atmósfera, de manera semejante al efecto de invernadero. El gas que más se acumula es el dióxido de carbono.

Este cambio climático ha producido incrementos en la temperatura tanto de la superficie terrestre como del mar, ha traído cambios en la cantidad de precipitación, incrementándose en el Hemisferio Norte y disminuyendo en el trópico y subtrópico y una elevación del nivel mar (ver capítulo once sobre Cambio climático y reciclaje de carbono en humedales costeros en la segunda sección).

Los cambios climáticos también predicen un incremento en la frecuencia de eventos sorpresivos como las inundaciones, las sequías y los extremos térmicos que a su vez producirán cambios abruptos en las tasas de los procesos ecosistémicos, así como en las poblaciones de especies clave.

El cambio global está produciendo numerosas alteraciones, entre ellas un cambio climático. Las costas y los ecosistemas costeros son de las áreas más vulnerables debido al incremento en la frecuencia de eventos como inundaciones y sequías, huracanes, fenómenos de El Niño y La Niña, incremento en el nivel del mar. Los procesos de urbanización costera, la autorización para desarrollar obras costeras mal planificadas y la escasa visión de la vulnerabilidad de las costas en el mediano plazo, las está convirtiendo en áreas altamente riesgosas en nuestro país.

En el ámbito mundial, las regiones que se verán más afectada por el cambio climático global son las costas. Al comienzo de este siglo se tuvo que evacuar la primera isla del Sudeste asiático, a causa de la elevación del nivel del mar. Igualmente vulnerables son muchas de las costas bajas del mundo. Por tanto, el escenario producido por el cambio climático global y la elevación del nivel del mar no pueden ser ignorados en cualquier planteamiento que se haga sobre desarrollo costero. En el capítulo mencionado se revisan los trabajos de diversos autores donde marcan áreas vulnerables para las costas de México, pero no hay que perder de vista que en cada sitio se requiere conocer las condiciones particulares y así tomar las medidas necesarias.

### Los municipios y la dinámica de la zona costera

Los municipios costeros son muy variables entre sí. Son diferentes en la extensión de su litoral, en el tipo de costa que presentan, en la heterogeneidad y riqueza de ambientes, en lo extenso de la planicie costera y de la plataforma continental, en la población que habita en su territorio, en el tamaño de sus asentamientos y en su actividad socioeconómica. Ello se refleja en la política costera (o ausencia de la misma) que el municipio lleva a cabo. Sin embargo, rara vez se tiene en cuenta la dinámica costera que se da a lo largo de la extensión de su litoral y las interacciones que se llevan a cabo con los litorales de otros municipios. En este sentido, hay que recordar que la zona costera y las interacciones e interconexiones que le caracterizan se producen sobre la planicie costera, ya sea en uno o más municipios, dependiendo de las cuencas, escurrimientos de agua dulce y altitudes sobre el nivel del mar. En el mar, las celdas marinas constituyen compartimentos dentro de los cuales fluye libremente el sedimento, delimitados en ambos extremos por zonas rocosas o arrecifes, salientes

terrestres o deltas de ríos. Sobre una misma celda puede tener su litoral un solo municipio o varios.

El aprovechamiento de la zona costera debe basarse, de manera decidida, en la conservación de su funcionamiento. Ello implica frecuentemente el trabajo conjunto de varios municipios y el conocimiento de su litoral, de su dinámica y de su situación socioeconómica particular.

Como ya se mencionó, la dinámica costera depende de la interacción de tres de los principales componentes de los procesos costeros (French, 1997): la forma de la costa, el movimiento de los sedimentos y el oleaje, mareas y corrientes (Figura 6). Cuando se altera uno de éstos, se produce una desestabilización del sistema. Con frecuencia, las obras y actividades del ser humano modifican la dinámica de los sedimentos, es decir, las tasas de erosión, acumulación y el transporte mismo de los sedimentos. Algunos ejemplos de estas modificaciones son la construcción de caminos y accesos a la playa, ya que cuando son perpendiculares y se insertan en la línea de dunas se pueden convertir en zonas donde penetra el agua de mar o puntos focales de inundación al elevarse el nivel del agua durante las tormentas o con las corrientes de reflujó. Otro son los muros de contención, los cuales pueden redistribuir la energía de las olas u obstruir el movimiento de los sedimentos. Lo mismo sucede con los espigones, escolleras, muelles o rompeolas ya que pueden bloquear el transporte de grandes volúmenes de arena a lo largo de la costa, resultando en una depositación de sedimentos y en la ampliación del ancho de la playa en el lado de llegada, y un déficit, a largo plazo, de arena y erosión en el lado contrario. Así mismo, si la vegetación ha sido removida, puede ocurrir erosión a lo largo de la costa, por viento o por agua. SEMARNAP (2000) llevó a cabo una reflexión en el sentido de que ahora resultan más claras y alarmantes las interacciones entre los desastres naturales y los rasgos a lo largo de la costa, clásicos del subdesarrollo (dinámicas poblacionales incontroladas, crecimiento desordenado de las ciudades, persistencia de las regiones de alta pobreza, precariedad en las condiciones de salud pública, proliferación de asentamientos humanos en lugares de alto riesgo, intensificación de la actividad industrial por encima de la capacidad de carga de los ecosistemas y el deterioro y las carencias de infraestructura y equipamiento territorial, entre otros). Plantea que en estos rasgos están inmersos los procesos de deterioro de los recursos naturales que

producen degradación y deterioro ambiental (por ejemplo deforestación, erosión de suelo, etc.) lo cual se refleja en pérdida de servicios ambientales. En la costa, lo anterior se traduce en la eliminación de factores de amortiguamiento ante fenómenos naturales extremos (huracanes, tormentas, precipitaciones), al alto riesgo de pérdida de recursos alimentarios y de la propia salud humana. En otras palabras, un mal manejo de las cuencas y de la zona costera ha hecho que ésta deje de funcionar como zona de amortiguamiento y protección del encuentro de esos grandes sistemas que la caracterizan –mar, tierra, agua dulce y atmósfera.

La única manera de preservar los recursos y los servicios ambientales que brinda la zona costera, con toda la gama de ecosistemas que la conforman, es a través de un buen manejo con base en una planificación con visión de largo plazo, que apunte hacia el logro de un desarrollo sustentable. En el capítulo sobre Manejo integral de la Zona Costera (Sección uno) se esbozan las presiones a que está sujeta la zona costera y la problemática que enfrenta. La toma de decisiones, desde el nivel federal hasta el municipal, y la participación de la sociedad civil deben darse en el marco de una comprensión de lo que es la zona costera, del funcionamiento de sus ecosistemas y del carácter dinámico y frágil de la misma.

La dinámica natural de la costa, es decir, el re juego entre sedimentos y fuerzas que los mueven, resulta en una enorme flexibilidad de la zona costera y sus ecosistemas. Ello les da la capacidad de responder ante los cambios constantes, de adaptarse al embate de un huracán y a la calma que le sigue o a la inundación por el desborde de un río. Estas cualidades juegan un papel importante en la protección de dicha zona y de sus habitantes, es decir, del hombre con sus poblados, ciudades y actividades económicas.

Para poder seguir viviendo en la costa se requiere una nueva forma de pensar: el hombre como parte del sistema, no como su dueño. Con esta idea en mente, diversos autores han diseñado estrategias para abordar el desarrollo de la zona costera con base en la conservación de los procesos costeros. Esta estrategia, que ya se ha venido preparando en numerosos países, se denomina Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC). El proceso ha sido diseñado para superar la fragmentación inherente tanto

terrestres o deltas de ríos. Sobre una misma celda puede tener su litoral un solo municipio o varios.

El aprovechamiento de la zona costera debe basarse, de manera decidida, en la conservación de su funcionamiento. Ello implica frecuentemente el trabajo conjunto de varios municipios y el conocimiento de su litoral, de su dinámica y de su situación socioeconómica particular.

Como ya se mencionó, la dinámica costera depende de la interacción de tres de los principales componentes de los procesos costeros (French, 1997): la forma de la costa, el movimiento de los sedimentos y el oleaje, mareas y corrientes (Figura 6). Cuando se altera uno de éstos, se produce una desestabilización del sistema. Con frecuencia, las obras y actividades del ser humano modifican la dinámica de los sedimentos, es decir, las tasas de erosión, acumulación y el transporte mismo de los sedimentos. Algunos ejemplos de estas modificaciones son la construcción de caminos y accesos a la playa, ya que cuando son perpendiculares y se insertan en la línea de dunas se pueden convertir en zonas donde penetra el agua de mar o puntos focales de inundación al elevarse el nivel del agua durante las tormentas o con las corrientes de reflujó. Otro son los muros de contención, los cuales pueden redistribuir la energía de las olas u obstruir el movimiento de los sedimentos. Lo mismo sucede con los espigones, escolleras, muelles o rompeolas ya que pueden bloquear el transporte de grandes volúmenes de arena a lo largo de la costa, resultando en una depositación de sedimentos y en la ampliación del ancho de la playa en el lado de llegada, y un déficit, a largo plazo, de arena y erosión en el lado contrario. Así mismo, si la vegetación ha sido removida, puede ocurrir erosión a lo largo de la costa, por viento o por agua. SEMARNAP (2000) llevó a cabo una reflexión en el sentido de que ahora resultan más claras y alarmantes las interacciones entre los desastres naturales y los rasgos a lo largo de la costa, clásicos del subdesarrollo (dinámicas poblacionales incontroladas, crecimiento desordenado de las ciudades, persistencia de las regiones de alta pobreza, precariedad en las condiciones de salud pública, proliferación de asentamientos humanos en lugares de alto riesgo, intensificación de la actividad industrial por encima de la capacidad de carga de los ecosistemas y el deterioro y las carencias de infraestructura y equipamiento territorial, entre otros). Plantea que en estos rasgos están inmersos los procesos de deterioro de los recursos naturales que

producen degradación y deterioro ambiental (por ejemplo deforestación, erosión de suelo, etc.) lo cual se refleja en pérdida de servicios ambientales. En la costa, lo anterior se traduce en la eliminación de factores de amortiguamiento ante fenómenos naturales extremos (huracanes, tormentas, precipitaciones), al alto riesgo de pérdida de recursos alimentarios y de la propia salud humana. En otras palabras, un mal manejo de las cuencas y de la zona costera ha hecho que ésta deje de funcionar como zona de amortiguamiento y protección del encuentro de esos grandes sistemas que la caracterizan –mar, tierra, agua dulce y atmósfera.

La única manera de preservar los recursos y los servicios ambientales que brinda la zona costera, con toda la gama de ecosistemas que la conforman, es a través de un buen manejo con base en una planificación con visión de largo plazo, que apunte hacia el logro de un desarrollo sustentable. En el capítulo sobre Manejo integral de la Zona Costera (Sección uno) se esbozan las presiones a que está sujeta la zona costera y la problemática que enfrenta. La toma de decisiones, desde el nivel federal hasta el municipal, y la participación de la sociedad civil deben darse en el marco de una comprensión de lo que es la zona costera, del funcionamiento de sus ecosistemas y del carácter dinámico y frágil de la misma.

La dinámica natural de la costa, es decir, el rejuego entre sedimentos y fuerzas que los mueven, resulta en una enorme flexibilidad de la zona costera y sus ecosistemas. Ello les da la capacidad de responder ante los cambios constantes, de adaptarse al embate de un huracán y a la calma que le sigue o a la inundación por el desborde de un río. Estas cualidades juegan un papel importante en la protección de dicha zona y de sus habitantes, es decir, del hombre con sus poblados, ciudades y actividades económicas.

Para poder seguir viviendo en la costa se requiere una nueva forma de pensar: el hombre como parte del sistema, no como su dueño. Con esta idea en mente, diversos autores han diseñado estrategias para abordar el desarrollo de la zona costera con base en la conservación de los procesos costeros. Esta estrategia, que ya se ha venido preparando en numerosos países, se denomina Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC). El proceso ha sido diseñado para superar la fragmentación inherente tanto



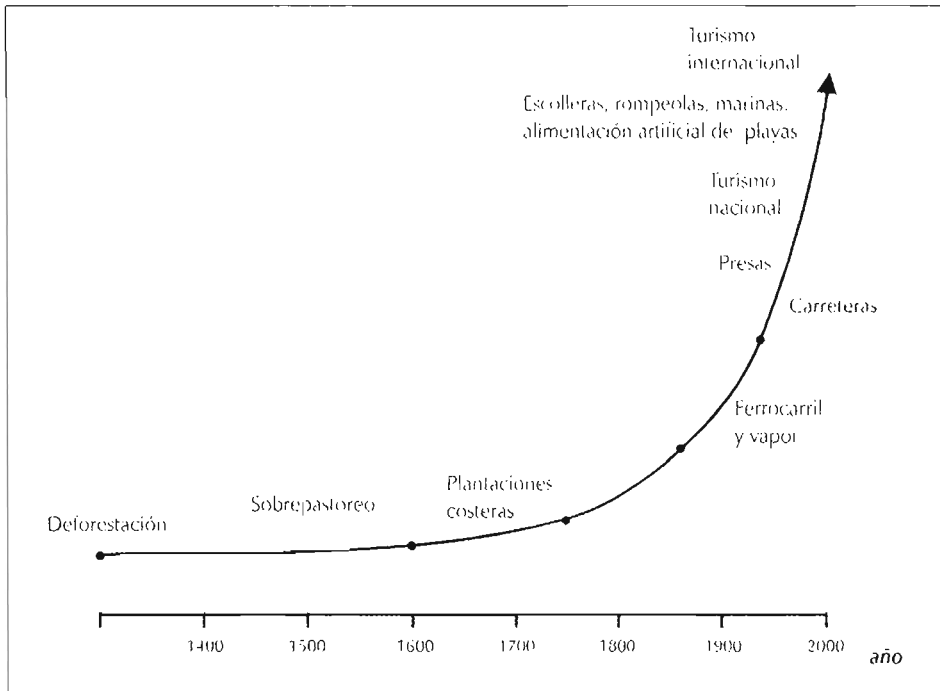
en la visión sectorial del manejo como en las sobreposiciones y ausencias de la legislación en y entre los diferentes niveles de gobierno y en la interfase agua-tierra (Cicin-Sain y Knecht, 1998). Este debe basarse en proyectos que avancen hacia el logro de un desarrollo sustentable de la zona costera.

### Presiones sobre la zona costera que afectan su dinámica

La zona costera se ve alterada o modificada por dos tipos de presiones. Las primeras son provocadas por los procesos naturales –en diversas escalas de tiempo– que de manera normal se producen. Así, muchas de estas presiones son parte del funcionamiento natural de la costa; además, son parte de la dinámica de sedimentos que se ha explicado en el presente capítulo y que le permite renovarse y amoldarse a la dinámica propia de los cuatro sistemas que interactúan. Ejemplo de estas presiones son los vientos y el oleaje que diariamente alteran el paisaje, aunque su acción es más dramática durante tormentas y huracanes.

Las segundas son producto de la interferencia del hombre en los procesos naturales (Figura 8). Van desde la disminución de sedimentos que llegan a la costa y que se pueden incorporar, la desecación de humedales y manglares, la contaminación de cuerpos de agua, hasta la interferencia de las obras de protección costera con las corrientes litorales que transportan sedimentos, entre otros. El hecho de vivir en la costa es ya una presión en sí. A continuación se enlistan los principales factores que producen presiones en la costa:

- La demografía de la zona costera, tanto por el número como por la densidad de población, sobre todo durante la época de vacaciones.
- Los patrones de uso de la tierra; por ejemplo para la creación de la infraestructura, requerida tanto en las ciudades como en los desarrollos turísticos o bien para la obtención de recursos (agricultura, pesca, energéticos, etc.).
- Los patrones de tenencia de la tierra y de control que generalmente son complejos en la costa debido a la coexistencia de propiedad federal, privada, ejidal y recursos de uso común, además de patrones de utilización basados en usos y costumbres.
- La transformación de la línea de costa por obras de infraestructura y



**Figura 8 |** Principales impactos que las actividades del hombre han tenido a lo largo del tiempo, de 1400 a la fecha. La pendiente de la curva muestra como se han incrementado estos impactos a partir de la Revolución Industrial (modificado de Nordstrom, 2000).

“protección costera” tales como espigones, esolleras, rompeolas.

- La extracción de agua potable (frecuentemente tomada del manto freático).
- La contaminación producida en los mantos freáticos y en los ecosistemas costeros.
- La disposición de desechos.
- La erosión de cuencas y los cambios hidrológicos en la boca de ríos y lagunas que producen disfunciones y azolves.

El efecto de la presión inducida por el hombre en la zona costera es extenso en el espacio y de larga duración, y con frecuencia es acumulativo. La actividad humana puede interferir con los procesos costeros naturales y evitar que el ecosistema mantenga el equilibrio necesario para conservar su integridad y su vitalidad. Tanto los ecosistemas terrestres como los marinos están altamente integrados: todas las partes se interrelacionan pues dependen unas de otras. La destrucción o degradación de un componente puede llevar al deterioro de otras partes o a la disfunción del ecosistema como un todo. Uno de los efectos más claros hoy en día son las altas tasas

de erosión de las playas y lo distribuido de este fenómeno en el ámbito mundial. Las únicas costas con acumulación de arena son aquellas donde se localizan grandes ríos con abundante carga de sedimentos o bien donde las costas están experimentando un levantamiento isostático. El impacto acumulativo de las presiones ejercidas por el hombre puede ser muy significativo en algunas áreas, en especial en las que poseen recursos costeros sensibles como humedales, cuerpos de agua, hábitats de vida silvestre. Lo mismo sucede con áreas sujetas a fuerte incremento de la población establecida. Así, la costa se está transformando en un paisaje artificial fuertemente manejado por el hombre (obras de infraestructura y protección costera). Bush *et al.* (1996) han desarrollado trabajos muy interesantes que permiten valorar las zonas de mayor riesgo. Han realizado este trabajo fundamentalmente para las islas de barrera, que representan en Estados Unidos, y comienzan a hacerlo en Cancún, México, uno de los ambientes donde se realizan muchos de los desarrollos turísticos. A través de su trabajo proporcionan una serie de recomendaciones que se pueden ampliar a otros ambientes costeros. Plantean que el reconocimiento de los procesos físicos activos en estas zonas es el primer paso para reconocerlas como de riesgo. En todos los casos es importante recordar que un enfoque de prevención es mucho mejor que uno de remediación, ya que los costos sociales, económicos y ecológicos son mucho menores y las probabilidades de éxito para un municipio se incrementan. Estos mismos autores (Bush *et al.* 1996; Pilkey, *et al.*, 1998) plantean una serie de principios básicos para vivir en la zona costera, denominados "viviendo bajo las reglas del mar":

1. La zona costera es un ambiente único en la tierra y por tanto requiere de estrategias de manejo únicas. En la costa hay sistemas mucho más dinámicos

Tanto los ecosistemas terrestres como los marinos son sistemas altamente integrados, en los que todas las partes están interrelacionadas y dependen unas de otras. La destrucción o degradación de un componente puede llevar al deterioro de otras partes o a la disfunción del ecosistema como un todo. Existen instrumentos legales, como son las manifestaciones de impacto ambiental que, cuando están bien hechas, constituyen un apoyo para los municipios quienes finalmente, los que tendrán que enfrentar las consecuencias de una obra mal hecha, con repercusiones sociales y económicas en los pobladores.

que tierra adentro y por tanto el tipo y patrón de desarrollos urbano-turísticos que funcionan en el interior frecuentemente incrementan el riesgo en las zonas costeras.

2. Los procesos físicos costeros deben ser identificados y comprendidos desde una perspectiva integral que tenga en cuenta todos los ecosistemas costeros y sus interacciones
3. Se debe planificar antes de hacer un desarrollo y éste debe hacerse respetando la dinámica natural de la costa y con una visión integral de la misma. El escoger adecuadamente dónde se va a ubicar una edificación es el mejor seguro contra daños. Un sitio protegido por la playa y dunas o bien elevado cuenta con más protección. Un desarrollo bien planificado no requiere el uso de sistemas de “protección costera” como son muros de contención, espigones, etcétera.
4. Las alteraciones que el desarrollo económico produce en el ambiente deben ser reparadas. Ello implica, generalmente, restaurar zonas de dunas, humedales, manglares, etc. a condiciones similares a las que tenían antes del desarrollo.
5. Todas las evaluaciones de riesgo y de mitigación en la zona costera deben manejarse dentro del marco de la elevación del nivel del mar que se está produciendo.
6. El riesgo y los daños que se pueden ocasionar a las propiedades en la zona costera son específicas de cada sitio. Cada lugar es diferente ya que presenta un conjunto único de características o condiciones que requiere soluciones únicas.
7. La mitigación de daños a la propiedad debe plantearse desde una perspectiva integral, y no sólo desde la visión de las zonas más cercanas al mar. Este enfoque es especialmente importante para las islas de barrera.
8. Las áreas de riesgo relativo pueden ser reconocidas con base en criterios bien definidos. El establecimiento de criterios y la observación directa del área en cuestión permitirán dirigir el desarrollo hacia zonas menos riesgosas, por ejemplo, donde no hay penetración del oleaje de tormenta, migración de dunas, áreas poco elevadas, etcétera.
9. Se deben evitar acciones y construcciones que generen problemas. Caminos y carreteras que llegan perpendiculares hasta la playa son puntos bajos de entrada del oleaje durante tormentas. Lo mismo sucede con cortes o eliminación de dunas de arena que frecuentemente se hacen para tener

- vista, acceso o edificar construcciones. Los muros de contención protegen edificios pero también reducen el tamaño de la playa, quedando mucho más expuestos al oleaje.
10. Las playas anchas y las dunas embrionarias protegen las construcciones, ya que hay más superficie para disipar la energía del oleaje durante tormentas.
  11. Las dunas protegen las edificaciones, pues funcionan de igual manera que las playas.
  12. Es de gran importancia conservar la arena, es decir, los sedimentos. Especialmente en las playas y dunas, el volumen de arena debe mantenerse o bien incrementarse. Al igual que el agua o el aire, es un recurso que debe conservarse.
  13. La vegetación protege las edificaciones y las propiedades. Se debe mantener la cubierta de vegetación natural de las dunas y humedales, ya que brinda estabilidad a las dunas y permite el funcionamiento de los humedales.
  14. Se deben proteger las unidades geomorfológicas como consecuencia del cumplimiento de las reglas anteriores. Las playas y dunas, las marismas y manglares son ambientes donde se ha producido una acumulación de sedimentos como respuesta a la dinámica costera. Cuando se altera la unidad geomorfológica, se altera la estabilidad.

A través de los capítulos de este libro se irán abordando temáticas que ayudarán a comprender mejor el funcionamiento de la costa y el porqué de la insistencia en conservar esta dinámica y adecuar el desarrollo socioeconómico a la dinámica costera. Vivir en la costa no es fácil. Es un reto pero también tiene un enorme potencial. Los municipios tienen una gran oportunidad en sus manos para impulsar un desarrollo sustentable que eleve la calidad de vida de sus habitantes y conserve el funcionamiento de los procesos costeros y de los propios ecosistemas costeros.

Por ello insistimos, la vida en la costa brinda un gran potencial pero también es un reto. Hay conocimientos científicos, técnicos y populares sobre lo que se puede hacer y lo que no. Hay reglas a seguir que garantizan a un municipio la conservación de su patrimonio natural y que le brindan posibilidades de un desarrollo sustentable de alta calidad.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Barry, J. M.** 1997. *Rising Tide. The great Mississippi flood of 1927 and how it changed America.* Simon y Schuster, Nueva York, 524 p.
- Beatley, T., D. J. Brower y A. K. Schwab.** 1994. *An introduction to coastal zone management.* Island Press, Washington D. C., 210 p.
- Bird, E.C.** 1996. *Beach management.* John Wiley y Sons. Nueva York, 281 p.
- Bush, D. M., O. H. Pilkey Jr. y W. J. Neal.** 1996. *Living by the rules of the sea.* Duke University Press, Durham, 180 p.
- Carter, R. W. G.** 1988. *Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines.* Academic Press, Londres, 617 p.
- Cicin-Sain, B. y R. W. Knecht.** 1998. *Integrated coastal and ocean management. Concepts and practices.* Island Press., Washington D. C., 516 p.
- Day, J., D. Pont, P. F. Hensel y C. Ibañez.** 1995. Impacts of sea level rise on deltas in the Gulf of Mexico and the Mediterranean: the importance of pulsing events to sustainability. *Estuaries* 18 (4): 636-647.
- Day, J., G. P. Schaffer, L. D. Britsch, D. J. Reed, S. R. Hawes y D. Cahoon.** 1999. Pattern and process of land loss in the Louisiana coastal zone: an analysis of spatial and temporal patterns of wetland habitat change. En: L. P. Rozas *et al.* (eds). *Symposium on Recent research in coastal Louisiana: natural system function and response to human influence.* Louisiana Sea Grant Program: 193-202.
- French, P. W.** 1997. *Coastal and estuarine management.* Routledge Environmental Management Series, Nueva York, 253 p.

- Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). 2001. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- Inman, D. L. y K. F. Nordstrom. 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. *J. of Geology* 79: 1-21.
- Lézy, E. 1999. La littoralisation des activités humaines a l'échelle mondiale. En: M. A. Gervais—Lambony (ed.). *Les littoraux*. Atlante. Belgique, pp: 80-83.
- Mann, K. H. 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine and coastal marine ecosystems. *Limnol. Oceanogr.* 33 (4 parte 2): 910-930.
- Nordstrom, K. F. 2000. *Beaches and dunes of developed coasts*. Cambridge University Press., Londres, 339 p.
- Picardat, A. 1999. Les littoraux, un enjeu stratégique? En: M. A. Gervais—Lambony (ed.). *Les littoraux*. Atlante, Belgique, pp: 72-79.
- Pilkey, O. H., W. J. Neal, S. R. Riggs, C. A. Webb, D. M. Bush, D. F. Pilkey, J. Bullock y B. A. Cowan. 1998. *The North Carolina shore and its barrier islands. Restless ribbons of sand*. Duke University Press., Londres, 318 p.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP-INE). 2000. Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera. Propuesta. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAP, México D. F., 40 p.
- Twilley, R., S. C. Snedaker, A. Yáñez-Arancibia y E. Medina. 1996. Biodiversity and ecosystem processes in tropical estuaries: perspectives of mangrove ecosystems. H. A. Mooney *et al.* (eds.). *Functional roles of biodiversity: a global perspective*. John Wiley and Sons Ltd, Nueva York. 327-370 p.
- Yáñez-Arancibia, A., J. L. Rojas Galaviz, P. Sánchez-Gil y A. L. Domínguez-Lara. 1997. El ecosistema del Golfo de México: prioridad estratégica para el desarrollo sostenible. *Revista Mexicana del Caribe* 2 (4): 130-147