

Erosión Costera



DIRECCIÓN GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EROSIÓN COSTERA

1. INTRODUCCIÓN

Todos podemos suponer más o menos qué es **“erosión costera”**, pero no siempre lo que entendemos es exactamente lo que el fenómeno produce.

Tras un fuerte temporal, se suelen encontrar personas que nos indican que *“la playa ha desaparecido”*, cuando no es nada más que una situación natural de la playa que ha cambiado su perfil de propio del verano por un perfil de temporal o de invierno. Cuando hoy en día se oye hablar de la generalizada erosión de las costas del planeta, resulta importante pensar como se producen estos cambios.

Muchos de los cambios se deben a que la acción marina modela la forma y evolución de la franja costera, mediante diversos procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos.



Fig. 1 Playa con erosión severa, en departamento de Usulután.

Las zonas de erosión presentan retroceso de acantilados escarpados con desprendimientos, deslizamientos y desgaste de las áreas planas y poco profundas, en las zonas de acumulación, el mar deposita gravas y arenas.

El principal motor de estas transformaciones dinámicas es la energía del mar, a través de mareas, olas y corrientes litorales.

2. DEFINICIÓN DE EROSIÓN COSTERA

Entendemos que existe erosión costera cuando, comparando una playa en dos momentos distintos, la línea de orilla está desplazada hacia tierra en la última apreciación de ella. Este cambio puede deberse a multitud de causas estacionales, y si suponemos una constancia en el tiempo de este retroceso, habría que analizar si ese estado es realmente erosivo, ya que pudiera suceder que el sedimento de la playa que antes estaba en su zona seca, se haya movido a la zona sumergida, o que exista un desequilibrio sedimentario a lo largo de todo el sistema litoral. Por lo que solamente se puede afirmar que existe erosión de una costa cuando el sistema litoral en su conjunto ha perdido sedimento. Para ello debemos conocer qué se entiende por *sistema litoral*.

Una playa cualquiera no es un elemento aislado en el conjunto del litoral, sino que forma parte de un tramo y una franja de costa, en la que cualquier cambio en dinámica litoral en un punto, afecta al resto, con mayor o menor importancia. Por tanto, la playa se encuentra inmersa y condicionada por una unidad mayor denominada **Sistema Litoral**.

La costa se puede fragmentar en espacios independientes o unidades fisiográficas, no existiendo transporte litoral longitudinal de sedimentos de una unidad fisiográfica a otra, esto es; no existe paso de sedimentos significativo entre una unidad y la adyacente. Esta unidad fisiográfica con los sumideros y fuentes de material que componen un Sistema Litoral, forman una unidad de costa independiente respecto a la dinámica litoral.

El sistema litoral, y su unidad fisiográfica, se puede, a su vez, zonificar, dividiendo su costa en tramos que tienen básicamente las mismas características respecto a la dinámica litoral, actuando y reaccionando, por tanto, de manera similar cada zona. Cuando sí existe paso de sedimentos de un tramo de costa al contiguo, pero la cantidad que pasa es pequeña respecto a lo transportado dentro el tramo, se puede hablar de subunidades fisiográficas, siendo muy poco sensibles las zonas de una subunidad a las alteraciones de la adyacente.

El sistema litoral se encuentra limitado también hacia el mar, sus límites vienen definidos por la profundidad en la que los agentes climáticos marinos, especialmente el oleaje, tienen la capacidad de movimiento de sedimento, a partir de la cual el sedimento no lo mueve el oleaje. Esta profundidad es la llamada profundidad de cierre máxima.

El sistema litoral puede entenderse que se extiende a aquellas zonas que sin estar dentro de la acción dinámica de los agentes marinos, sí actúa directamente sobre esta zona aportando sedimentos al sistema, fuentes, como son las cuencas de los cauces fluviales, o las que lo retraen del sistema, sumideros, como son algunos fondos marinos, bahías, etc.

El movimiento de sedimentos a lo largo de la costa se conoce como transporte litoral, mientras que los volúmenes de arena involucrados en el transporte se conocen como deriva litoral. Este transporte puede ser detenido por rompeolas o capturado por cañones submarinos. En el caso de los rompeolas, el resultado es acreción de la playa del lado corriente arriba y erosión del lado corriente abajo.

La erosión de una costa ocurre si más arena deja la costa que la que llega. Por tanto para considerar si hay erosión o acreción en una costa es importante hacer un cálculo del balance de sedimentos litorales, evaluando las contribuciones y pérdidas para calcular la pérdida o ganancia neta en un compartimiento de una costa.

3. EVALUACION DE LA EROSION

La erosión puede evaluarse en dos aspectos:

- En el tiempo

- En el espacio

De esta forma se puede analizar si una costa se está erosionando, en qué grado, y debido a qué. El estudio de la erosión se define por tres elementos básicos: el balance sedimentario, que nos dirá a dónde va el sedimento; la forma de medir la erosión; y cómo debe estudiarse y las medidas que deben tomarse.

3.1 LA EROSIÓN EN EL TIEMPO

En ocasiones confundimos la erosión con los diversos estados naturales cíclicos de la playa. En períodos donde se producen temporales, u oleajes con cierta intensidad, la línea de orilla retrocede y el ancho de la playa seca es menor, y no por ello se ha perdido sedimento, sino que está en otra zona de la playa: la playa sumergida, formado barras, escalones o bajos. Pero en periodos donde hay poco oleaje, o de bonanza, gran parte del sedimento que estaba en la zona sumergida de la playa, se acumula en la zona emergida, alcanzando ésta su mayor anchura; y muy frecuentemente se cree que ésta es la anchura normal de la playa y no, como es en realidad, la máxima en un periodo de bonanza, pero no su única anchura natural. Estos dos estados extremos de la playa, bonanza y temporal, coexisten cíclicamente en el tiempo: de un estado de bonanza, se pasa a otro de temporales que hacen variar la playa para transformarse en un elemento disipativo de la energía más eficaz, lo que provoca una reducción de anchura de playa seca y un aumento de su zona mojada, con plataformas en la playa sumergida de pequeño calado que provoca las típicas roturas sucesivas de oleaje; finalizado el periodo de temporales, el mar va devolviendo lentamente la arena depositada en los fondos de la playa sumergida a la playa seca para conformar una playa típica de periodo de bonanza. Suele ocurrir que la velocidad de cada uno de las transformaciones es diferente; siendo más rápida la formación de playa de temporal que la formación de playa de bonanza.

Un fenómeno, frecuente en las costas de todo el mundo son las llamadas ondas erosivas. No es una onda en sí, sino que se produce en largas alineaciones de playa cuando, normalmente por falta o reducción drástica de la fuente de alimentación del transporte sólido litoral, el tramo comienza a erosionarse por un extremo, no notándolo el resto de la playa; existiendo un punto donde no hay ni avance ni retroceso, a partir de ese punto, la playa se comporta como si no hubiera ocurrido nada. Transcurrido un tiempo ese punto que separa la zona erosionada de la que ni siquiera se ha enterado, va avanzando; llamando a ese avance en el tramo en erosión

como “onda erosiva”. La explicación de cómo un tramo de playa no se entera de lo que le pasa al resto es bien sencilla: la pérdida de aporte de la fuente, la suple la propia playa en su extremo más cercano a ella, por lo que le llega al resto de la playa la cantidad de material suficiente; pero ese tramo que suple a la fuente se va agotando y transmitiendo a su aledaño esa descompensación, necesitando de nuevos aportes que los realiza el tramo aledaño, y así sucesivamente. En este caso sí existe una erosión real que se va transmitiendo en el tiempo a lo largo de la playa. Cuando la playa no es de gran longitud, o existe un importante transporte transversal neto hacia el mar, entonces la línea de orilla erosionada va incrementándose, produciéndose una erosión continua y constante, pudiéndose valorar en el número de metros de disminución de anchura de playa seca al año.

3.2 LA EROSIÓN EN EL ESPACIO

Cuando estudiamos la erosión que se produce en la costa, debemos hacerlo tanto en el tiempo, como en el espacio que se produce y afecta. Desde este último punto de vista se pueden considerar dos tipos de erosiones: Generalizada en todo el sistema litoral, y parcial de un tramo de costa.

3.2.1 Erosión generalizada

Se produce cuando todo un tramo de costa, amplio y que ocupa todo o prácticamente todo el sistema litoral, se encuentra en erosión.

Esa erosión puede ser debida fundamentalmente a tres causas:

- Falta de sedimento que se incorpora al transporte sólido litoral.
- A una alteración del medio eliminando la continuidad del transporte sólido litoral y disminuyéndolo.
- Produciéndose una alteración de los agentes climáticos marinos que actúan en la costa.

El sedimento que se incorpora a la costa formando las playas puede tener, básicamente, tres orígenes:

- Arrastrados por los cauces fluviales que desembocan en el mar
- Provenientes de animales marinos como conchas, corales

- Provenientes de la erosión de la propia costa como playas, cantiles, acantilados, etc.

Cuando la fuente principal de sedimento que se incorpora a la costa se reduce o deja de facilitar material, el mar sigue transportando material a lo largo de la costa que lo toma de la playa, y se erosiona si no le llega material de reposición.

Cuando sobre una costa abierta con un transporte sólido litoral continuo se interpone una barrera, como un puerto, un espigón, etc., la dinámica litoral imperante en el tramo se interrumpe, provocando una descompensación sedimentaria: al lado de barlomarⁱ se acumula continuamente material, mientras que del lado de sotamarⁱⁱ se va produciendo una erosión continuada; pudiendo alcanzar la descompensación más de 500 metros.

Otra forma de reducir o aumentar la erosión es alterar artificialmente los agentes climáticos marinos que inciden en la costa, mediante obras que producen un desequilibrio en la dinámica litoral. Suele ser frecuente en diques curvos que provocan una difracción de oleaje, alterando toda la dinámica litoral en su zona de influencia; en ocasiones provocando erosiones generalizadas y en ocasiones solo parciales.

3.2.2 Erosión Parcial

En ocasiones, la erosión que se produce solamente afecta a una zona de la playa, no transmitiéndose al resto, considerándose ello como una erosión parcial, aunque, a veces, ésta indica el inicio de una erosión generalizada, no siendo más que una fase inicial de ella; por tanto, la erosión parcial puede ser de dos tipos:

- Debida a un desequilibrio del sistema.
- Como inicio de una erosión generalizada.

Se entiende por erosión debida a un desequilibrio en el sistema litoral cuando en la evolución normal de la costa del sistema litoral se introduce artificialmente o de forma natural un elemento distorsionador que altera tanto la evolución y forma de la playa, como el transporte sólido litoral. Estos desequilibrios del sistema pueden ser debidos a introducir en la costa obras de defensa como son los espigones o los diques, que sin ser barreras totales que afectan a todo el sistema litoral, provocan una barrera parcial al normal movimiento de sedimentos a lo largo de la costa; provocando a barlomar acumulaciones importantes

mientras que a sotamar de la obras se produce una erosión, que normalmente es localizada y parcial pues el sedimento es capaz de atravesar la barrera que supone el espigón o dique exento. También se producen desequilibrios que provocan erosiones parciales o locales cuando se altera o cambian de forma natural o artificial las características de los agentes climáticos. Un ejemplo muy característico que suele suceder en muchas partes de la costa son los llamados basculamientos debido a la persistencia no habitual de una dirección de oleaje.

Por último se debe tener en cuenta que gran parte de las erosiones generalizadas en el sistema litoral comienzan por ser erosiones locales o parciales que afectan o al tramo más sensible o al inicio de éste.

4 ¿HACIA DÓNDE VA EL SEDIMENTO EROSIONADO?

El balance sedimentario de un tramo de costa es determinar las entradas y salidas de material que tiene a lo largo de un periodo de tiempo determinado; y con ello evaluar si ese tramo se encuentra en erosión, o por el contrario tiene aumento de material. Para realizar el balance sedimentario, lo primero que debe delimitarse son los bordes o límites de ese tramo, tanto longitudinalmente como transversalmente. Una vez realizado, debe calcularse el transporte sólido litoral, longitudinal y transversal; el transporte eólico; el aporte de fuentes terrestres y marinas de material; y los sumideros de sedimento, tanto costeros como puramente marinos como son los cañones submarinos. Una vez conocidas las variables sedimentarias, habría que estudiar, para cada uno de los cuatro frentes del tramo cuál es su balance en el periodo de tiempo considerado, teniendo en cuenta las características del tramo: si es una costa abierta, cerrada o semi cerrada.

Determinadas todas las variables sedimentarias del tramo costero, puede llegarse a la conclusión si la costa está en erosión o no, esto es, si ese tramo ha perdido sedimento o material. Pues pudiera ser que no perdiendo sedimento, la costa se hubiese alterado. Esa alteración puede ser básicamente de dos tipos:

- Basculamiento o descompensación sedimentaria aérea.
- Cambio de perfil o descompensación sedimentaria aérea - sub aérea.

En el primero de los casos la playa en planta se descompensa, produciéndose un basculamiento o giro de la línea de orilla a lo largo del tramo, o bien el sedimento emigra produciéndose otras formaciones aéreas como son flechas emergidas.

Pero pudiera suceder que las transformaciones sean debidas a cambios del perfil de playa: la arena emigra de la playa seca a la playa sumergida, reduciendo el calado de los fondos. Esto es típico de situaciones de temporal; pero puede suceder que la persistencia haga que el propio perfil cambie mantenido la reducción de calados en periodos de verano.

En los casos citados de descompensación ese tramo de costa no se encuentra en erosión; aunque en apariencia sí lo esté.

5. ¿CÓMO SE MIDE LA EROSIÓN?

Existen dos características básicas que hay que atender para determinar la erosión de un tramo de costa:

- En el tiempo
- En el espacio

Se entiende medir la erosión en el tiempo cuando comparamos el estado de un tramo de costa en dos tiempos distintos y determinamos las variaciones que se han producido en él.

El plano estaría formado por una serie de manchas o áreas que indicarían las zonas de erosión y las zonas de aumento. Compensando unas con otras se determinaría si ese tramo ha perdido, está en erosión o ha ganado sedimento, está en aumento, o no ha variado.

El cálculo de las variaciones que se producen en un área determinada de la costa es práctica cuando se trata de un tramo o playa concreta durante un espacio de tiempo prolongado. Entonces se recurre a determinar los cambios que se producen en un tramo de costa mediante Planos de Evolución de la Línea de Costa, que son restituciones fotogramétricas de la línea de orilla en un instante determinado. Mediante esta técnica se puede conocer de forma sencilla y práctica como ha ido variando la línea de costa a lo largo del tiempo. Solamente hace falta realizar un vuelo fotogramétrico, o en su caso una fotografía espacial de satélite, y restituir la línea de orilla, haciéndolo en diversos instantes.

Para que las líneas de costa sean comparables, con una cierta fiabilidad deben hacerse en periodos de verano. Para transformar las variaciones superficiales que dan los planos de

evolución en variaciones de volúmenes de arena, se puede recurrir a determinar la variación teórica aproximada del perfil de playa.

Cuando se quiere medir la erosión en valor absoluto, debe considerarse todo el sistema litoral, tanto su parte terrestre como sumergida, porque si únicamente se mide la playa seca, pudiera suceder que el material que hipotéticamente se ha erosionado esté en la playa sumergida. Por lo que debe evaluarse la erosión en su conjunto y no llamar erosión a lo que es descompensación sedimentaria del sistema o cambio de perfil natural. Además para evaluar la erosión de una zona no debe excluirse zonas que antiguamente eran de playa que se han incorporado al entramado urbano.

6. LA EROSIÓN COSTERA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Debe verse, en líneas muy generales, desde tres perspectivas diferentes:

- Reducción de aportes de sedimentos a las playas
- Cambio del clima marítimo
- Cambio del nivel medio del nivel del mar

La costa va alimentándose de sedimento que una gran parte proviene de los aportes de los cauces fluviales; el aumento o disminución de su caudal es esencial para la capacidad que el cauce tenga de transportar sedimento. Una disminución de las precipitaciones reduciría el aporte, pero si éstas se realizan de forma brusca que provoquen avenidas, podría compensarse.

El clima marítimo que afecta directamente a la costa depende del clima y la morfología de las costas. Si se producen variaciones importantes en el clima, éstas se verán reflejadas en el oleaje y corrientes que afectan directamente a la costa, alterando el transporte sólido litoral.

En nuestra zona, la amplitud de mareas es media (meso-mareal), la energía involucrada es elevada y más aún durante las marejadas, donde la energía y erosión son importantes.

La forma de la costa es consecuencia del control geológico-geomorfológico y la acción del mar. La morfología costera ha sido diseñada por el mar respetando los condicionamientos

geomorfológicos y geológicos. La costa, con orientación general noroeste-sureste, presenta una alternancia de áreas elevadas o puntas con acantilados, y playas bajas con entrantes.

En términos generales, el mar erosiona las salientes acantiladas, motivando el retroceso de la línea de costa, y acumula las gravas y arenas en las playas con entrantes. No obstante, en las marejadas erosiona sectores de playas de acumulación.

La causa de la erosión marina selectiva se debe a que al aproximarse a la costa, debido a la menor profundidad del fondo, las olas pierden velocidad y longitud pero aumentan su altura.

Asimismo, al acercarse a la orilla, los trenes de onda de las olas tienden a ponerse paralelos a la costa local por el fenómeno de refracción. Debido a ello, convergen en las salientes aumentando su poder erosivo sobre ellas, mientras que en las entrantes las direcciones son divergentes, y por efecto contrario, se atenúa el ataque sobre la costa.

Además, existen alteraciones locales, como las que plantean las obstrucciones de los muelles al avance del tren de olas. En este caso las olas giran hacia la zona que está al abrigo de la obstrucción, propagándose detrás de ella por un fenómeno de difracción de olas.

A manera regional, a lo largo de una costa, el material más grueso está más cerca del área fuente y el más fino más lejos, por eso el tamaño de grano es un criterio usado para conocer la fuente y la trayectoria del sedimento en la costa. En una misma playa, las variaciones en la granulometría son indicadoras de energía. El material más grueso se acumula en el lugar de la rompiente de las olas y en la barra offshore. Las variaciones longitudinales muestran cambios en la energía del oleaje, con las arenas más finas localizadas en áreas protegidas por salientes donde la refracción reduce la energía de la ola.

ⁱ Barlomar: zona a la que se está expuesto a las corrientes

ⁱⁱ Sotamar: zona al abrigo de las corrientes