

# Vulnerabilidad y peligro: costas mexicanas

Continúa de la gaceta anterior.

Por Christian M. Appendini y Paulo Salles

## PARTE II

### ¡Alerta!: peligro en las costas

Cuando escuchamos hablar de costas y playas, la mayoría de nosotros imaginamos y asociamos casi de manera inmediata todo aquello que se refiere a sol, mar, comida, animales marinos exóticos y descanso, entre muchas cosas más. Lo anterior no está nada alejado de la realidad, sobre todo porque las personas que no viven en la costa tienen como único referente de esta la experiencia lúdica y de esparcimiento durante los periodos vacacionales. Pero tratemos de pensar qué es lo que en realidad experimentan las personas que habitan cerca de la costa. En primer lugar, pasará por sus cabezas la alta probabilidad del arribo de una tormenta tropical a sus poblaciones, o más aún, el paso de un huracán de la magnitud que sea. También llegará a sus mentes las consecuencias que traen consigo los momentos antes, durante y después un huracán. Eso quiere decir

que estas personas viven de manera constante y permanente en alerta todos los días de su vida; entonces, estamos hablando de seres humanos que viven en un riesgo permanente de experimentar un fenómeno de este tipo en algún momento de su vida.

En suma, tratamos de mostrar que vivir cerca de las costas no es sinónimo de la fiesta ni del placer que conocemos la mayoría disfrutando del sol. Más bien, significa estar atento a situaciones de riesgo y vulnerabilidad como las que hemos mencionado. Solo de pensar que un huracán puede tener vientos de más de 120 km/h y, con ello, arrasar con todo a su paso, o que la fuerza del oleaje destruye gran parte de aquello con lo que choca, podemos darnos cuenta de que es contrario a lo que imaginamos: en el mar “la vida no es tan sabrosa”, como en la canción de Farrés, ya que cuando se presentan eventos extremos, esta vida placentera puede convertirse en una verdadera pesadilla.

### SOS: riesgos y vulnerabilidad

El conocimiento de los peligros naturales que existen en la costa y ponen en riesgo a la gente, así como la destrucción de la infraestructura que afecta a las comunidades, es indispensable no solo para evitar en la mayoría de lo posible los desastres y minimizar los daños potenciales en la vida de los seres humanos, sino también para disminuir otro tipo de impactos que ocurren sobre las costas. Nos referimos, por supuesto, a todos aquellos que son causados por las actividades humanas; es decir, cuando el ser humano en nombre del desarrollo económico o social afecta de manera directa a los sistemas naturales que forman las costas. Un ejemplo de lo anterior puede observarse en la construcción de los puertos; los daños que se ocasionan al medioambiente con tales actividades pueden llegar a ser irreversibles. Justamente en este texto trataremos de explicar cuáles son los riesgos y peligros más grandes que pueden ocurrir por la interacción que los seres humanos tienen con la costa, así como la forma en que muchos de dichos peligros pueden ser minimizados.

Primero que nada comenzaremos aclarando las diferencias entre peligro, vulnerabilidad y riesgo en la costa. El peligro en la costa, en la mayoría de las ocasiones, es aquel que la gente imagina al recordar eventos extremos, como por ejemplo, una tormenta, los huracanes o maremotos, entre los principales. Este tipo de fenómenos, en efecto, son considerados en sí mismos el agente del peligro, por ser la causa principal de una cadena de acontecimientos cuyos resultados pueden medirse en daños inmediatos, en forma de inundaciones, erosión, vientos fuertes, corrientes fuertes, etc. Es por ello que el peligro en las costas puede medirse a través



Erosión de playas en Yucatán

de la frecuencia con la que puede ocurrir alguno de estos eventos, y que además resultan ser potencialmente dañinos para los agentes de un lugar, como el medioambiente, las personas o sus bienes.

En cambio, la vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad de un agente determinado (el medioambiente, una persona o un bien) de verse afectado por un evento que ocasione algún daño. Entonces, en términos de vulnerabilidad, podemos encontrar aquellos lugares que son vulnerables a la erosión, las inundaciones, el impacto ambiental, la contaminación, etc.

En términos generales, y hablando específicamente de la vulnerabilidad en la costa, esta depende de distintos factores geográficos y físicos, de los cuales uno de los más importantes es la geomorfología costera, a partir de la cual es posible definir la vulnerabilidad “natural” de algún sitio en la costa. Pongamos un ejemplo: la vulnerabilidad a la inundación en una costa baja, como las playas del Caribe, será distinta que en una costa acantilada o accidentada, como en las playas de Acapulco. Siguiendo esta misma idea, pensemos en una casa construida en cada uno de los dos lugares. Las condiciones serán muy distintas una de la otra, es decir, la casa que se encuentra en la costa del Caribe tiene como principal característica que el mar se encuentra prácticamente al salir de la puerta de la casa. En cambio, para llegar al mar de la casa en Acapulco, se tendría que bajar del cerro o el acantilado y sortear una serie de barreras físicas para llegar hasta el mar. Entonces podríamos hacernos la siguiente pregunta: ¿cuál de estas dos casas es más vulnerable a sufrir daños por una inundación originada por un huracán? Efectivamente, la casa que se encuentra en el Caribe.

Respecto a la vulnerabilidad, existen otros factores que la definen como tal, como el tipo de infraestructura antropogénica con la que se cuenta, que es llamada también vulnerabilidad

antropogénica. Supongamos que la casa de Acapulco fue construida de madera y la casa del Caribe, de concreto. ¿Cuál será más vulnerable a sufrir daños por los fuertes vientos de un huracán? Ciertamente, la cabaña de madera. Por lo tanto, la vulnerabilidad de la costa resulta ser todo en conjunto: tanto la vulnerabilidad natural como la vulnerabilidad de la infraestructura. Así, la combinación de los dos factores, peligro y vulnerabilidad, determinará el riesgo que existe y tiene un lugar dado.

Una vez más hagamos el ejercicio de pensar en la cabaña de madera, pero ahora tratemos de imaginarla en un acantilado. El peligro de un huracán existe; sin embargo, la vulnerabilidad a la inundación es baja y la vulnerabilidad a sufrir daños en su infraestructura por vientos fuertes es alta. Entonces, el riesgo de inundación es prácticamente nulo y el riesgo a daños por vientos es muy alto. En cambio, la casa del Caribe tiene un alto riesgo de inundarse y un bajo riesgo de sufrir daños por vientos. Pero si ambas casas fueran de concreto, claramente el riesgo de estar en la costa del Caribe es mucho mayor que si esta se encontrara en un acantilado sobre la costa en el Pacífico.

Algo que no debemos olvidar es que los peligros en la costa son muy variados, independientemente de su geomorfología, ya sea en el Pacífico o en el Caribe; es por ello que una zona puede estar sujeta a distintos peligros. La importancia de conocerlos y caracterizarlos radica en reconocer el tipo de vulnerabilidad que posee la zona, para lograr estimar los riesgos existentes en caso de presentarse cada uno de los peligros que hemos puesto como ejemplo; de esta manera, se podrían tomar acciones preventivas y, en caso de verdadero peligro y vulnerabilidad, responder adecuadamente a la sociedad civil.

### **Amortiguamiento: ¿de qué se trata?**

Ahora hablaremos de otro concepto que es indispensable entender: el amortiguamiento.



Recordemos que las zonas costeras no solo son importantes por sus playas y el turismo, sino también por muy diversas cuestiones.

La primera de ellas se centra en el medioambiente, y específicamente dentro del ciclo del agua, donde las costas juegan un papel primordial al ser el cuerpo receptor de toda el agua captada por las cuencas hidrográficas. Esto implica que las zonas costeras reciben sedimentos y nutrientes del interior de los continentes, lo que genera condiciones importantes para el desarrollo de flora y fauna.

La segunda cuestión se puede ver desde el punto de vista demográfico. Más de la mitad de la población en el mundo vive cerca de la costa (a menos de 200 km), lo cual hace que todo el conocimiento que se tenga acerca de cómo debe ser la infraestructura y los servicios en la franja litoral sea primordial.

Una tercera característica que resulta por demás importante es la que se refiere a la producción de energía a partir de los hidrocarburos; en gran medida su explotación depende de la zona costera, por ser aquí donde se recibe el crudo que es extraído



de las plataformas que se encuentran mar adentro. En cuanto a la generación de energía por otras fuentes, como el agua o la energía nuclear, estas dependen casi en su totalidad de la zona costera. Un ejemplo de ello es Laguna Verde; esta planta nuclear se encuentra muy cerca de la costa. Lo mismo sucede con las termoeléctricas que también se han establecido en las costas.

Un ejemplo más de la importancia del amortiguamiento en las costas es la actividad pesquera, la cual más que nada en el mundo depende de estas zonas para llevar a cabo el empacamiento y procesamiento de alimentos de origen marino. Por último, y no menos importante, se encuentran todas aquellas actividades comerciales que se realizan en las zonas costeras en cada uno de los puertos. En definitiva, las zonas costeras han tenido una importancia notable en las últimas décadas, lo que ha hecho que la atención se vuelque en conocer los fenómenos naturales que ocurren allí así como poner mucha atención en la infraestructura alrededor de las costas, por encontrarse estas en situación de vulnerabilidad.

La costa en sí es un lugar de peligros que tienen origen multidisciplinario; es por ello que para tratar de comprender cada uno conviene ordenarlos en distintos grupos. A continuación los mencionamos.

### **¡Arriba la marea!**

Las inundaciones en las zonas costeras pueden tener diversas características y consecuencias. Por ejemplo, los daños de una inundación causada por el nivel del agua que ha subido desde el subsuelo debido a la saturación y al aumento del nivel freático no tendrán las mismas características ni, por ende, las mismas consecuencias que la inundación causada por una gran cantidad de agua acompañada de una fuerte corriente que llega desde el mar y que es provocada por un tsunami o una tormenta muy fuerte. Si bien ambas inundaciones afectarán a la población o al lugar, en distintas formas, la inundación causada por un evento como un tsunami puede arrastrar consigo autos, casas, calles, etc., y ocasionar graves pérdidas humanas. Sin embargo, que exista un aumento en el nivel del agua puede causar también graves daños (que van más allá de lo que implica el contacto con el agua), porque es muy posible que por esto el suelo pierda su estructura y capacidad de soporte, lo que ocasiona el colapso de una casa.

### **¡Vientos huracanados!**

Los fenómenos meteorológicos conocidos como huracanes causan un aumento en el nivel del mar de dos maneras. Por un lado (al ser depresiones tropicales que giran alrededor de un centro de baja presión, conocido como el ojo del huracán) está el aumento que se produce cuando se incrementa el nivel del mar originado por el descenso de la presión atmosférica. Por otro, está el originado por los fuertes vientos del huracán, sobre todo cuando se aproximan a la costa; estos pueden llegar a concentrar una gran

cantidad de agua por el empuje que ejerce el viento sobre el agua, la cual se acumula en la costa y hace aumentar el nivel. Este fenómeno se conoce como marea de tormenta.

### **¡Rayos y centellas!**

#### **tormentas extratropicales**

Son fenómenos que generan mareas de tormenta similares a las de un huracán, y se les conoce como de gran escala. En el golfo de México se llaman “nortes”, y representan un gran peligro. Lo que los caracteriza es que el viento es constante y de una gran intensidad, que proviene del norte (por eso el nombre) y que junta una gran cantidad de agua que cae a las costas de cara al norte o en las bahías y lagunas costeras.

#### **Las olas de puerto o tsunamis**

Si bien el origen de la palabra “tsunami” es japonés, que significa “ola de puerto”, literalmente es una ola que tiene características muy distintas al oleaje que se presenta comúnmente en las playas. Los tsunamis se generan debido a un evento sísmico que origina una onda de pequeña altura, pero muy larga, que se propaga muy rápidamente por miles de kilómetros cruzando el océano. Al llegar a las zonas costeras, donde la profundidad del fondo marino disminuye, esta onda se acorta y su altura aumenta de manera importante, hasta 10 metros o más. En tierra, el tsunami se manifiesta como una gran masa de agua que se desplaza sobre la superficie e inunda todo a su paso. La cantidad de agua de esta ola es enorme, y la fuerza y velocidad de esa masa (de agua) puede tener efectos impactantes, como los ocurridos en Asia en 2004 o en Japón en marzo de 2011.

#### **Mareas astronómicas**

Se generan particularmente por la atracción que ejerce la gran masa de agua llamada océano a otra gran masa, como la de la Luna y del Sol; así, estas mareas se relacionan con los ciclos de estos astros. A lo largo de

todo el día se puede observar una marea alta (pleamar) y una marea baja (bajamar), aunque hay lugares donde se presentan ambas en un solo día. Las mareas son el fenómeno más predecible que existe, por lo cual fácilmente se puede planear actividades en torno a ellas, y generalmente no son un peligro; sin embargo, si algún otro evento se

presenta durante una pleamar, el efecto puede ser destructor, porque se corre el riesgo de que exista una mayor penetración en la superficie de la tierra.

### ¡Aguas con las olas!

Cualquier persona que haya estado en una playa jugando a la orilla del mar con olas

sabe que, por más pequeñas que sean, pueden causar un impacto. Ese impacto puede ser moderado, por ejemplo, cuando nuestros pies son enterrados en la orilla del mar, como efecto del oleaje; o fuerte, cuando nos ha revolcado una ola.

Las olas pueden tener una fuerza tan grande que en algunos lugares es posible generar energía a partir de este oleaje. Cuando hemos tenido la oportunidad de estar en la costa durante una tormenta, es probable que hayamos visto la fuerza de la que hablamos. Dicha fuerza puede ser analizada y caracterizada como de dos tipos.

El primero se observa en la onda que sube y baja, que va acompañado por un flujo que se alterna entre la tierra y el mar; el segundo, conocido como “burro”, se refiere a la ola que se rompe. En las costas puede haber oleaje rompiente y oleaje no rompiente, lo que significa que los impactos de las olas pueden ser muy distintos de un lugar a otro. El oleaje puede, además, producir impactos antes de romper, al romper y después de romper. Veamos cada caso. |



#### Oleaje no rompiente

A pesar de que siempre imaginamos la fuerza devastadora del oleaje cuando este rompe sobre la playa, el oleaje en la realidad puede no romper. Pensemos en esas casas de la playa donde los propietarios construyen un muro que mira al mar con el fin de proteger la propiedad del oleaje durante las tormentas. Debido al incremento del nivel del mar por la marea de tormenta, es muy posible que el oleaje no rompa frente al muro, ni siquiera sobre el muro, ya que la ola puede impactar sin romper y solo ser reflejada. El dueño de la casa pensará que su muro es todo un éxito; sin embargo, por más resistente que sea ese muro, el oleaje será reflejado ejerciendo el doble de fuerza sobre el lecho en el que descansa el muro, lo que erosiona la playa, en particular la base del muro, que muy probablemente se colapse. Es por esta razón que el diseño de muros de protección debe hacerse pensando en estos efectos.

#### Oleaje rompiente

Sin duda, este oleaje es el que representa mayor peligro, debido a que su fuerza es de 4 a 5 veces mayor que la del oleaje no rompiente. El oleaje rompiente, al impactar estructuras, puede ocasionar graves daños, así como debilitar las cimentaciones y colapsar grandes construcciones, como lo que sucedió en Rosarito y en Cancún. Debido a que el oleaje rompe aproximadamente cuando la profundidad es igual a la altura de la ola, el aumento del nivel del mar por mareas astronómicas y de tormenta puede ocasionar que las olas rompan sobre zonas de infraestructura, lo que ocasiona graves daños.

#### Ascenso (o *runup*) de oleaje

El ascenso es la distancia que recorre el oleaje sobre una pendiente inclinada. De manera general, podríamos decir que una vez que el oleaje ha roto, el *runup* desplaza el agua de la ola sobre la pendiente de la playa. Durante eventos extremos el *runup* puede tener fuertes corrientes asociadas, lo que genera importantes erosiones tanto de la playa como de la base de estructuras de construcción; esto provoca un acarreo de material que puede generar daños.