

Huracanes y Erosión Costera

Huracanes

- estrictamente los huracanes con tormentas tropicales (necesitan de aguas tropicales para alimentarse)
- durante el verano y temprano en el otoño
- los huracanes tienen entre 100 y 1500 km de diámetro
- los huracanes viajan a 0 - 60 km/h y son clasificados en 5 categorías, de acuerdo a la velocidad de los vientos y su presión mínima (de acuerdo a la escala Saffir-Simpson, ver abajo)
- son empujados por vientos alisios, los huracanes se mueven inicialmente de este a oeste. Son desviados por el efecto Coriolis, grandes sistemas de alta presión y otras características en la atmósfera
- los huracanes NO pueden cruzar el ecuador (ya que tendrían que cambiar de giro en dirección ciclónica a anti-ciclónica lo cual es físicamente imposible)

Los huracanes son destructivos debido a:

- altas velocidades de los vientos
- grandes olas en el mar abierto
- marejada ciclónica al acercarse a la costa
- fuertes lluvias

NB: Mas del 90% de las muertes por huracanes están asociadas con marejadas ciclónicas (storm surge)

Características de un huracán

Un huracán se alimenta de la inicial evaporación de aguas oceánicas cálidas y de absorber grandes cantidades de calor latente, en un sistema de presión baja. Debido a su gran cantidad de calor latente, el aire puede ascender a grandes alturas. El calor es liberado durante la condensación lo que permite que el aire ascienda aún más alto, creando una presión aún mas baja. El proceso continúa hasta que el huracán deja las aguas tropicales.

un huracán posee:

- una serie de brazos o bandas lluviosas: velocidad aumenta hacia el centro
- un *ojo* calmado en el centro: a calm eye in the center: área de tiempo calmado en el centro

- aire seco descende en las paredes del ojo: área con los vientos más fuertes, rotando

Nota: 25% de todos los huracanes pueden poseer tornados

Velocidad de los vientos en un huracán

localmente, la velocidad del viento viene de la combinación del movimiento del huracán como un todo y de los vientos en las bandas lluviosas y la pared del ojo. Los vientos más fuertes estarían donde ambas velocidades tengan la misma dirección y los más débiles don de ambos vayan en direcciones opuestas. Ya que los vientos giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, los vientos son:

- más fuertes en el lado derecho del ojo
- más débiles en el lado izquierdo del ojo
- intermedios cerca del frente y parte trasera de la tormenta

en el hemisferio sur, los vientos soplan en el sentido de las manecillas y los vientos más fuertes están al lado izquierdo del ojo

Marejadas ciclónicas

Marejadas ciclónicas son condiciones de marea particularmente altas que están asociadas a grandes tormentas

Factores que contribuyen a una alta marejada:

- fuertes vientos que empujan el agua para apilar olas; particularmente en el lado derecho de la tormenta donde los vientos son las más fuertes
- la baja presión hala la superficie del océano (hasta por 1 m)
- mareas altas; particularmente fuertes en luna llena y luna nueva

Nota: en el hemisferio norte, la marejada es particularmente alta al lado derecho del ojo

Dónde se presentan los huracanes? - Convención para darle nombre

Los huracanes son llamados por su ubicación. Un huracán puede cambiar de nombre si cruza de una región a la otra.

La línea internacional del cambio de fecha, que se encuentra aproximadamente alineada con los 180° de longitud es el límite entre el Pacífico Este y el Oeste.

Table 1: default

Nombre	Area de Ocurrencia	Tasa de Ocurrencia (*)
huracán	Atlántico	12%, solo hemisferio norte
huracán	Pacífico Este	15%, solo hemisferio norte
tifón	Pacífico Oeste	30% hem norte, 12% hem sur
ciclón	Océano Indico	12% oeste, hem norte, 12% oeste hem sur; 7% este hem sur

(*)en términos de la fracción de huracanes mundialmente.

Un ejemplo de una tormenta que fue renombrada fue el huracan Ioke, categoría 5 que se formo en el océano Pacífico Central en agosto de 2006 (el primer huracán cat 5 que se forma en esa ubicación). Cuando cruzó la línea del cambio de fecha, se convirtió en el Tifón Ioke. Si Ioke hubiese pasado al Pacífico Oeste cuando era categoría 5, se hubiese llamado un Super-tifón.

No hay huracanes en el Pacífico Sur y el Atlántico Sur. Los huracanes en el Pacífico Este viajan hacia el norte por la costa oeste de centroamérica y usualmente se disipan cuando pasan Baja California. La razón para que ocurra esto es que las corrientes del este en los océanos son usualmente frías (p.e., corriente de Humboldt en suramérica, la corriente de Benguela en Africa Suroeste y la corriente de California). Los huracanes no se pueden formar o alimentarse en ese tipo de aguas. Hay una excepción que fue el Huracán Catarina en Marzo de 2004 en costas de Brasil. El huracán tocó tierra con categoría 1.

Huracanes en el océano Atlántico Norte

- En el océano Atlántico los huracanes usualmente comienzan como tormentas en la zona sur de Sahel, cerca del Sahara. Empujados por los vientos alisios, viajan hacia el oeste como ondas tropicales. Cuando se encuentran con aguas tropicales, estas tormentas pueden crecer rápidamente a fuerzas de tormentas tropicales al momento que llegan a las Islas de Cabo Verde (tormenta tipo Cabo Verde). Entonces se mueven hacia el oeste por el Atlántico, ganando fuerza al extraer aguas cálidas del océano Atlántico.
- también se pueden formar tormentas tropicales en el mar Caribe y el Golfo de México (tormenta tropical del tipo Caribe o del Golfo de México). Durante el verano, la ITCZ está centrada hacia el norte, así que aire tropical del noreste y del sureste pueden converger sobre el Caribe, formando un sistema de baja presión.
- En promedio, hay 5 huracanes en el Atlántico por año.

Trayecto de huracanes en el Atlántico

El trayecto de los huracanes en el Atlántico está controlado por:

- vientos alisios soplando hacia el oeste
- efecto Coriolis que desvia el trayecto hacia la derecha
- tamaño y posición del Alto de Bermuda, un sistema cálido y seco de alta presión ubicada sobre el Atlántico Norte por la mayor parte del año; se le llama Alto de Bermuda en EEUU y alto de Azores en Europa.
 - si el Alto es pequeño y hacia el norte, los huracanes giran hacia el norte temprano y puede no afectar la costa de EEUU.
 - un Alto de gran tamaño dirige los huracanes hacia la costa este de EEUU.
 - si el Alto está ubicado más hacia el sur, los huracanes se dirigen hacia el mar Caribe y el golfo de México. if the high is located further south, hurricanes approach the Caribbean and Gulf of Mexico

Condiciones para la formación de un huracán

- se forma solo en océanos tropicales (latitudes menores a 20°); la tormenta se auto-alimenta por medio de la liberación de calor latente del agua tropical oceánica.
- se necesita que haya vientos suaves a grandes alturas de tal forma que el sistema de baja presión pueda formar
- los huracanes se debilitan cuando encuentran océanos más fríos (p.e., al sur de California) o cuando encuentran tierra

ETAPAS DE DESARROLLO:

- perturbación tropical: desarrollo de una zona de baja presión, vientos superficiales suaves
- depresión tropical: recibe un número para su identificación; desarrollo de un ciclón, vientos de 37-63 km/h
- tormenta tropical: curvas de isopresión se juntan entre sí; vientos de 64-118 km/h
- huracán: 5 categorías; vientos superiores a 119 km/h.

La escala Saffir-Simpson

La escala Saffir-Simpson categoriza los huracanes por su velocidad de vientos y destrucción en 5 categorías (1-5).

Table 2: Escala de Huracanes

Escala	Categoría	Vel Viento (km/h)	Presión de aire en el ojo (mbar)	Marejada ciclónica altura (m)	Daños típicos
1	minimo	119-153	980 +	1.2-1.5	ramas rotas, casas móviles averiadas; algunas inundaciones en áreas costeras, no daños a edificios
2	moderado	154-177	965-979	1.6-2.4	daños a algunos techos, puertas, ventanas. casa móviles con daños serios; algunos arboles tumbados;
3	extenso	178-209	945-964	2.5-3.6	daños estructurales en pequeños edificios; arboles grandes tumbados; casa móviles destruidas; estructuras en áreas costeras destruidas por inundación y maltrato
4	extremo	210-250	920-944	3.7-5.4	algunos techos completamente destruidos; puertas y ventanas dañados; daños graves e inundación en costa; evacuación generalizada en zonas a 10 km de la costa puede ser necesaria
5	catastrófico	> 250	< 920	> 5.4	muchos techos y edificios completamente destruidos; extensa inundación; evacuación generalizada en regiones a 16km de la costa puede ser necesaria

Huracanes en el Atlántico y el Niño

- menos huracanes en años con el Niño:
 - la región oeste de Sahel tiende a ser más seca
 - el Atlántico Central tiende a ser más frío
 - vientos a gran altura soplan hacia el este y tienden a perturbar la formación de huracanes
 - vientos alisios débiles no pueden empujar a los huracanes a través del océano.
- más huracanes cuando no hay Niño:
 - región oeste de Sahel tiende a ser más húmeda
 - Atlántico Central tiende a ser más cálido
 - vientos alisios fuertes empujan a los huracanes a través del océano

el libro del curso argumenta que durante años con el Niño la probabilidad de huracanes en el Pacífico Este es menor. Note sin embargo, que el huracán Linda, el huracán más fuerte en el Pacífico Este se formó en 1997, un año con un Niño muy fuerte. El huracán Paulina (Cat 4) se formó unas semanas después y llegó a la costa oeste mexicana matando a 230 personas. Además en 2006, acompañado por un Niño suave, fue bastante productivo en términos del número de tormentas, con muchas más en el Atlántico.

islas Barrera y Erosión Costera

Los huracanes y otras grandes tormentas causan extensos daños a la línea de costa. Zonas que son en particular vulnerables:

- islas barrera a lo largo del Golfo de México y la costa este de EEUU.
- áreas expuestas a lo largo del noreste de la costa Este de EEUU
- parte norte de la costa Este en el Pacífico (tormentas en invierno)
- otras costas vulnerables con las costas que están por debajo del nivel del mar (p.e., Nueva Orleans o Bangladesh), que tienen que ser protegidas por diques que pueden fallar en algún momento

Islas Barrera:

- barras de arena naturales que son depositadas por corrientes paralelas a la costa
- se forman lagunas hacia el lado de la costa de las barras
- la costa está siendo protegida por las islas barrera

- las islas barrera muchas veces solo tienen unos cuantos metros de altura snm.
- las islas barrera son particularmente vulnerables a efectos por tormentas o ascenso del nivel del mar
- el nivel del mar sube unos 30cm/siglo
- las islas barrera muchas veces son explotadas para el turismo
- el desastre natural con mas muertes en EEUU ocurrió en 1900, cuando un huracán toca tierra en Galveston, TX, construida en una isla barrera; 6000 (algunos dicen que 8000) personas mueren, cuando el pronostico predicción de huracanes aún no existía.
- Galveston se encuentra hoy protegida por un muro de contención, pero la amenaza aún persiste.

Protección Costera

Existen varias medidas para proteger las áreas costeras y estructuras en las playas

- muros de contención: para protección de las olas
- rip-rap y bloques: estructuras hechas de concreto o bloques de rocas que se ubican para evitar socavación de acantilados o cerca de estructuras como muelles. Los bloques consumen parte de la energía de las olas haciendo que la erosión sea menor.
- jetties o embarcaderos: estructuras en forma de presas para proteger entradas a puertos o bahías
- rompeolas: construídas muchas veces paralelas a la costa para desviar corrientes o olas

Es una buena idea la protección?

Algunas medidas como muros de contención solo son soluciones temporales:

- en muchos casos las olas erodan la playa en la base del muro de contención mucho más rápido que si el muro no estuviera ahí; eventualmente el muro de contención pierde soporte y colapsa.
- la arena adelante del muro es muchas veces transportado océano adentro en vez de ser depositado en la playa; la playa entonces pierde su fuente de arena

- en lugares donde la arena de la playa viene de acantilados cercanos y no de la erosión por olas o transporte por corrientes, la playa puede ser erodada muy rápidamente y no volver
- en muchos lugares de EEUU es necesario traer arena de otros lugares por la perdida por eosión

Lecturas recomendadas

Natural Disasters in General: Earthshock by Andrew Robinson, Thames and Hudson Publ., 1993, ISBN: 0-500-27738-9