

## El mar de fondo en San Juan del Sur

*José Mejía Lacayo*

*A María Teresa Chamorro quien inspiró esta explicación*

Recibí varias fotografías y reportes de daños, supuestamente provocados por el paso de la tormenta tropical Nate, que finalmente se transformó en huracán de categoría 1 al tocar tierra en Louisiana, USA. En el video asociado con el daño de unos diez yates en San Juan del Sur, se ve claramente las olas de mar de fondo, que se dice alcanzaron hasta tres metros de alto. Sin embargo, este mar de fondo fue provocado por el huracán Ramón, no por Nate, como popularmente se dice.



**Trayectoria del huracán Ramón en la costa del Pacífico mexicana**

El mar de fondo sólo es posible en los océanos, no en los mares interiores como el Mar Caribe, el Golfo de México, o el Mar Mediterráneo. Por tanto, sólo es posible encontrar el oleaje de mar de fondo en la costa del Pacífico, no en la costa Caribe. La tormenta Nate pudo provocar un oleaje de viento (mar de viento) en la costa del Pacífico, como un fenómeno local incapaz de desarrollarse como mar de fondo por falta de suficiente extensión de agua.

Un tsumani es diferente. «Las olas de tamaño variable que se producen cuando algún fenómeno extraordinario desplaza verticalmente una gran masa de agua. Este tipo de olas remueven una cantidad de agua muy superior a las olas

superficiales producidas por el viento. Se calcula que el 90% de estos fenómenos son provocados por terremotos, en cuyo caso reciben el nombre más correcto y preciso de «maremotos tectónicos». La energía de un maremoto depende de su altura, de su longitud de onda y de la longitud de su frente. La energía total descargada sobre una zona costera también dependerá de la cantidad de picos que lleve el tren de ondas. Es frecuente que un tsunami, que viaja grandes distancias, disminuya la altura de sus olas, pero siempre mantendrá una velocidad determinada por la profundidad sobre la cual el tsunami se desplaza. Normalmente, en el caso de los tsunamis tectónicos, la altura de la onda de tsunami en aguas profundas es del orden de 1.0 metros, pero la longitud de onda puede alcanzar algunos cientos de kilómetros. Esto es lo que permite que aun cuando la altura en océano abierto sea muy baja, esta altura crezca en forma abrupta al disminuir la profundidad, con lo cual, al disminuir la velocidad de la parte delantera del tsunami, necesariamente crezca la altura por transformación de energía cinética en energía potencial. De esta forma una masa de agua de algunos metros de altura puede arrasar todo a su paso hacia el interior».<sup>1</sup>

El origen del mar de fondo en San Juan del Sur debe estar a gran distancia del puerto para que sea posible el oleaje de fondo. Hay que buscar una tormenta en el océano Pacífico, y el mejor candidato es el huracán Ramón frente a las costas del Pacífico mexicano.

El mar de fondo «es una serie de ondas mecánicas que se propagan a lo largo de la interfaz entre el agua y el aire y por lo que a menudo se denominan ondas de gravedad superficial. Estas series de ondas de gravedad superficial no son generadas por el viento local inmediato, sino por sistemas meteorológicos lejanos, donde el viento sopla durante un período de tiempo sobre un tramo de agua. Ésta es la definición primaria de una oleada en oposición a una onda de viento generada localmente, que está todavía bajo la influencia de los mecanismos que la crearon. Más generalmente, una oleada consiste en las ondas generadas por el viento que no son apenas afectadas por el viento local en ese momento. Ocasionalmente, las oleadas más largas que 700 m ocurren como resultado de las tormentas más severas. Las oleadas tienen un rango más estrecho de frecuencias y direcciones que las ondas de viento generadas localmente, debido a que las ondas del mar de fondo se han dispersado desde su área de generación, se han disipado y por lo tanto han perdido una cantidad de aleatoriedad, adoptando una forma y dirección más definidas».<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Wikipedia. [Tsunami](#). Consultado el 9 de octubre de 2017.

<sup>2</sup> Wikipedia. [Swell](#). Consultado el 9 de octubre de 2017.

Por esas razones, creemos que el origen del mar de fondo en San Juan del Sur fue «Ramón, un huracán del océano Pacífico muy intenso que generó fuertes lluvias en el sur de California. Ramón se originó de una perturbación tropical que se formó a principios de octubre. El 5 de octubre, una tormenta tropical se había desarrollado varios cientos de millas al suroeste de Manzanillo, pasando por alto la etapa de depresión tropical. La Tormenta Tropical Ramón se volvió hacia el oeste-noroeste después de haberse desplazado hacia el oeste. Se intensificó en un huracán el 7 de octubre. Dos días después, el huracán Ramón alcanzó su máximo en intensidad con vientos de 220 km / h. Después de un pico, Ramón se volvió hacia el noroeste y se debilitó rápidamente sobre aguas más frías. Se debilitó en una tormenta tropical el 11 de octubre y una depresión el 12 de octubre. Ramón se disipó poco después. Mientras estaba en el mar, Ramón trajo lluvias ligeras a la península de Baja California. Los restos del huracán Ramón produjeron fuertes lluvias que causaron inundaciones en California, contribuyendo indirectamente a cinco muertes relacionadas con el tráfico».<sup>3</sup>

Nate en cambio se originó en una amplia zona de baja presión sobre el suroeste del Caribe el 3 de octubre. La perturbación se desplazó hacia el noroeste, organizándose en una depresión tropical al día siguiente y alcanzando la intensidad de las tormentas tropicales a principios del 5 de octubre. Poco cambio en la fuerza se produjo como el sistema continuó en Honduras, y Nate comenzó intensificación constante sobre las aguas cálidas del noroeste del Mar Caribe poco después. Alcanzó la intensidad del huracán mientras se movía a través del Canal de Yucatán a principios del 7 de octubre, logrando vientos máximos de 90 mph (150 km / h) en el centro del Golfo de México más tarde ese día. A las 7:00 pm CDT ese día, Nate aterrizó cerca de la desembocadura del río Mississippi en Nueva Orleans, Louisiana causando oleadas de tormenta, corrientes de río, vientos de fuerza de huracán, y la erosión de la playa. Hasta el 6 de octubre, el huracán causó al menos 36 muertes: 15 en Nicaragua, 10 en Costa Rica, 7 en Panamá, 3 en Honduras y 1 en El Salvador.

El 6 de octubre los periódicos informaron de los daños en San Juan del Sur. Extraoficialmente se dice que hay 30 barcos dañados y dos pecadores desaparecidos.<sup>4</sup> Los daños se atribuyen a la tormenta Nate el día 10 se movía dentro del Golfo de México con vientos máximos de 150 km/hora.

En la Costa Caribe de Nicaragua seguramente Nate produjo un oleaje de mar de viento, producto de los vientos locales asociados con Nate. «El oleaje generado por el viento en determinado punto del océano presenta unas características (altura, periodo, dirección) que varían aleatoriamente. Por tanto,

---

<sup>3</sup> Wikipedia.

<sup>4</sup> [La Prensa](#). Consultado el 8 de octubre de 2017.

el oleaje que se observa en la zona de generación es caótico, más irregular, desordenado, con poca correlación entre alturas y periodos sucesivos y con direcciones de propagación variables alrededor de la dirección del viento **generador. Este oleaje "local" recibe el nombre de mar de viento.**»<sup>5</sup>

La distancia entre Bilwi y San Juan del Sur es de más de 400 km. Si Nate ocasionó cualquier oleaje tuvo que ser por los vientos locales, un oleaje de mar de viento y nunca mar de fondo. No existe ninguna posibilidad para que el mar de viento en Bilwi se convierta en mar de fondo en San Juan del Sur, porque son mares distintos. El mar caribe y el océano Pacífico.

«En el océano existen muchos tipos de ondas que propagan energía a lo largo de la superficie del mar. Los mecanismos que aportan esta energía son de diferente naturaleza: viento y perturbaciones meteorológicas (oleaje), borrascas y terremotos (tsunamis), atracción de los astros y rotación de la tierra (la onda de marea), etc. Cada una de estas ondas tienen periodos y longitudes características.

«Para los problemas de interés en protección costera e ingeniería litoral, las ondas más importantes son las ondas generadas por el viento con periodos entre 3 y 30 segundos, también llamadas ondas gravitatorias cuyo ejemplo más común son el oleaje tipo mar de viento y el oleaje mar de fondo, llamado *swell* es inglés.

«El oleaje se origina principalmente por el rozamiento del viento sobre la superficie del mar y sus características dependerán, por tanto, de la fuerza de ese viento, del tiempo durante el cual esté soplando en la zona de generación y del área oceánica que se ve afectada por ese viento.

El oleaje producido por un viento local es caótico, más irregular, desordenado, con poca correlación entre alturas y periodos sucesivos y con direcciones de propagación variables alrededor de la dirección del viento **generador. Este oleaje "local" recibe el nombre de mar de viento.** Es el tipo de oleaje que se observa en la playa de Granada, en el lago de Nicaragua.

El oleaje de viento (Fig. 1) en el Lago de Nicaragua es producido por los vientos alisios que penetran por la Depresión Nicaragüense; sin embargo, la extensión de Lago es demasiado pequeña para que las olas se organicen como mar de fondo.

---

<sup>5</sup> Axisima: [Mar de viento y mar de fondo](#). Consultado el 8 de octubre de 2017.



**Mar de viento. Nótese la falta de organización de las olas, y su tamaño pequeño.**



**Fig. 2. Oleaje ordenado de mar de fondo.**

«Una vez formado, el oleaje de viento local, éste se propaga a costa de su propia energía fuera de la zona de generación (fuera de la zona donde sopla el viento que lo generó) y a medida que se aleja de ésta se producen una serie de fenómenos que lo "ordenan" en trenes de ondas con periodos y direcciones



similares, perdiendo el aspecto caótico y desordenado de la zona donde se generó. Este oleaje menos irregular, más ordenado, que ha viajado grandes distancias desde la zona donde soplaban el viento que lo generó, recibe el nombre de mar de fondo.

La distancia a vuelo de pájaro entre Acapulco, México y San Juan del Sur es de 1,640 km. En esa distancia, las olas locales producidas por el huracán Ramón pudieron organizarse en olas de mar de fondo de 3 metros de altura, informadas en San Juan del Sur.



**Fig. 3. Oleaje de mar de fondo en San Juan del Sur. Nótese la longitud y uniformidad de las olas.**

«El mar de fondo puede viajar a grandes distancias. Como ejemplo, en las Islas Canarias (España) se registran oleajes de mar de fondo generados por las borrascas del Atlántico Sur (a más de 7000 km de distancia). Una parte dominante de la energía del oleaje que alcanza las costas atlánticas españolas es en forma de mar de fondo y lo mismo ocurre en las costas del Pacífico mexicano. En el Mediterráneo, por el contrario, donde las distancias son menores, la energía del oleaje dominante es consecuencia de oleajes tipo mar de viento, al igual que sucede en el Mar Caribe y el Golfo de México.

«Es importante comentar, que por otro lado, el oleaje que ha sido generado en un área de viento sigue propagándose a costa de su propia energía, entrando en áreas con características meteorológicas diferentes, por lo que el oleaje en un punto determinado es casi siempre una mezcla de oleaje generado localmente por el viento y oleaje propagado desde otras áreas (mar de fondo). Por lo que continuamente en un lugar puede presentarse mar de viento, mar de fondo o una mezcla de ambos. De forma general el espectro de energía del oleaje y su análisis será indicativo del estado de mar observado».<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Axisima: [Mar de viento y mar de fondo](#). Consultado el 8 de octubre de 2017.

Debemos enfatizar que el mar de fondo en San Juan del Sur fue producto del huracán Ramón en el Pacífico Mexicano, y no tuvo nada que ver con Nate, localizado en la esquina noreste de Nicaragua. Los daños por lluvia que ocurrieron en diferentes lugares de Nicaragua, si fueron producto de la tormenta Nate. ■