

EN TORNO A LA PREVENCIÓN



Revista número 18, jun. 2017

ISSN: 1659-3057

EISSN: 2215-3845



San José, Costa Rica

LOS ACCIDENTES ACUATICOS ALREDEDOR DE NUESTRAS COSTAS Y SU RELACION CON EL ESTADO DEL MAR Y DE LA ATMOSFERA

Ph.D. Omar G. Lizano Rodríguez¹

Universidad de Costa Rica

Montes de Oca, San José, Costa Rica

omar.lizano@ucr.ac.cr

Recibido 12 de octubre de 2016 • Corregido 16 de marzo de 2017 • Aceptado 23 de marzo de 2017

Resumen

Se hace una revisión de los principales fenómenos océano-atmosféricos que pueden producir accidentes acuáticos en nuestras costas, describiendo sus características, propagación y orígenes. Se recopilaron varios casos documentados de accidentes típicos recientes. Se describen las condiciones océano-meteorológicas globales, las características locales y la relación que tuvieron con un accidente en particular. Se hace énfasis en la necesidad de información sobre condiciones del mar para que la población costera, residentes ocasionales, turistas, entre otros, puedan planificar sus visitas al mar. Se recomienda una página web y una aplicación para celulares que ofrece advertencias e información oportuna para que los usuarios del mar consulten y orienten de manera segura, cualquier actividad en la costa o mar adentro.

Palabras claves: Accidentes acuáticos, Amenazas costeras, Oleaje, Presión atmosférica, Fenómenos Hidrometeorológicos.

Abstract

A review of the main ocean-atmospheric phenomena that can produce water accidents on our shores is made, describing their characteristics, propagation and origins. Several

cases of documented typical recent accidents were collected. The global ocean-weather conditions, the local characteristics and the relation with a particular accident are described. Emphasis on the need for information on sea conditions is made in order to coastal population, occasional residents, tourists, etc., can plan their visits to the sea. It's recommended a website and mobile application that provides warnings and timely information for users to consult sea conditions and safely plan any activity on the coast or offshore sea.

Keywords: Water accidents, Coastal hazards, Waves, Atmospheric pressure, Hydrometeorological phenomenon.

Introducción

La mayoría de los accidentes acuáticos en nuestras costas tienen que ver con hundimientos de barcos y con ahogados en las playas (Lizano, 2016). Aunque un accidente acuático se puede dar en cualquier momento y en cualquier estado del mar, la mayoría ocurren cuando las condiciones marinas son severas. Esto tiene relación con fenómenos océano-atmosféricos de origen local o de origen remoto.

Es sabido que durante el invierno boreal en el Hemisferio Norte los sistemas a escala sinóptica generan frentes y empujes de viento (Ramírez, 1992; Amador, Alfaro, Lizano y Magaña, 2006; Taylor y Alfaro, 2005) a partir de sistemas de alta presión subtropicales que bajan desde Norte

¹ Pertenecer a Módulo de Información Oceanográfico (MIO), Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Departamento de Física Atmosférica, Oceanica y Planetaria (DFAOP), Escuela de Física.

América o el Atlántico Norte, y producen viento fuerte que genera condiciones de “mar picado” tanto en el Caribe, como en el Pacífico. Esto pone en riesgo tanto la navegación como a bañistas en las playas. El sistema de alta presión en el Atlántico Norte junto con las bajas presiones en Centro América o el norte de América del Sur, intensifican el gradiente de presión atmosférico y este acelera el viento con componente noreste (viento alisio). Estos vientos son intensificados adicionalmente a través de los pasos intermontañosos en Tehuantepec (Romero-Centeno, Zavala-Hidalgo, Gallegos y O’Brien, 2003), el Golfo de Papagayo, el Canal de Panamá (Amador et al., 2006, Lizano, 2016), y en algunas ocasiones es sensible frente al Golfo de Fonseca o frente a la desembocadura del Río Tárcoles (parte externa del Golfo de Nicoya) (Brenes, Coen, Chelton, Enfield, Ballester y León, 2003). También, se presentan en el interior y exterior del Golfo de Nicoya, en el Lago de Nicaragua y en el Lago Arenal de Costa Rica (Cantones: Tilarán y San Carlos, Provincias: Guanacaste y Alajuela). Estos vientos generan condiciones peligrosas para la navegación y los bañistas en ambas costas: Caribe y Pacífico Centroamericano (Lizano, 2016). Pero en algunas ocasiones el sistema de alta presión que baja desde el continente en América del Norte (Taylor y Alfaro, 2005), genera un viento con dirección hacia el sur (comúnmente llamados “nortes”), que cuando son intensos, también generan oleaje alto y peligroso para la navegación.

La otra amenaza que existe sobre las playas son los oleajes: el viento alisio forma en ocasiones olas altas y caóticas, llamadas mar de viento (Knauss, 1976; Lizano, 2007), las cuales han ahogado bañistas en las playas del Caribe (Vargas, 2015), así como las marejadas de fondo (oleaje), que se generan en tormentas extra-tropicales alrededor del continente Antártico o en el Pacífico Norte de nuestro planeta (Lizano, 2007). Una vez que las tormentas, en su típica trayectoria de oeste a este, salen al frente de Nueva Zelanda, dispersan el oleaje hacia las costas Americanas. Estos sistemas de baja presión forman oleajes muy altos (con máximas de 20 m, e incluso mayores según tormentas muy intensas, como se ha podido observar desde los pronósticos operacionales que el Módulo de Información Oceanográfico (MIO) realiza) que recorren todo el Pacífico y aunque van perdiendo energía en su propagación por el océano, pueden llegar a nuestras costas y romper con alturas de hasta 7 m en las playas, como se

han visto en Palo Seco en julio del 2006 y Playa Caldera en agosto del 2012 (cámaras de video del MIO). Tanto los oleajes producidos por vientos del Hemisferio Norte, como las marejadas de fondo desde el Pacífico Sur, han causado accidentes acuáticos en Costa Rica (León, Calero y Bravo, 2016; Fallas, 2015; Chacón, 2015; Láscarez, 2016; Lizano, 2016; Bran, 2016).

La mayoría de los ahogados en nuestras playas tienen relación con las corrientes de resaca que se generan por el regreso hacia el mar, de la masa de agua que depositan las olas (marejadas de fondo) al romper fuerte en las mismas (Lizano, 2009; 2012; 2016). Las olas que rompen más fuerte, y que más flujo de masa de agua transportan hacia las playas, son las marejadas de fondo de origen remoto, que no precisamente se identifican por tener alturas considerables, sino más bien por tener períodos de tiempo altos (entre cresta y cresta). Dependiendo de la pendiente de la playa, y la etapa de la marea, algunas olas en el Pacífico de entre 10 y 15 segundos, pueden generar corrientes de resaca débiles a moderadas (observaciones mediante cámaras web en vivo en el MIO). Pero las olas con períodos mayores a los 15 segundos (el máximo en nuestras costas es de aproximadamente 22 segundos, según observaciones en el MIO), generan corrientes más fuertes y que son más intensas al romper en la playa, pues es mayor la masa de agua depositada y que luego regresa hacia mar adentro (observaciones en el MIO). Un promedio de 50-60 personas estaban muriendo por año por sumersión en nuestras playas (Lizano, 2016; Arozarena, Houser, Gutiérrez y Brannstrom, 2015).

Aunque no se trata de hacer un registro histórico de los hundimientos de barcos, es posible que se recuerden los más recientes, como el del catamarán ocurrido en el Golfo de Nicoya el 08 de enero del 2015 (Fallas, 2015), el de una barcaza ocurrido al frente del estero de Puntarenas el 03 de mayo del 2015 (Chacón, 2015), y los más recientes ocurridos en la costa nicaragüense, el 23 de enero del 2016, y otro frente a las costas de Parrita, el 24 de junio del 2016 (León, Calero y Bravo, 2016; Láscarez, 2016). Estos accidentes, más muchos de los ahogados por sumersión en nuestras playas, tuvieron relación con eventos intensos de las condiciones del mar, algunos locales y otros remotos. Una cantidad grande de estos accidentes pudieron haberse evitado si se cuenta con información oportuna y si esta se

revisa antes de realizar cualquier actividad en el mar. En este artículo se identifican las variables océano-meteorológicas típicas en nuestras costas que causaron algunos accidentes acuáticos, y que ejemplifica los fenómenos más comunes que producen una amenaza para la navegación y para los bañistas en las playas. Se presenta además una fuente de información operativa, oportuna y actualizada, que elaboró el Módulo de Información Oceanográfico (MIO) del CIMAR, Universidad de Costa Rica, y que puede orientar las acciones tanto de oficinas gubernamentales, capitanías de puertos, empresas turísticas y de la ciudadanía en general.

Metodología

Información sobre condiciones del estado del mar fueron obtenidas desde la base de datos y de las cámaras web de vigilancia en vivo que tiene el MIO del CIMAR (www.miocimar.ucr.ac.cr) de la Universidad de Costa Rica. Distribuciones espaciales de variables oceánicas y atmosféricas se obtuvieron de la base de datos Pacific Island Observation System (PacIOOS) de Hawaii (<http://oos.soest.hawaii.edu/pacioos/>) y desde las bases de datos de National Centers for Environmental Prediction (NCEP) de la NOAA de los Estados Unidos de América.

Particularmente para el hundimiento del catamarán en el Golfo de Nicoya (Fallas, 2015), datos de viento de alta resolución fueron obtenidos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y se utilizaron en programas de cómputo (ACES, del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos), para simular las condiciones de oleaje probables en el interior del golfo en el momento del hundimiento.

Todas las figuras fueron elaboradas por el autor de este artículo.

Resultados

El hundimiento del catamarán: El hundimiento del catamarán (08 de enero del 2015) tuvo relación con un viento alisio generado por un sistema de alta presión en el Atlántico Norte.

Como se nota en figura 1, la presencia de los sistemas de alta presión en el Atlántico Norte y la baja presión al norte de Suramérica (Figura 1-A), aceleran y dirigen el viento (alisio) hacia nuestras costas (Figura 1-D). Este viento fuerte no alcanza justamente la costa de Limón por una dinámica

particular del mismo con la interacción de las montañas en Costa Rica (Grandoso, 1976). Pero por las llanuras del norte de Costa Rica y el Lago de Nicaragua, el viento tiene mayores magnitudes, el cual incluso alcanza el interior y exterior del Golfo de Nicoya con un componente norte o noreste. Pero la verdadera razón del porqué el viento se acelera al salir al Pacífico Norte de Costa Rica (Figura 1-D), es de nuevo, debido la existencia de un gradiente de la presión atmosférica, que es común verlo en esta región entre el Caribe y el Pacífico de Costa Rica-Nicaragua, como se señala en la Figura 1-C.

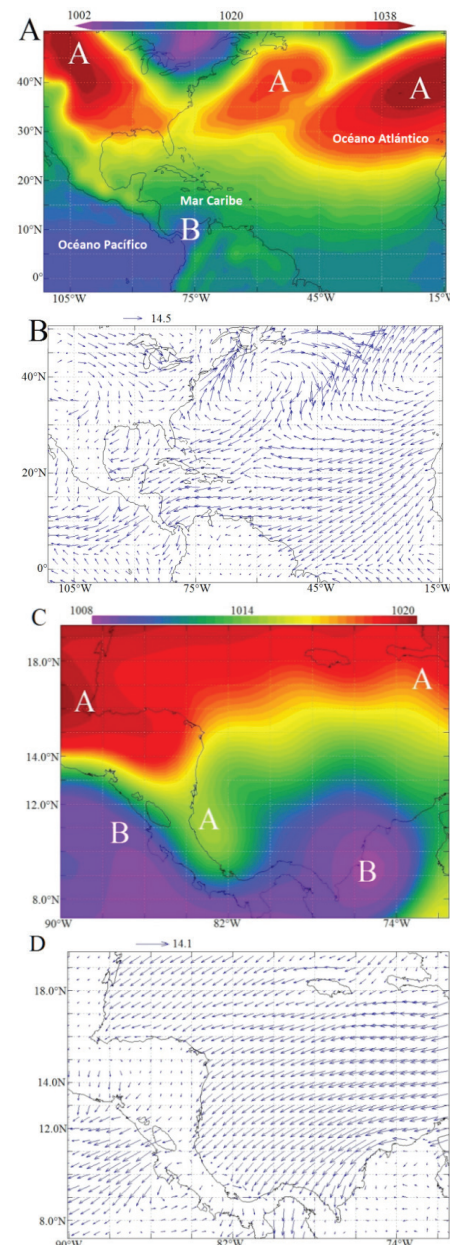


Figura 1. A: presión atmosférica en superficie (mb), y B: magnitud y dirección del viento en superficie (10m) el 08 de enero del 2014 a las 9:00 am, C: ampliación de Figura 1A y D: ampliación de Figura 1B.

Específicamente en el Golfo de Nicoya, entre la punta de Puntarenas y Cabo Blanco en la Península de Nicoya, los datos de viento proporcionados por el Lic. Werner Stolz (comunicación personal, enero 2015) del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), indicaban que frente a la Bahía Herradura se pudo generar un viento promedio del noreste de 20 nudos, con ráfagas de 30 nudos. Utilizando programas de diagnóstico y pronóstico de oleaje del Cuerpo de Ingenieros de USA, el cálculo de las alturas y períodos de olas posibles en el interior del Golfo de Nicoya, según esas condiciones del viento, indican lo siguiente:

1- Viento promedio de 20 nudos:

$$H_{1/3} = 1.0\text{m}, H_{\text{max}} = 1.3\text{m}, T_p = 4.5\text{seg}$$

2- Viento máximo de 30 nudos:

$$H_{1/3} = 1.35\text{m}, H_{\text{max}} = 1.75\text{m}, T_p = 4.75\text{seg}$$

Donde $H_{1/3}$ es la altura significativa de ola, H_{max} es la altura máxima de ola y T_p es el período de la ola.

Como indican estos resultados, se pudo tener olas hasta un máximo de 1.75 m durante ese día 08 de enero del 2015 en la parte externa del Golfo de Nicoya, generadas por el viento del norte-noreste que alcanzó esa región. Este oleaje es llamado “mar de viento”, el cual es un oleaje desordenado, caótico, con crestas cortas y seguidas (4-5 seg), por lo que resulta peligroso para la navegación, especialmente para las embarcaciones pequeñas.

El hundimiento del bote en aguas nicaragüenses:

El accidente en aguas nicaragüenses (sábado 23 de enero de 2016, en Little Corn Island, Caribe Nicaragüense) tuvo que ver con viento norte generado por un sistema de alta presión que bajaba desde el continente Norteamericano hacia el Océano Atlántico.

Como puede verse en la figura 2, el sistema de alta presión, con centro en la Península de Florida en ese momento, aceleró el viento hacia el Caribe Centroamericano con un fuerte componente norte, donde ráfagas de hasta 43 Km/hr al frente de Little Corn Island (Mar Caribe, Nicaragua) pudieron generar olas promedio de 2.2 m (períodos de 6 seg) alrededor de las 12:00 m.d (18Z) y máximas de 3 m, que volcó la embarcación. El oleaje siguió creciendo en ese punto, hasta alcanzar promedios de 2.8 m a las 6:00 p.m. (24Z), con máximas de 3.7 m.

Nótese que en estas fechas, en Puntarenas, los vientos fueron mayores que los que volcaron la embarcación tipo catamarán del ejemplo anterior. La advertencia fue dada oportunamente por el MIO (20 enero del 2016).

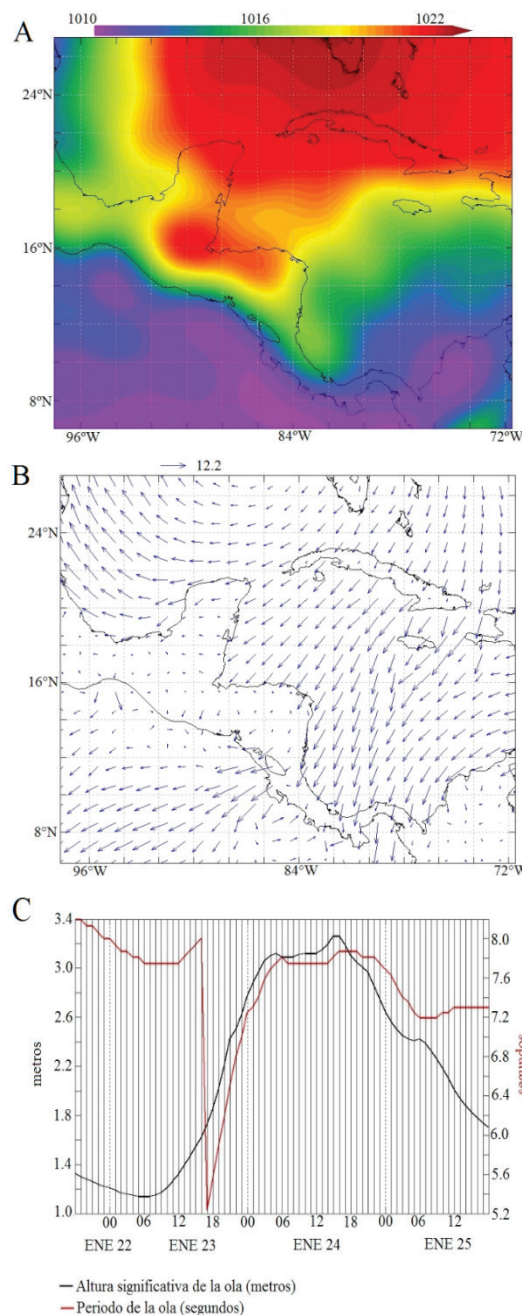


Figura 2. A: Distribución espacial de la presión atmosférica (mb), B: magnitud y dirección del viento, y C: perfil de altura (m) y período (seg) de ola alrededor de Little Corn Island.

El hundimiento de la barcaza en Puntarenas: El hundimiento de la barcaza al frente del Estero de Puntarenas tuvo más bien relación con una marejada de fondo de origen remoto, que justo cuando la marea estaba bajando, pudo haber empujado más los rompientes de las olas, y estas provocar el percance.

Las olas que dieron origen a esta marejada se gestó en el Pacífico Sur, como muestra la figura 3. Estas superaron los 18 m y se generaron en el Océano del Sur (alrededor de la Antártica) por los enormes sistemas de baja presión (Figura 3-B) que son usuales durante estas épocas en estas regiones (Lizano, 2007). Este frente de oleaje o marejada de fondo, se dispersó hacia las costas Centroamericanas, como lo muestra la Figura 3-C, para alcanzar alturas significativas de 2.1 m (máximas de 2.8 m) y períodos de sobre los 20seg al frente del Golfo de Nicoya (Figura 3-D). Este tipo de marejada de fondo con estos períodos largos, presentan rompimientos a mayores profundidades que oleajes con períodos más cortos (Knauss, 1976). Estos rompimientos debieron estar presentes justo cuando la barcaza iba entrando hacia el estero de Puntarenas y causar el percance.

La Figura 3C muestra una característica interesante de la mayoría de las marejadas de fondo que se propagan desde el Pacífico Sur de

nuestro planeta: la sombra (menor altura) que producen las Islas Galápagos sobre el oleaje que alcanza las playas de Costa Rica. La refracción y disminución de altura de las olas de estas islas, protegen nuestras playas de una mayor energía de rompimiento de estas olas, y de esta forma, las hace menos peligrosas que las que rompen en el resto de los países Centroamericanos.

Oleajes y ahogamientos por sumersión: Es muy común tener en Semana Santa ahogados en nuestras playas (Lizano, 2009; 2012; 2016). Esto tiene relación con la gran afluencia de visitantes, pero también a la coincidencia de oleajes altos en presencia de mareas altas, dado que la Semana Santa coincide con la primera luna llena después del equinoccio de primavera. En promedio se ahogan 50-60 personas por año en Costa Rica (Lizano, 2009; 2012; Arozarena et al. 2015). Corrientes peligrosas se forman con olas altas tipo mar de viento (figura 4A), o con marejadas de fondo de períodos largos, como la que muestra la Figura 4B.

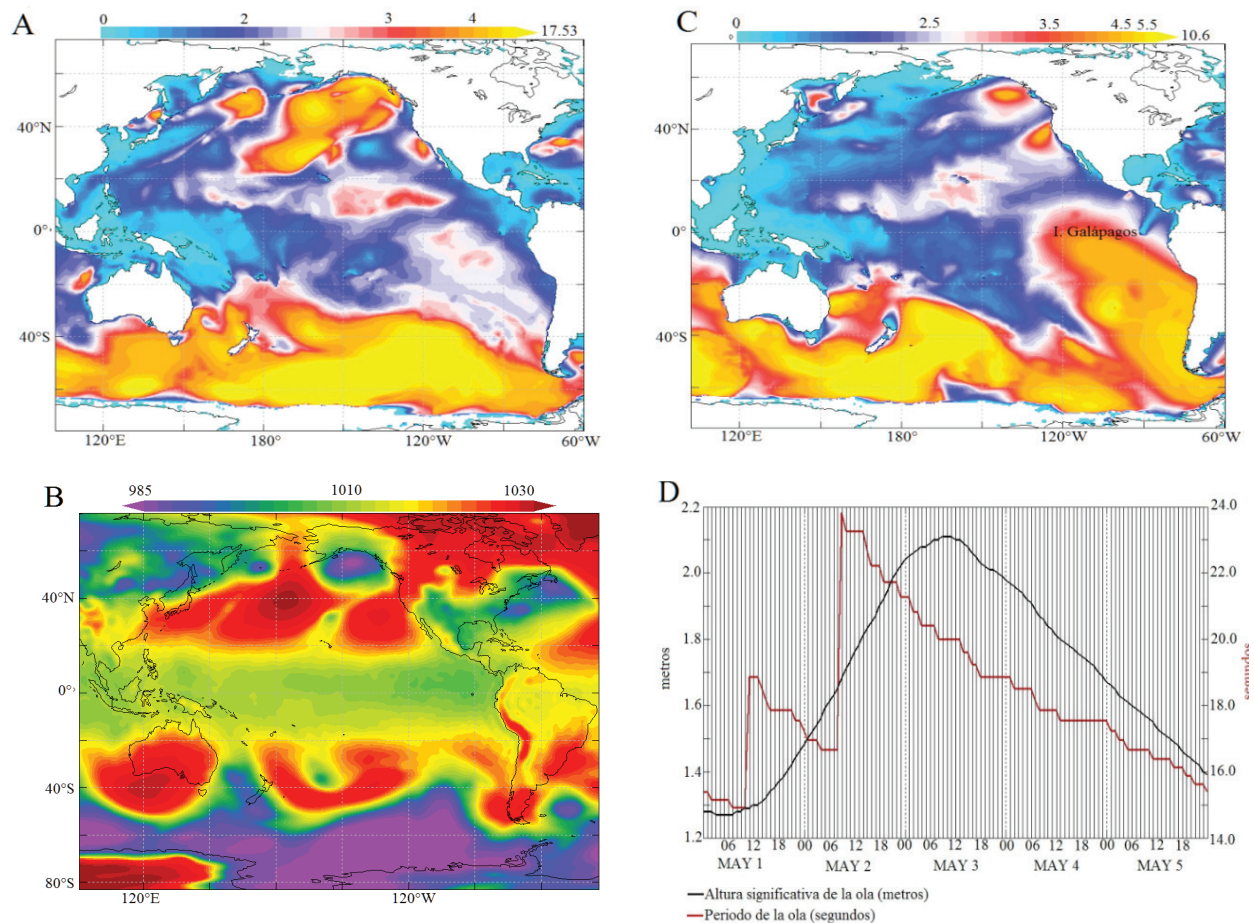


Figura 3. A: distribución espacial de la altura de ola (m) el 26 de abril del 2015 a las 12m, B: distribución espacial de la presión atmosférica en superficie el 26 de abril del 2015 a las 12:00 m.d., C: distribución espacial de la altura de ola (m) el 30 de abril del 2015 a las 12m, y D: perfil de altura (m) y período (seg) de ola al frente del Golfo de Nicoya entre el 01 y 05 de mayo del 2015.

El oleaje que muestra la Figura 4A se formó con la presencia de un sistema de alta presión en el Atlántico Norte y bajas presiones al norte de Colombia, lo que aceleró el viento y produjo oleaje alto. En esta ocasión el Proyecto MIO-CIMAR emitió una advertencia para los navegantes y los bañistas en las playas porque se esperaban máximas de oleaje de 3m (mar adentro) para esta



Zona. Figura 4. A: oleaje tipo mar de viento en Limón el 01 de julio del 2016, y B: oleaje tipo marejada de fondo en Jacó el 30 de abril del 2016. Estas imágenes fueron captadas desde las cámaras en tiempo real que tiene el proyecto MIO-CIMAR en esas regiones.

En el caso de la Figura 4B, el oleaje corresponde a una marejada de fondo de una tormenta generada en el Pacífico Sur de nuestro planeta, onde se esperaban máximas de oleaje de 1.8 m con períodos de 20seg, períodos que garantizaban la formación de corrientes de resaca en cualquier playa a mar abierto, como es el caso de Jacó (señalada en Figura 4B). Este tipo de oleaje es peligroso para los bañistas, máximo en las playas identificadas por los períodos altos, convirtiéndose en más peligroso en la medida que las alturas de las olas sean mayores.

Conclusiones y recomendaciones

Aunque es común decir que el viento fuerte del Caribe también se proyecta hacia el Pacífico Centroamericano, lo cierto es que el viento

se acelera adicionalmente hacia mar adentro, producto de un gradiente de presión atmosférica generado entre tierra y mar en esta región. De manera que cuando hay empujes o frentes del norte, el viento fuerte también produce oleaje alto en el Pacífico Sur de Nicaragua, Pacífico Norte de Costa Rica (frente al Golfo de Papagayo), el Lago Arenal y en el interior y exterior del Golfo de Nicoya.

Se han identificado vientos en la punta de Puntarenas de hasta 70 Km/hr desde simulaciones de modelos numéricos. Estos vientos también alcanzan la parte externa del golfo, al frente de Isla Negritos por ejemplo, con velocidades de hasta 40-50 Km/hr. Estas son condiciones de extremo peligro para navegantes de embarcaciones pequeñas (pangas menores de 7 m), y de precaución para embarcaciones medianas (7-20 m), tanto en el interior, como en el exterior del golfo. Es común también tener vientos fuertes en el Pacífico Norte-Norte de Costa Rica (Bahía Salinas, Península de Santa Elena, Bahía Culebra, Playas del Coco), vientos que también alcanzan en ocasiones hasta Playa Sámar. En estas regiones también ha ocurrido hundimiento de embarcaciones ocasionadas por viento fuerte.

Las marejadas de fondo (oleaje) no son peligrosas para la navegación mar adentro, solo son peligrosas cerca de la costa, donde tienen los rompimientos fuertes. Por lo mismo, corren peligro las embarcaciones pequeñas en las salidas de las playas, estero y ríos, y también los bañistas, dado que estas olas son las que generan las corrientes de resaca más intensas (Lizano, 2009; 2012). Y cuando estos oleajes se combinan con mareas altas, los impactos generados en la costa pueden ser severos, aumentando los problemas de erosión que se experimentan en la mayoría de las playas del Pacífico de Costa Rica.

Es meritorio recalcar que cuando se emite una advertencia de presencia de marejadas de fondo, no significa peligro para la mayoría de las actividades turísticas en la costa. En Puntarenas Centro por ejemplo, el comercio en el paseo de los turistas, el ferry, la pesca deportiva, los viajes a Isla Tortuga, etc., pueden realizarse sin ningún problema.

La mayoría de los accidentes acuáticos en las costas, sino del todo pudieron evitarse, se pueden disminuir si se cuenta con información de las

condiciones oceánicas en las cuales se va a desarrollar la actividad. Información meteorológica y oceanográfica abunda, la cuestión es educar a la población en buscarla y entenderla.

Es responsabilidad no solo de las capitanías de puerto revisar los equipos y las condiciones marinas para dar zarpes “actualizados”, sino que también de las compañías turísticas informarse del estado actual del mar, pero además, de toda la población, para tener información a mano y portar una actitud crítica en cuanto a posibles peligros que se pueden enfrentar en el mar.

Aplicación MIOCIMAR

El CIMAR de la Universidad de Costa Rica, a través del Proyecto MIO, tiene una aplicación libre para celulares iPhone y Android (buscar en su tienda respectiva mediante la palabra “MIO CIMAR”) y una página web: www.miocimar.ucr.ac.cr, que informa, actualiza y comenta los pronósticos de oleajes, corrientes marinas y temperaturas del océano.

Además, adjuntan los comentarios sobre las características de las variables y de la fuente de los fenómenos océano-meteorológicos en nuestras costas y se hacen advertencias que son depositadas, tanto en la página, como también se envían automáticamente a los teléfonos celulares que han cargado la aplicación.

Esta es una fuente de información que está disponible a los usuarios del mar, y que bien podría ayudar a evitar el drama que a menudo se vive en nuestras costas.

Referencias bibliográficas

- Amador, J.; Alfaro, E.J.; Lizano, O.G. y Magaña, V. (2006). Atmospheric forcing of the eastern tropical Pacific. En: Lavín, M. y Fiedler, P. (eds.). *A Review of Eastern tropical Pacific Oceanography. Progress in Oceanography*, 69(2-4), 101-142.
- Arozarena, I., Houser, C., Gutiérrez, A. y Brannstrom, C. (2015). The rip current hazard in Costa Rica. *Natural Hazards*, 77(2), 753-758. doi: 10.1007/s11069-015-1626-9.
- Bran, C. (2016, 06 de julio). Muere colegial arrastrado por ola en playa Tamarindo. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/sucesos/accidentes/Colegial-ahoga-arrastrado-corriente_0_1425057534.html.
- Brenes, C.L.; Coen, J.E.; Chelton, D.B.; Enfield, D.B.; Ballesterio, D. y León, S. (2003). Small scale wind driven upwelling in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *International Journal of Remote Sensing*, 24(5), 1127-1133.
- Chacón, K. (2015, 02 de mayo). Oleaje vuelca a barcaza en Puntarenas con dos tripulantes a bordo y derrama nitrato de amonio. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/sucesos/accidentes/Oleaje-vuelca-barcaza-tripulantes-amonio_0_1485051567.html
- Fallas, G. (2015, 08 de octubre). OIJ atribuye a la naturaleza naufragio de catamarán. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/sucesos/desastres/Catamaran-naufragio-causas-naturaleza-OIJ_0_1516848314.html
- Grandoso, H. (1976). *Precipitaciones intensas e inundaciones en áreas tropicales de América Latina*. San José, C.R. : Organización Meteorológica Mundial.
- Knauss. (1976). *Introduction to Physical Oceanography*. (2 ed.). New York, EEUU: Prentice Hall.
- Láscarez, C. (2016, 25 de junio). Embarcación con cuatro ocupantes naufraga en el océano Pacífico. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/sucesos/desastres/Naufragio-Lancha-Parrita_0_1568843217.html
- Leenknecht, D. y Szowalski, A. (1992). Automated Coastal Engineering System. User's Guide. Vicksburg, Mississippi : Coastal Engineering Research Center.
- León, S.; Calero, M. y Bravo, J. (2016, 26 de enero). Fuerza Naval de Nicaragua no atendió SOS. Capitán de barco que rescató a naufragos dice que llamó varias veces sin éxito. *La Prensa*. Recuperado: <http://www.laprensa.com.ni/2016/01/26/nacionales/1975777-trasladan-a-managua-cuerpos-de-tres-costarricenses-muertos-en-naufragio>

- Lizano, O.G. (2007). Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología*, 25 (1-2), 43-56.
- Lizano, O.G. (2009). Corrientes marinas en algunas playas de Costa Rica. En: R. Viales, J. Amador y F. Solano (Eds.), *Concepciones y representaciones de la naturaleza y la ciencia en América Latina* (pp. 261-274). San José, C.R.: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Lizano, O.G. (2012). Las corrientes de resaca, el riesgo y las muertes por sumersión en las playas de Costa Rica. *En Torno a la Prevención*, (8), 23-27.
- Lizano, O.G. (2016, 10 de marzo). Los accidentes acuáticos y su relación con las condiciones océano-meteorológicas. *La Nación*. Recuperado de: http://www.nacion.com/opinion/foros/Accidentes-acuaticos-relacion-mar_0_1547645225.html
- Ramírez, P. (1992). Descripción de situaciones climatológicas que pueden producir desastres en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1(25-26), 153-169.
- Romero-Centeno, R.; Zavala-Hidalgo, J.; Gallegos, A. y O'Brien, J.J. (2003). Isthmus of Tehuantepec wind climatology and ENSO signal. *Journal of Climate* (16), 2628-2639
- Taylor, M. A. y Alfaro, E. J. (2005). Climate of Central America and the Caribbean. In J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology*. Netherlands: Springer, 183-189.
- Vargas, E. (2015, 28 de diciembre). Oleaje intenso se mantendrá esta semana en el Caribe. *AMPRENSA.COM*. Recuperado de: <http://www.amprensa.com/2015/12/oleaje-intenso-se-mantendra-esta-semana-en-el-caribe/>

Glosario de términos

Condición severa en el mar: oleaje alto, mayor de 3 m, u olas de 1-2 m (o mayores) con viento de más de 30-40 Km/hr.

Mar picado: oleaje caótico, desordenado, con crestas cortas (20-30 m) con rompientes prematuros (espumas blancas).

Marejada de fondo: oleaje de origen remoto que llega a las playas con crestas largas (mayores a 50m) y que rompen fuerte.

Gradiente de presión atmosférico: diferencia de presión atmosférica entre un punto otro.

Oleaje alto: olas con alturas mayores a 3 m.

Oleaje peligroso: puede ser una marejada de fondo o mar picado, que genere algún peligro a los usuarios del mar.

Marejada de fondo: oleaje de origen remoto, con cresta largas (más de 50 m) y que rompe fuerte sobre la playa.

Viento fuerte: vientos mayores a 40 Km/hr.