




Algunos impactos costeros en Costa Rica debido al calentamiento global

..... || **Omar Lizano**

Oceanógrafo físico.
Investigador en el
Centro de Investigación
en Ciencias del Mar
y Limnología de la
Universidad de Costa
Rica (omar.lizano@ucr.
ac.cr).

 Se estima que el 70 % de las playas de arena en el mundo están retrocediendo (Gornitz, 1995). Islas y cayos en el océano Pacífico han sido declarados en riesgo de inundación por el aumento del nivel del mar. Esto está relacionado con el calentamiento global producto de las actividades humanas, el cual causa el derretimiento de los casquetes polares y la expansión térmica del agua, lo que contribuye con mayores niveles del mar (Nicholls y Cazenave, 2010). Pero también hay otros componentes mareográficos y atmosféricos que están cambiando. Se sabe que en algunas regiones está aumentando la velocidad de los vientos y, en consecuencia, la altura de las olas (Lizano, 2007; Lizano, 2013). También se pronostica una mayor intensidad de las tormentas y de los ciclones tropicales (Alfaro, 2007). Esto implica una mayor altura de ola que, junto con una mayor marejada de tormenta (apilamiento de agua sobre las costas debido al empuje del viento) y niveles del mar crecientes, producirá mayor penetración de la ola tierra adentro, generando inundación y erosión costera (Lizano y Lizano, 2010).



Volver al índice

El fenómeno El Niño es otro componente mareográfico que aumenta el nivel del mar que, junto con las mareas astronómicas muy altas (ciclo de los 4-5 años [Lizano, 2006]), produce los niveles del mar adecuados para que el oleaje inicie o acelere los procesos de erosión y, con esto, el retroceso de las playas (Lizano, 1997; Lizano y Salas, 2001). El mayor impacto costero se genera cuando estos fenómenos se dan al mismo tiempo (Lizano, 1997; Lizano y Salas, 2001; Lizano y Gutiérrez, 2011). Cada vez son más frecuentes estos eventos extremos (Miller, 2012) y la superposición de estos fenómenos juntos: El Niño, mareas extraordinarias, tormentas, oleajes extraordinarios, etc. Por ejemplo, durante el evento El Niño de 1987-1988 se rompió Isla Damas, y en el mes de mayo de los años 1981 y 2002 se rompió el Puerto de Caldera por la conjunción de una marejada de gran energía en presencia de mareas muy altas. En playa Caldera (figura 1), por cierto, son frecuentes las inundaciones cuando hay marejadas altas en presencia de mareas altas.

La tectónica de placas genera una geodinámica costera que también juega un papel importante ante el nivel relativo del mar, pues contribuye con hundimientos y levantamientos en la costa. El terremoto de Limón, en abril de 1991, levantó la costa hasta 1,8 m (Denyer, Cárdenes y Kruse, 2004; Amador, Chacón y Lizano, 1994).

El reciente terremoto de Guanacaste (5 de setiembre de 2012) produjo levantamientos en la costa del Pacífico Norte de hasta 75 cm (Delgado, 2012), pero hundimientos en el interior del golfo de Nicoya (Marino Protti, comunicación personal). En cuanto al golfo Dulce, el artículo de Hebbeln, Beese & Cortes (1996) indica que esa zona es tectónicamente muy activa. En ella confluyen las placas Cocos y Nazca, que se subducen en la placa Caribe, lo que ha estado levantando la costa en los últimos 80 millones de años. Y agrega que, aunque el proceso de levantamiento aún se mantiene, el borde norte de la parte interna del golfo se está hundiendo debido a ajustes tectónicos locales. Espinoza, Rojas, Solís, Aguilar, Gutiérrez, Granados & Rodríguez (2005) también indican que esta sismicidad es la responsable de las



Figura 1. Oleaje en playa Caldera el 4 de julio de 2014. Imagen tomada de la cámara de video del proyecto Mio-Cimar (www.miocimar.ucr.ac.cr).

deformaciones (neotectónicas) observadas en el delta del Térraba-Sierpe.

La región del Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNTS) contiene el bosque de manglar más grande de Costa Rica (Reyes, Miranda, Monge & Salas, 2007). Específicamente sobre el manglar, cambios geomorfológicos fueron señalados por Ortíz (2008). En un reciente estudio, Lizano (2014) asocia la pérdida de cobertura de manglar y la desaparición de islas en esta región a los cambios del nivel del mar (figura 2). Procesos similares observa Cárdenes (2003) en la región de Parrita y en Isla Damas. Espinoza et al. (2005) señalan que la pérdida del manglar en el HNTS es debido al reemplazo del sustrato de lodo por lodos arenosos, lo cual es indicativo de un proceso transgresivo en la zona. Esto pudo ser comprobado en el estudio de Lizano (2014), donde se observó

la gran energía que tenían las olas en la marea alta, alcanzando y modificando el sustrato del manglar. Los nuevos estudios sobre proyecciones del nivel del mar indican un peor escenario en los próximos 100 años (Nicholls y Cazenave, 2010), por lo que el retroceso de los ambientes estuáricos, como la HNTS, es una de las consecuencias de este fenómeno, generando un corrimiento marginal de la vegetación y de la fauna (Kjerfve, Michener y Gardner, 1994), con las consecuencias económicas y sociales que significa la pérdida de la cobertura del manglar, dados los servicios que ofrece, por ejemplo como protección ante tormentas y tsunamis, como hábitat de organismos terrestres y marinos y como fuente de alimento, madera y productos medicinales (Zamora, 2006; Gilman, Ellison, Duke y Field, 2008).

El estudio de Denyer et al. (2004) menciona que la angostura de Puntarenas fue estabilizada artificialmente con un muro de roca en la primera mitad del siglo XX debido a las inundaciones frecuentes ante marejadas y la formación de un canal que se abría en esa zona. La estabilización que condujo luego con el levantamiento de la línea del tren, debió darse para permitir el paso seguro de este. Esta estructura constituye un rompeolas que ha servido de amortiguamiento de los oleajes que con alguna frecuencia impactan la punta de Puntarenas (Lizano y Lizano, 2010). Sin



Figura 2. Manglar Sierpe, diciembre de 2010 (foto de O. Lizano).

embargo, la punta continuará expuesta a los aumentos relativos del mar y a fuertes oleajes, que en algún momento producirán impacto y desequilibrio en este sistema también.

Hardy (2003) señala que, en playas de pendientes promedio y con oleajes promedio, la relación entre aumento del mar y retroceso de la playa es de 1:100. Es decir, por cada aumento de 1 cm en el nivel del mar, la playa retrocede 1 m. Si aceptamos que en promedio el nivel del mar ha aumentado unos 20 cm en el último siglo, entonces hemos perdido al menos 20 m de línea de costa en esos lugares con pendientes promedio. Y si creemos en los escenarios que se postulan para el 2100, de al menos 1m de aumento del nivel del mar (Lizano y Lizano, 2010), en ese año habremos perdido al menos 100 m de línea de costa. Muchas de las playas del Pacífico de Costa Rica tienen estas pendientes promedio con oleajes promedio, y muchas albergan poblados, caseríos y hasta ciudades importantes. Por lo que será inevitable el impacto en esas regiones.

La legislación vigente sobre la zonificación de la zona marítimo terrestre es incongruente con la dinámica que se está dando en nuestras playas, pues no considera que los bordes costeros estén a merced de los procesos oceánicos. La delimitación de la zona pública está hecha en función del nivel medio del mar (ley No. 6043 del 2 de marzo de 1977). El nivel medio del mar fue establecido en Puntarenas con registros del nivel del mar hasta 1966 y no se volvió a medir después de

ese año. Bajo el actual marco de cambio climático esta zona será severamente modificada en los próximos años.

La ingeniería costera actual exige rompeolas, malecones, relleno de playas, estabilización de dunas, diques, etc., para enfrentar el cambio climático y minimizar su impacto económico y social. Por ejemplo, Nueva York ya cuenta con un plan de estabilización por el aumento del mar (Aerts et al., 2014), que incluye diques, rellenos, nuevo código de construcción, levantamiento de edificios y hasta compuertas en la entrada de la bahía de Nueva York. Claro, esto sucede en un lugar donde hay gran inversión y recursos económicos para hacer las obras. Sin embargo, en el mismo Estados Unidos, en New Jersey (Charleston y Long Beach Island), existe una gran cantidad de humedales y cordones litorales, la mayoría habitados, que son considerados en riesgo de inundación ante el aumento del nivel del mar. A pesar de que es un país con abundantes recursos económicos, se ha determinado que las obras que deben realizarse en ciertas zonas para evitar las futuras inundaciones son tan grandes que es mejor trasladar a la población tierra adentro (Titus, 1990).

Si lo anterior sucede en un país como Estados Unidos, ¿cuál sería la solución, por ejemplo, para la punta de Puntarenas, ante los cambios que se avecinan? Ya el barrio Espíritu Santo, en Caldera, es testigo de las transformaciones en nuestras costas. Y los procesos erosivos que ha estado experimentando Isla Damas (Quepos),



Figura 3. Puerto Vargas, Limón. 2004 (foto de O. Lizano).

Palo Seco (Parrita) y Playa Azul (Tárcoles) son ejemplos de los tantos que se ven a lo largo de todo el Pacífico de Costa Rica. Similares procesos se ven en el Caribe, como en Puerto Vargas (figura 3), Manzanillo, Matina, Tortuguero, etc. Además, Cepal (2012) señala que otros impactos y riesgos, permanentes algunos y temporales otros, se van a dar en nuestras costas con el calentamiento global y el aumento del nivel del mar. Aparte de la erosión, las inundaciones y la salinización de pozos, menciona impactos en los corales -como su blanqueamiento-, en la actividad portuaria -por condiciones de navegación-, en la seguridad de obras marítimas -por alturas extremas de oleaje- y en el transporte de sedimentos en las playas -que se modificará-. Esto último

con grandes consecuencias para aquellas poblaciones que, por ejemplo en nuestro país, se establecieron en lo que hoy delimitamos como zona pública.

Referencias

- Aerts, J., Wouter, W., Emanuel, K., Lin, N., Moel, H. y Michel-Kerjan, E. (2014). Evaluating Flood Resilience Strategies for Coastal Megacities. *Science* 344: 473-474.
- Alfaro, E. (2007). Escenarios climáticos para temporadas con alto y bajo número de huracanes en el Atlántico. *Climatología* 7: 1-13.
- Amador, J., Chacón, E. y Lizano, O. (1994). Estudio de efectos geofísicos del terremoto de Limón mediante percepción remota y análisis hidrometeorológico. *Rev. Geol. Amér. Central, Vol. Esp. Terremoto de Limón*, 153-170.
- Cárdenes, G. (2003). Evolución de los sistemas sedimentarios costeros y aluviales de la región de Parrita,

- Pacífico Central de Costa Rica. *Rev. Geol. Amér. Central* 28, 69-76.
- Cepal. (2012). *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina. Impactos*. Naciones Unidas.
- Delgado, D. (2012, setiembre 07). Capa rocosa atenuó fuerza destructiva del terremoto. *La Nación*. Disponible en: <http://www.nacion.com/2012-09-07/EIPais/capa-rocosa-atenuo-fuerza-destructiva-del-terremoto.aspx?Page=3>.
- Denyer, P., Cárdenes, G. y Kruse, S. 2004. Registro histórico y evolución de la barra arenosa de Puntarenas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Geológica de Amer. Cent.* 31, 45-58.
- Espinoza, J., Rojas, E., Solís, L., Aguilar, J., Gutiérrez, V., Granados, G. y Rodríguez, H. (2005). *Análisis Sedimentológico del delta Térraba (Costa Rica)*. San José: UCR. 227 p.
- Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C. y Field, C. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. *Aquatic Botany* 89, 237-250.
- Gornitz, V. (1995). Monitoring sea level changes. *Climate Change* 31, 514-544.
- Hardy, J. (2003). *Climate change, causes, effects, and solutions*. Inglaterra: John Wiley and Sons.
- Hebbeln, D., Beese, D. y Cortes, J. (1966). Morphology and sediment structures in Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (3), 1-10.
- Kjerfve, B., Michener, W. y Gardner, L. (1994). Impacts of climate change in estuary and delta environments. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources; International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).
- Lizano, O. y Salas, D. (2001). Variaciones geomorfológicas de la Isla Damas, Quepos en los últimos 50 años. "Ecosistemas Acuáticos de Costa Rica". *Rev. Biol. Trop.* 49 (Supl. 2), 171-177.
- Lizano, O. (2006). Algunas características de las mareas en la costa Pacífica y Caribe de Centroamérica. *Ciencia y Tecnología* 24, 51-64.
- Lizano, O. (2007). Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología* 25(1-2), 43-56.
- Lizano, M. y Lizano, O. (2010). Creación de escenarios de inundación en la Ciudad de Puntarenas ante el aumento del nivel del mar. *InterSedes XI(21)*, 215-229.
- Lizano, O. (2010, noviembre 16). Erosión en las playas de Costa Rica. Urge tomar medidas en la zona marítimo-terrestre debido al cambio climático. *La Nación*. Disponible en: <http://www.nacion.com/2010-11-06/Opinion/Foro/Opinion2580625.aspx>.
- Lizano, O. y Gutiérrez, A. (2011). Erosión en las costas de Costa Rica, un problema de todos. *En Torno a la Prevención* 7, 14-16.
- Lizano, O. (2013). Erosión en las playas de Costa Rica, incluyendo la Isla del Coco. *InterSedes, Universidad de Costa Rica* 27 (XIV), 6-27.
- Lizano, O. (2014 -inédito-) La dinámica oceanográfica al frente del Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNST) y su relación con la muerte del manglar. *Rev. Biol. Trop.* 62 (4) [en prensa].
- Miller, P. (2012). Weather gone wild. *National Geographic*, 30-53.
- Nicholls, R. y Cazenave, A. (2010). Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones *Science* 328, 1517.
- Ortiz, E. (2008). Cambios geofomológicos en el litoral Caribe y Pacífico de Costa Rica. Caso del Complejo Déltico de Sierpe. *Kurú. Rev. Forestal* 5 (15), 1-10.
- Reyes, V., Miranda, M., Monge, C., y Salas, F. (2007). Valoración económica del ecosistema Humedal Nacional. Térraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica. En Ulate, R. y Cisneros, J. (Eds.). *Valoración Económica Ecológica y Ambiental Análisis de casos en Iberoamérica*, 509-520.
- Titus, J. (1990). Greenhouse Effect, Sea Level Rise, and Barrier Islands: Case Study of Long Beach Island, New Jersey. *Coastal Management* 18, 65-90.
- Zamora, P. (2006). Capítulo III. Manglares. En Muñoz, V. y Quesada, M. (Eds.) *Ambientes marino costeros de Costa Rica*. San José: Conservation International. pp. 23-40.